

Оригинальная научная статья

УДК 598.293.1(574)

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2025-3-3-1-01>



Особенности размещения колоний грача (*Corvus frugilegus* Linnaeus, 1758) в разных типах городской застройки города Костанай

Татьяна Михайловна Брагина^{1,2}, Ольга Леонидовна Воробьева¹

¹ Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтурсынулы, Костанай, Казахстан

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону, Россия

Автор, ответственный за переписку: Татьяна Михайловна Брагина,
tm_bragina@mail.ru

Аннотация

Врановые птицы (Corvidae) представляют собой одну из наиболее заметных и адаптивных групп городской орнитофауны. Их высокая численность, экологическая пластичность и способность к адаптации к антропогенным ландшафтам оказывают значительное влияние на биоценозы урбанизированных территорий, что определяет актуальность их изучения. Целью работы является анализ предпочтений грачей (*Corvus frugilegus* Linnaeus, 1758) в выборе мест гнездования в различных типах городской застройки города Костанай и этапов их гнездового периода. Учет проводился на пробных площадках, включающих в себя три категории территорий: жилая зона, парковые зоны и дачные участки. В ходе исследований фиксировались количество гнезд, их расположение, высота, используемые древесные породы и временные этапы гнездования, начиная строительством гнезд и заканчивая вылетом слетков птиц. Из 74 зарегистрированных гнезд 39.2% располагались в жилой зоне, 60.8% – в парках. В дачных массивах гнезда не выявлены. Большинство гнезд (87.8%) было заселено. Основными субстратами гнездования являлись высокорослые тополя, редко – сосны и березы. Наблюдалась тенденция выбора деревьев с хорошо развитой кроной – с высотой расположения гнезд около 15 м. Полученные результаты свидетельствуют о предпочтении грачами определенных типов городской застройки и древесных пород для гнездования в городе Костанай, что может быть использовано для разработки мероприятий по управлению популяциями врановых и сохранению биоразнообразия городских экосистем.

Ключевые слова

Грач, городская среда, гнездовые колонии, урбанизация, Костанай, гнездование, синантропизация

Для цитирования

Брагина Т.М., Воробьева О.Л. Особенности размещения колоний грача (*Corvus frugilegus* Linnaeus, 1758) в разных типах городской застройки города Костанай // Тимирязевский биологический журнал. 2025. Т. 3, № 3. С. 101.
<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2025-3-3-1-01>

BIOLOGICAL RESOURCES, ECOLOGY

Research article

https://doi.org/10.26897/2949-4710-2025-3-3-1-01



**Features of rook (*Corvus frugilegus*) colony distribution
in different types of urban development in Kostanay**

Tatiana M. Bragina^{1,2}, Olga L. Vorobyova²

¹ Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University, Kostanay, Republic of Kazakhstan

² Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Azov-Black Sea Branch, Rostov-on-Don, Russia

Corresponding author: Tatiana M. Bragina, tm_bragina@mail.ru

Abstract

Corvidae represent one of the most prominent and adaptable groups of urban avifauna. Their high abundance, ecological plasticity, and ability to adapt to anthropogenic landscapes significantly influence the biocenoses of urbanized areas, highlighting the relevance of their study. The aim of this study is to analyze the nesting preferences of rooks (*Corvus frugilegus* Linnaeus, 1758) in selecting nesting sites across various types of urban development in the city of Kostanay and the stages of their nesting period. Observations were conducted on trial sites that included three categories of territories: residential areas, park areas, and suburban areas. During the research, the number of nests, their location, height, utilized tree species, and timing of nesting stages, from nest construction to fledging of chicks, were recorded. Of the 74 registered nests, 39.2% were located in residential areas, while 60.8% were found in parks. No nests were identified in suburban areas. The majority of nests (87.8%) were inhabited. The primary nesting substrates were tall poplars, with rarer occurrences of pines and birches. A trend was noted towards selecting trees with well-developed crowns, with nest heights averaging around 15 m. The results indicate a preference among rooks for specific types of urban development and tree species for nesting in the city of Kostanay, which can be utilized in developing management strategies for corvid populations and conserving biodiversity in urban ecosystems.

Keywords

Rook, urban environment, breeding colonies, urbanization, Kostanay, nesting, synanthropization

For citation

Bragina T.M., Vorobyova O.L. Features of rook (*Corvus frugilegus*) colony distribution in different types of urban development in Kostanay. *Timiryazev Biological Journal*. 2025;3(3):101. https://doi.org/10.26897/2949-4710-2025-3-3-1-01

Введение

Introduction

Урбанизация трансформирует природные биоценозы и создает новые экологические ниши для птиц. Врановые птицы (Corvidae) отличаются высокой численностью, экологической пластичностью и способностью к адаптации в условиях урбанизированных ландшафтов. Среди них грач (*Corvus frugilegus* Linnaeus, 1758) выделяется как социальный вид, формирующий крупные колонии вблизи человека. В городах он играет двойственную биоценотическую роль: с одной стороны, способствует санитарной очистке, поедая отходы и насекомых, а с другой – может конкурировать с другими видами и создавать экологические конфликты.

Современные исследования подчеркивают значимость изучения пространственного распределения грачей в городских экосистемах. В Саратове выявлено различие в выборе типов застройки и древесных пород для гнездования [1]. На примере Дании было показано, что небольшие колонии

грача все чаще ассоциируются с участками городской застройки, а не с традиционными сельскими ландшафтами, и это отражает растущую привлекательность городов для этого вида [2]. Подобные тенденции характерны и для других представителей семейства врановых: в ряде европейских городов отмечается наложение ареалов и сходство в выборе местообитаний у различных видов, что связано с высокой пластичностью их поведения и способностью использовать разнообразные ресурсы урбанизированных территорий [3]. Это подчеркивает значимость учета как пространственных перемещений птиц, так и размещения их колоний, что актуально и для условий Казахстана. Отмечено также влияние климатических факторов: сдвиги сроков весны напрямую отражаются на начале гнездования [4]. При этом в ряде регионов наблюдается сокращение численности гнездовых популяций по причине трансформации городской среды [5].

Вопросы пространственного распределения гнездящихся колоний грача в городах Казахстана до настоящего времени изучены недостаточно. Систематизированные данные об особенностях

гнездования грача в городе Костанай приводят-
ся впервые, что определяет актуальность данных
исследований.

Цель исследований: анализ особенностей
размещения колоний и гнезд грача в разных ти-
пах городской застройки города Костанай и этапов
гнездового периода.

Задачи исследований: произвести учет гнезд
грача в пределах трех типов городской среды (жи-
лая застройка, парковые зоны, дачные массивы);
определить высоту размещения гнезд и использу-
емые древесные породы; оценить долю занятых
и нежилых гнезд и зафиксировать наличие вывод-
ков птенцов в исследуемых колониях.

Методика исследований

Research method

Район работ, город Костанай ($53^{\circ}12'52''$ с.ш.,
 $63^{\circ}37'29''$ в.д.), расположен в северной части Коста-
найской области Республики Казахстан (рис. 1).

По физико-географическим условиям терри-
тория города расположена в степной зоне, в юго-за-
падной части Западно-Сибирской равнины, на севе-
ро-востоке Тургайского плато, в Зауралье. Климат –
континентальный с жарким летом (средняя темпе-
ратура июля составляет $+20.8^{\circ}\text{C}$, января – 14.9°C).
Наблюдаются резкие перепады температур в тече-
ние суток. Среднегодовая сумма осадков составляет
около 360 мм с максимумом в летний период.

Полевые наблюдения проводились весной
и летом (с марта по август) 2025 г. Для учета были
заложены пробные площадки, соответствующие ос-
новным типам городской застройки:

1. Парковая зона.
2. Жилая зона.
3. Дачные массивы.

Маршрутные обходы проводились в свет-
лое время суток при благоприятных погодных
условиях.

Учет гнезд осуществлялся визуальным ме-
тодом с фиксацией их количества, расположения,
состояния (жилое/нежилое) и высоты. Для изме-
рения высоты гнезд применялся лазерный дально-
мер, что позволило получить более точные данные
о размещении колоний. Видовая принадлежность
птиц определялась визуально по морфологическим
признакам.

Дополнительно проводилась регистрация
успешности размножения: отмечались случаи на-
личия выводков птенцов и активного поведения
взрослых особей у гнезд. Полученные данные на-
носились на картографическую основу с использо-
ванием Google Earth Pro для дальнейшего анализа
пространственного распределения. В ходе учетов
фиксировались стадии подготовки гнезд, высижи-
вания, появление птенцов и их дальнейшее раз-
витие. Наблюдения проводились визуально, с ис-
пользованием бинокля и лазерного дальномера для
определения высоты гнезд.

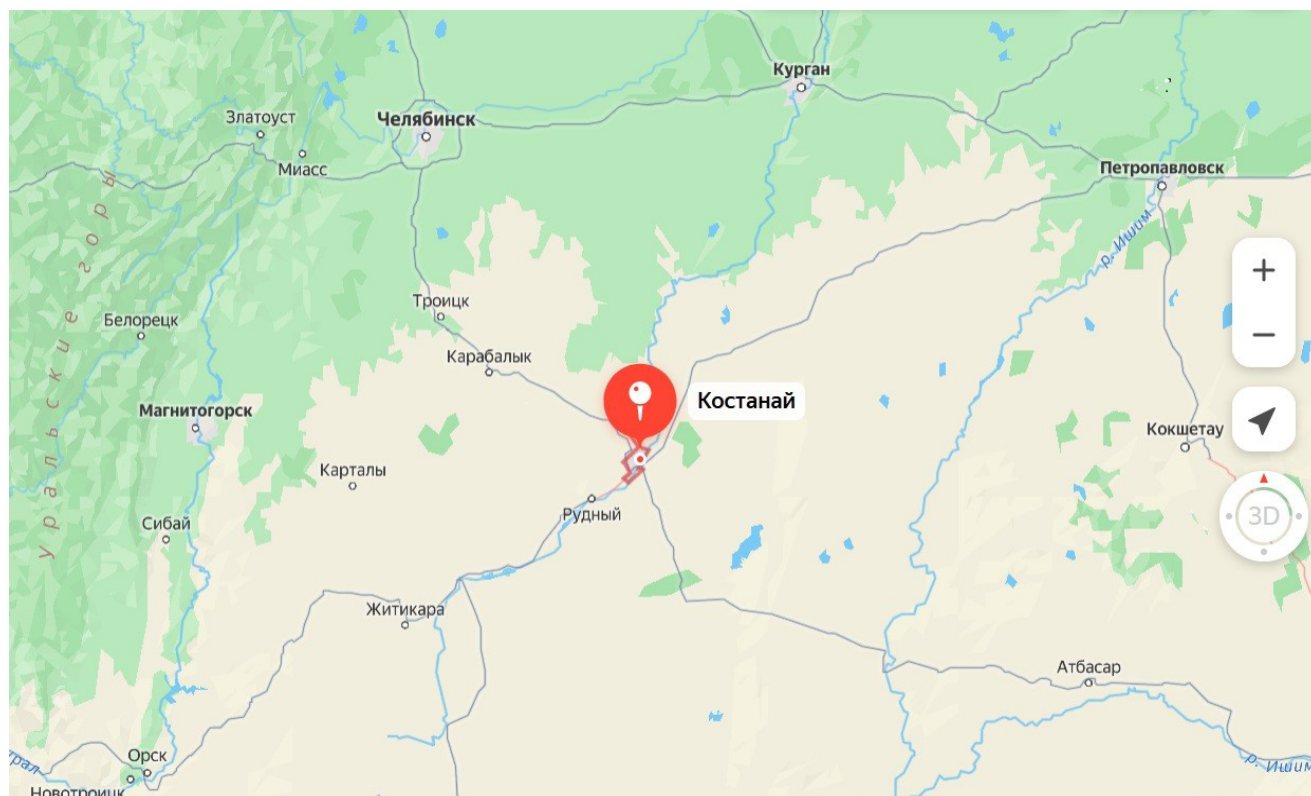


Рисунок 1. Карта-схема местоположения района исследований. Костанай, Казахстан

Figure 1. Location map of the study area. Kostanay, Kazakhstan

Результаты и их обсуждение
Results and discussion

Пространственное распределение учетных площадок и выявленных гнезд грача в пределах города Костанай представлено на космическом снимке (рис. 2).
Распределение гнезд грача по типам городской застройки в городе Костанай представлено в таблице. Из 74 зарегистрированных гнезд 39.2% находились в жилой зоне, все – на некронированных тополях, преимущественно вдоль дорог; 60.8% – в парковых зонах, где использовались

не только тополя (некронированные), но и единичные сосны и березы. В дачных массивах гнезда не обнаружены.
Более 60% гнезд было сосредоточено в парковой зоне, которая характеризуется обилием высоких некронированных деревьев, подходящих для колониального гнездования. В жилых районах большая часть деревьев кронирована, подходящих деревьев меньше, а многоэтажные здания расположены ближе и плотнее. Полное отсутствие грачевников в дачных массивах обусловлено, вероятно, преобладанием низкорослых плодовых насаждений либо же одиночными высокими деревьями.



Рисунок 2. Космический снимок района исследований (г. Костанай). Апрель 2025 г.
Figure 2. Satellite image of the research area (Kostanay). April 2025

Таблица 1. Распределение гнезд грача по разным типам городской застройки в городе Костанай, 2025 г., %/число гнезд
Table 1. Distribution of rook nests across different types of urban development in Kostanay, 2025, %/number of nests

Тип участка <i>Site type</i>	Количество гнезд <i>Number of nests</i>	Жилые гнезда <i>Inhabited nests</i>	Нежилые гнезда <i>Uninhabited nests</i>	Древесные породы <i>Tree species</i>
Многоэтажная застройка в жилой зоне <i>Multi-storey building in a residential area</i>	39.2/29	86.2/25	13.8/4	тополя (некронированные) <i>poplars (uncrowned)</i>
Парковая зона <i>Park area</i>	60.8/45	88.9/40	11.1/5	тополя (основной вид), сосна, береза <i>poplars (main type), pine, birch</i>
Дачи <i>Suburban area</i>	0.0	–	–	–
Итого <i>Total</i>	100.0/74	87.8/65	12.2/9	тополя (преимущественно), сосна и береза <i>poplars (mostly), pine and birch</i>

Большинство гнезд оказались жилыми; нежилые составили около 12%. Высота размещения варьировала от 12 до 16 м, в среднем – около 15 м. Во всех колониях отмечены выводки птенцов, что указывает на успешное размножение.

Особое значение для понимания биолого-экологических особенностей грача в условиях урбанизированной среды имеет изучение сроков начала гнездования, откладки яиц и вылета птенцов.

Эти данные позволяют оценить успешность размножения и адаптацию колоний к условиям урбанизированного ландшафта. В марте 2025 г. на исследуемых территориях происходила активная подготовка гнезд (рис. 3). В начале апреля самки приступили к высиживанию, в то время как самцы находились на соседних ветвях, выполняя охранную функцию. В мае из гнезд доносились характерные звуки, что свидетельствовало о появлении птенцов.



Рисунок 3. Гнезда грачей на тополе в городе Костанай. 5 мая 2025 г.
Figure 3. Rook nests in a poplar tree in the city of Kostanay. May 5, 2025



Рисунок 4. Молодой грач в городской среде в сопровождении взрослых особей в г. Костанай. 8 августа 2025 г.

Figure 4. Young rook in an urban environment accompanied by adults in the city of Kostanay. August 8, 2025.

В течение всего лета (июнь-август) наблюдались молодые особи, вылетевшие из гнезд, которые продолжали держаться рядом с родителями (рис. 4).

Как показывают полученные данные, грачи в городской среде отдают свое предпочтение высоким деревьям с развитой кроной для устройства своих колоний. Это подчеркивает их потребность в безопасных и хорошо структурированных местах для гнездования [6]. Наиболее часто гнезда размещались на тополях (*Populus* spp.), реже – на соснах (*Pinus* spp.) и березах (*Betula* spp.). Выбор данных пород объясняется их значительной высотой, наличием мощных ветвей, обеспечивающих устойчивость гнезда, а также возможностью формирования крупных колоний в пределах группы насаждений. Подобная избирательность отмечена и в других регионах: например, в Архангельске, где колонии могут сохраняться десятилетиями [7], в Курске также отмечена привязанность к старым насаждениям [8]. Высокая доля жилых гнезд подтверждает устойчивость популяции, что согласуется с наблюдениями в Тульской области [9] и Череповце [10].

Наличие старых, частично разрушенных гнезд в сочетании с новыми свидетельствует о многолетнем использовании территории. Подобные выводы сделаны и для г. Санкт-Петербурга [11]. Установленная средняя высота размещения гнезд (около 15 м) находится в пределах, характерных для вида, по представленным данным в научной публикации В.В. Сахвон [12].

Сезонные наблюдения показали, что активная подготовка гнезд начиналась в марте, в апреле происходило насиживание кладок, в мае появлялись птенцы, а летом наблюдались молодые особи, продолжавшие держаться рядом с родителями. Схожие фенологические тенденции, в частности, сроки

начала гнездования, совпадают с данными, полученными в ходе исследований врановых птиц [13]. Следует отметить, что в центральном сквере города и в жилых комплексах города Костанай встречались одиночные птицы и в зимний период аномально теплой зимы 2024-2025 гг. [14].

Таким образом, полученные результаты подтверждают, что колонии грачей в городе Костанай обладают устойчивостью, высокой заселенностью, демонстрируют многолетнее использование гнездовых деревьев и успешное размножение. Это подчеркивает их экологическую значимость и необходимость сохранения старых тополей как ключевого ресурса для устойчивости популяций.

Выводы

Conclusions

1. В 2025 г. в городе Костанай из 74 зарегистрированных гнезд грача 39.2% были сосредоточены в жилой зоне (многоэтажная застройка), 60.8% – в парковых зонах при полном отсутствии в дачных массивах.

2. Основными гнездовыми деревьями являются высокорослые некронированные тополя, реже – сосна и береза.

3. Доля заселенных гнезд составила 87.8%, что свидетельствует о высокой устойчивости колоний.

4. Фенологические наблюдения показали раннее начало гнездования в 2025 г. (март) и успешное выведение птенцов во всех колониях.

5. Костанайские колонии грачей характеризуются признаками многолетнего функционирования и могут сохраняться десятилетиями при условии сохранности старых насаждений.

Список источников

1. Кулисева Ю.И., Мельников Е.Ю. Пространственное распределение гнезд врановых птиц (Corvidae) в компонентах урбанизированной среды (на примере Кировского района г. Саратова) // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология*. 2023. Т. 23, № 2. С. 227-235. <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2023-23-2-227-235>
2. Heldbjerg H., Pedersen C.L., Therkildsen O.R., Bregnballe T. et al. The lure of the big city: smaller Danish rookeries are increasingly associated with urban land cover. *Urban Ecosystems*. 2023;26:1355-1366. <https://doi.org/10.1007/s11252-023-01372-6>

References

1. Kuliseva Yu.I., Melnikov E.Yu. The spatial distribution of corvid nests in the urbanized environmental components (using the example of the Kirovsky District of Saratov). *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Chemistry. Biology. Ecology*. 2023;23(2):227-235. (In Russ.) <https://doi.org/10.18500/1816-9775-2023-23-2-227-235>
2. Heldbjerg H., Pedersen C.L., Therkildsen O.R., Bregnballe T. et al. The lure of the big city: smaller Danish rookeries are increasingly associated with urban land cover. *Urban Ecosystems*. 2023;26:1355-1366. <https://doi.org/10.1007/s11252-023-01372-6>

3. Abou Zeid F., Morelli F., Ibáñez-Álamo J.D., Díaz M. et al. Spatial overlap and habitat selection of corvid species in European cities. *Animals*. 2023;13(7):1192. <https://doi.org/10.3390/ani13071192>
4. Zbyryt A., Zub K., Mitrus C. The development of the rook's (*Corvus frugilegus*) colony in the face of shifting spring phenology. *Avian Research*. 2022;13(2):100029. <https://doi.org/10.1016/j.avrs.2022.100029>
5. Poluda A.M., Dupak V.S., Markova A.O. Reduction of the breeding population of the rook, *Corvus frugilegus* (Aves, Corvidae), in Ukraine: the example of the Eastern part of the Kyiv Region. *Zoodiversity*. 2023;57(3):223-234. <https://doi.org/10.15407/zoo2023.03.223>
6. Колякина Н.Н. Некоторые особенности адаптаций врановых к обитанию на урбанизированных территориях // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2014. Т. 16, № 5-1. С. 473-475.
7. Андреев В.А. Многолетняя динамика колоний грача *Corvus frugilegus* в Архангельске и его пригородной зоне // *Русский орнитологический журнал*. 2018. Т. 27, № 1659. С. 4208-4211.
8. Чернышев А.А., Казаков С.Г., Долгалева Д.И. Распределение гнездовых колоний грача (*Corvus frugilegus*) в г. Курск // *Auditorium*. 2021. № 2 (30). С. 32-41.
9. Гладкова Д.А., Швецов О.В. Распространение и экология представителей семейства врановых в г. Болохово Тульской области // *Известия Тульского государственного университета. Естественные науки*. 2020. № 4. С. 96-102. <https://doi.org/10.24411/2071-6176-2020-10411>
10. Короткова Т.Б., Поддубная Н.Я., Ваничева П.Е. Особенности гнездования врановых в Череповце // *Русский орнитологический журнал*. 2020. Т. 29, № 1967. С. 3994-3998.
11. Домбровский К.Ю. Современное состояние гнездовых колоний грача *Corvus frugilegus* на территории Красного Села – Дудергофа (южная окраина Санкт-Петербурга) // *Русский орнитологический журнал*. 2020. Т. 29, № 2008. С. 5782-5785.
12. Сахвон В.В. Видовой состав городских древесных зеленых насаждений как фактор, определяющий выбор мест для гнездования врановыми // *Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов*. 2021. № 2 (246). С. 149-156. <https://doi.org/10.52065/2519-402X-2021-246-18-149-156>
13. Ильяхов М.П. Размещение, численность и экология врановых птиц города Ставрополя // *Образование и наука в современных реалиях*. Чебоксары: ООО «Центр научного сотрудничества «Интерактив плюс», 2019. С. 12-16.
3. Abou Zeid F., Morelli F., Ibáñez-Álamo J.D., Díaz M. et al. Spatial overlap and habitat selection of corvid species in European cities. *Animals*. 2023;13(7):1192. <https://doi.org/10.3390/ani13071192>
4. Zbyryt A., Zub K., Mitrus C. The development of the rook's (*Corvus frugilegus*) colony in the face of shifting spring phenology. *Avian Research*. 2022;13(2):100029. <https://doi.org/10.1016/j.avrs.2022.100029>
5. Poluda A.M., Dupak V.S., Markova A.O. Reduction of the breeding population of the rook, *Corvus frugilegus* (Aves, Corvidae), in Ukraine: the example of the Eastern part of the Kyiv Region. *Zoodiversity*. 2023;57(3):223-234. <https://doi.org/10.15407/zoo2023.03.223>
6. Kolyakina N.N. Some adaptations of corvids to living on urban areas. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2014;16(5-1):473-475. (In Russ.)
7. Andreev V.A. Long-term dynamics of the colonies of the rook *Corvus frugilegus* in Arkhangelsk and its suburban areas. *Russkiy ornitologicheskiy zhurnal*. 2018;27(1659):4208-4211. (In Russ.)
8. Chernyshev A.A., Kazakov S.G., Dolgaleva D.I. Distribution of nesting colonies of rook (*Corvus frugilegus*) in Kursk. *Auditorium*. 2021;(2(30)):32-41. (In Russ.)
9. Gladkova D.A., Shvets O.V. Distribution and ecology of representatives of Corvidae birds in Bolokhovo, Tula region. *Izvestiya Tulskego gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki*. 2020;(4):96-102. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/2071-6176-2020-10411>
10. Korotkova T.B., Poddubnaya N.Ya., Vanicheva P.E. Features of corvid nesting in Cherepovets. *Russkiy ornitologicheskiy zhurnal*. 2020;29(1967):3994-3998. (In Russ.)
11. Dombrovsky K.Yu. The current state of nesting colonies of the rook *Corvus frugilegus* on the territory of Krasnoe Selo – Duderhof (southern outskirts of St. Petersburg). *Russkiy ornitologicheskiy zhurnal*. 2020;29(2008):5782-5785. (In Russ.)
12. Sakhvon V.V. Species composition of urban green spaces as factor affecting selection of nest sites by corvids. *Proceedings of BSTU. Issue 1, Forestry, Nature Management, Processing of Renewable Resources*. 2021;(2(246)):149-156. (In Russ.) <https://doi.org/10.52065/2519-402X-2021-246-18-149-156>
13. Ilyukh M.P. Distribution, number, and ecology of crows in Stavropol. *Education and science in the modern context*. Cheboksary, Russia: Scientific Cooperation Centre “Interactive plus”, 2019:12-16. (In Russ.)

14. Брагина Т.М., Рулёва М.М., Христинецкий Д.В. Зимующие птицы города Костанай и его окрестностей в условиях аномально теплой зимы 2025 года // Вестник КГПИ. 2025. № 3 (79). С. 119-125.

14. Bragina T.M., Rulyova M.M., Khristinetskiy D.V. Wintering birds of Kostanay and its surroundings in the abnormally warm winter of 2025. *Publications KSPI*. 2025;(3(79)):119-125. (In Russ.)

Сведения об авторах

Брагина Татьяна Михайловна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры естественно-научных дисциплин, Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы; 110000, Республика Казахстан, г. Костанай, ул. Тәуелсіздік, 118; главный научный сотрудник Азово-Черноморского филиала ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»); 344002, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, ул. Береговая, 21в; tm_bragina@mail.ru

Ольга Леонидовна Воробьева, магистрант 2 курса по образовательной программе (ОП) – Геоэкология и управление природопользованием (7М05201), Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы; 110000, Республика Казахстан, г. Костанай, ул. Тәуелсіздік, 118; olga2018vrbyv@gmail.com

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья поступила в редакцию 06.07.2025
Одобрена после рецензирования 16.08.2025
Принята к публикации 16.08.2025

Information about the authors

Tatiana M. Bragina, DSc (Biol), Professor, Professor at the Department of Natural Sciences, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University; 110000, Republic of Kazakhstan, Kostanay, Тәуелсіздік St., 118; Chief Research Associate, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Azov-Black Sea Branch of VNIRO (AzNIIRKH); 3440002, Russian Federation, Rostov-on-Don, Beregovaya St., 21v; tm_bragina@mail.ru

Olga L Vorobyova, 2nd year Master's degree student in Geoecology and Environmental Management (7M05201), Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University; 110000, Republic of Kazakhstan, Kostanay, Тәуелсіздік St., 118; olga2018vrbyv@gmail.com

Conflict of interests

The authors declare no relevant conflict of interests.

The article was submitted to the editorial office July 06, 2025
Approved after reviewing August 16, 2025
Accepted for publication August 16, 2025