

ЗООЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Оригинальная научная статья

УДК 598.2 (470-25)

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-3-59-70>



Анализ показателей разнообразия и сходства сообществ птиц в 2018-2022 гг. в парках города Москвы

Александра Алексеевна Василевская

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Александра Алексеевна Василевская; AlexVas13b@yandex.ru

Аннотация. В статье приведен анализ показателей разнообразия и сходства сообществ птиц в 7 парках г. Москвы: в парке «Зарядье», Петровском парке, Нескучном саду, природном заказнике «Воробьевы горы», на территории Лесной опытной дачи (Тимирязевского парка), в парке культуры и отдыха «Сокольники», в природно-историческом парке «Царицыно» – в 2018-2022 гг. Показано, что как в малых (площадью до 100 га), так и в крупных парках наблюдается сходная динамика основных показателей разнообразия сообществ птиц: индекса Маргалефа, индекса Шеннона, индекса Пielу и индекса Симпсона. В течение года в наименьших пределах колеблются индекс Пielу и индекс Симпсона, в наибольших – индекс Маргалефа и индекс Шеннона. Видовое богатство и разнообразие сообществ обычно возрастают в гнездовой и сокращаются в негнездовой сезоны. Некоторые малые парки по усредненным показателям могут быть сравнимы с крупными парками. Так, усредненные значения индексов Маргалефа, Шеннона, Пielу и Симпсона для сообществ птиц в новом парке «Зарядье» ($Dmf = 4,78 \pm 0,51$; $H = 2,25 \pm 0,14$; $E = 0,74 \pm 0,03$; $D = 0,17 \pm 0,03$) ближе всего к таковым в парке «Сокольники» ($Dmf = 5,35 \pm 0,62$; $H = 2,38 \pm 0,16$; $E = 0,7 \pm 0,03$; $D = 0,15 \pm 0,02$), территория которого в 50, а возраст – более чем в 80 раз больше. Это может указывать на то, что новые малые парки могут быть перспективными территориями для сохранения разнообразия сообществ птиц наравне со старыми крупными. Значения индекса Сёренсена указывают на сравнительно высокую обособленность сообществ птиц в течение всего года. Сходство сообществ незначительно повышается в гнездовой и понижается в негнездовой сезоны независимо от минимального расстояния между парками.

Ключевые слова: авифауна, птицы Москвы, парки Москвы, разнообразие и сходство авифауны, сезонная динамика, биоразнообразие, сходство сообществ, индекс Маргалефа, индекс Шеннона, индекс Пielу и индекс Симпсона.

Для цитирования: Василевская А.А. Анализ показателей разнообразия и сходства сообществ птиц в 2018-2022 гг. в парках города Москвы // Тимирязевский биологический журнал. – 2023. – № 3. – С. 59-70. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-3-59-70>

© Василевская А.А., 2023

ZOOLOGY, HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

Original article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-3-59-70>



Analysis of Diversity and Similarity Indexes of Bird Communities in Moscow Parks in 2018-2022

Alexandra A. Vasilevskaya

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Corresponding author: Александра Алексеевна Василевская; AlexVas13b@yandex.ru

Abstract. The article analyses diversity and similarity indexes of bird communities in seven parks of Moscow in 2018-2022 – Zaryadye Park, Petrovsky Park, Neskuchny Garden, Vorobyovy Gory Nature Reserve, Forest Experimental Dacha (Timiryazevsky Park), Sokolniki Park of Culture and Recreation, Tsaritsyno Nature and Historical Park. The results reveal that both small parks (up to 100 ha) and large parks show similar dynamics of basic diversity indexes: Margalef index, Shannon index, Pielou index and Simpson index. The values of the last two indexes vary insignificantly during the year, while the first two fluctuate noticeably. Species richness and community diversity usually increase in the breeding season and decrease in non-breeding season. Some small parks can be comparable to the large ones in terms of averaged indexes: averaged values of the Margalef index, Shannon index, Pielou index and Simpson index in the new Zaryadye Park ($Dmf = 4.78 \pm 0.51$; $H = 2.25 \pm 0.14$; $E = 0.74 \pm 0.03$; $D = 0.17 \pm 0.03$) are very close to those of Sokolniki Park ($Dmf = 5.35 \pm 0.62$; $H = 2.38 \pm 0.16$; $E = 0.7 \pm 0.03$).

$D = 0.15 \pm 0.02$), which is 50 times larger in area and 80 times older. This fact may indicate that new small parks, together with old large parks, can be promising areas for the conservation of bird community diversity. The Sørensen index values indicate relatively high isolation of bird communities throughout the year. The similarity of bird communities increases in the breeding season and decreases in non-breeding season, regardless of the minimum distance between the parks.

Key words: avifauna, Moscow birds, Moscow parks, diversity and similarity of avifauna, seasonal dynamics, biodiversity, community similarity, Margalef index, Shannon index, Pielou index, Simpson index.

For citation: Vasilevskaya A.A. Analysis of Diversity and Similarity Indexes of Bird Communities in Moscow Parks in 2018-2022. Timiryazev Biological Journal. 2023;3:59-70. (In Rus.) <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2023-3-59-70>

Введение

Стандартные показатели обилия, разнообразия и выравненности сообществ птиц могут указывать на возможные причины сходства и различий между авифаунами разных территорий. Это особенно актуально для городских парков, сообщества птиц в которых могут сильно зависеть от качества местообитаний и быстрых изменений в них. Особый интерес представляет анализ сезонной динамики этих показателей, которая может указывать на то, насколько благоприятны условия той или иной территории в разное время года – например, насколько хорошо представлены кормовые ресурсы и гнездовые угодья в тот или иной сезон: первое представляется наиболее значимым фактором в негнездовой, второе – в гнездовой периоды.

Представляет интерес также анализ показателей сходства сообществ птиц в городских парках, расположенных на различном расстоянии друг от друга. Между ближайшими парками может происходить постоянный обмен видами и отдельными особями птиц. С другой стороны, даже в смежных парках могут образовываться и относительно изолированные сообщества, состав и структура которых определяют те или иные условия конкретных местообитаний – например, их площадь, возраст, свойства зеленых насаждений и т.п.

Цель исследований – анализ показателей разнообразия и сходства сообществ птиц в парках г. Москвы в 2018-2022 гг.

Методика исследований

В 7 парках г. Москвы (рис. 1), расположенных в пределах Московской кольцевой автодороги (МКАД): в парке «Зарядье» (площадь – 10 га), Петровском парке (22 га), в парке «Нескучный сад» (59,3 га), природном заказнике «Воробьевы горы» (137,5 га), на территории Лесной опытной дачи (ЛЮД, 250 га), в парке культуры и отдыха (ПКиО) «Сокольники» (516 га) и в природно-историческом парке «Царицыно» (1316 га), – в 2018-2022 гг. ежемесячно проводили учет по методу Ю.С. Равкина [1]. Территории площадью до 100 га условно считали малыми парками, территории более 100 га – крупными.



Рис. 1. Расположение исследуемых парков в г. Москве

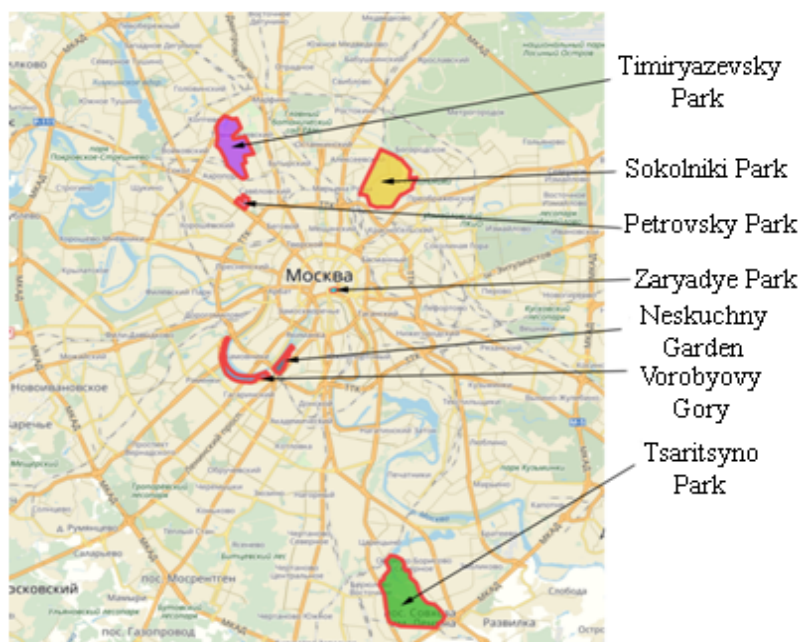


Fig. 1. Location of the studied parks in Moscow

Исходя из полученных на учетах данных, вычисляли следующие стандартные индексы видового богатства, разнообразия и выравнинности сообществ птиц [2].

1. Индекс видового богатства Маргалефа – по формуле 1:

$$D_{mf} = \frac{s-1}{\ln N}, \quad (1)$$

где s – число видов; N – число зарегистрированных особей.

2. Индекс Шеннона (формула 2):

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \ln p_i, \quad (2)$$

где $p_i = \frac{n_i}{N}$ – доля вида в биотопе; n_i – число зарегистрированных экземпляров каждого вида; N – сумма числа всех отмеченных особей.

3. Индекс выравнинности Пielу (формула 3):

$$E = \frac{H}{\ln S}, \quad (3)$$

где H – индекс Шеннона; S – число видов в сообществе.

4. Индекс доминирования Симпсона (формула 4):

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{n_i(n_i-1)}{N(N-1)}, \quad (4)$$

где n_i – число зарегистрированных экземпляров каждого вида; N – сумма числа всех отмеченных особей.

Для попарного сравнения авифаун всех парков рассчитывали индекс Сёренсена по формуле 5:

$$I_s = \frac{2a}{(b+c)}, \quad (5)$$

где a – число видов, общих для двух территорий; b и c – общее число видов на каждой из двух территорий.

Результаты и их обсуждение

Между годами не выявлены значимые различия у всех анализируемых показателей, что позволяет рассматривать усредненные значения (табл. 1).

Обнаружена сильная положительная корреляция между усредненным значением индекса Маргалефа и площадью парка ($r = 0,85$, $p < 0,05$). Другие показатели от площади парков практически не зависят (рис. 2).

В крупных парках выше емкость местообитаний, а также больше площадь самих местообитаний, что создает условия для заселения таких территорий большим числом видов птиц. Кроме того, у отдельных видов на крупных территориях могут образовываться массовые скопления: например, у водоплавающих в зимнее время – на незамерзающих участках водоемов. Все это способствует закономерному росту видового богатства с увеличением площади территории. Кроме того, на видовое богатство и численность видов может влиять возраст территории: в частности, зрелый и старый древостой создает большое количество экологических ниш для кроногнезdnиков и дуплогнезdnиков. В то же время один из самых высоких усредненных показателей видового богатства индекс Маргалефа, равный $4,78 \pm 0,51$, был получен для самого маленького и молодого исследуемого парка – «Зарядье». Стоит, однако, отметить, что большую часть видов на этой территории составили те, что встретились единично. В настоящее время парк «Зарядье» играет роль скорее временного, чем постоянного, местообитания для большинства зарегистрированных видов птиц.

Таблица 1

Усредненные показатели видового богатства, разнообразия и выравненности сообществ птиц

Показатель: Dmf – индекс Маргалефа; H – индекс Шеннона; E – индекс Пielу; D – индекс Симпсона	«Зарядье»	Петровский парк	«Нескучный сад»	«Воробьевы горы»	ЛОД	«Сокольники»	«Царицыно»
Dmf	$4,78 \pm 0,51$	$3,08 \pm 0,33$	$3,46 \pm 0,42$	$4,23 \pm 0,5$	$5,55 \pm 0,61$	$5,35 \pm 0,62$	$6,98 \pm 0,62$
H	$2,25 \pm 0,14$	$1,76 \pm 0,06$	$1,91 \pm 0,11$	$2,24 \pm 0,16$	$2,27 \pm 0,19$	$2,38 \pm 0,16$	$2,26 \pm 0,18$
E	$0,74 \pm 0,03$	$0,64 \pm 0,03$	$0,64 \pm 0,04$	$0,72 \pm 0,03$	$0,65 \pm 0,04$	$0,7 \pm 0,03$	$0,59 \pm 0,04$
D	$0,17 \pm 0,03$	$0,28 \pm 0,03$	$0,25 \pm 0,04$	$0,17 \pm 0,03$	$0,2 \pm 0,04$	$0,15 \pm 0,02$	$0,22 \pm 0,04$

Table 1

Averaged indexes of species richness diversity and evenness of bird communities

Index (Dmf – Margalef index. H – Shannon index. E – Pielou index. D – Simpson index)	Zaryadye Park	Petrovsky Park	Neskuchny Garden	Vorobyovy Gory	Timiryazevsky Park	Sokolniki	Tsaritsyno
Dmf	4.78 ± 0.51	3.08 ± 0.33	3.46 ± 0.42	4.23 ± 0.5	5.55 ± 0.61	5.35 ± 0.62	6.98 ± 0.62
H	2.25 ± 0.14	1.76 ± 0.06	1.91 ± 0.11	2.24 ± 0.16	2.27 ± 0.19	2.38 ± 0.16	2.26 ± 0.18
E	0.74 ± 0.03	0.64 ± 0.03	0.64 ± 0.04	0.72 ± 0.03	0.65 ± 0.04	0.7 ± 0.03	0.59 ± 0.04
D	0.17 ± 0.03	0.28 ± 0.03	0.25 ± 0.04	0.17 ± 0.03	0.2 ± 0.04	0.15 ± 0.02	0.22 ± 0.04

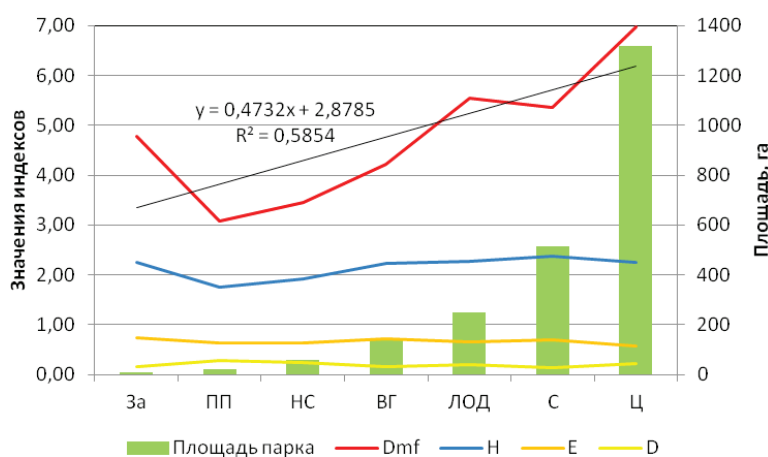


Рис. 2. Зависимость усредненных значений индексов Маргалефа, Шеннона, Пielу и Симпсона от площади исследуемых парков

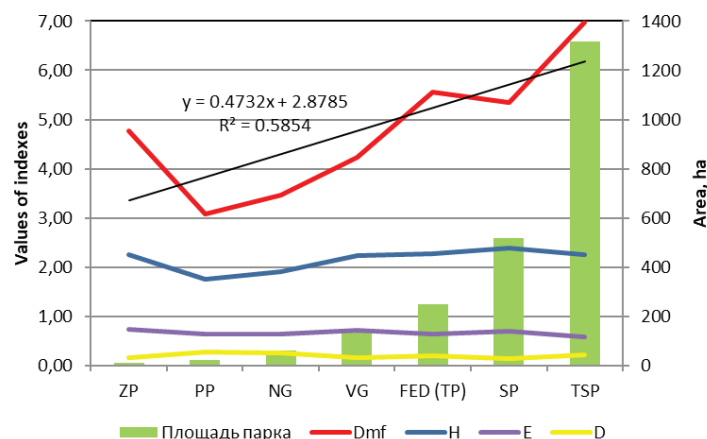


Fig. 2. Dependence of averaged values of Margalef, Shannon, Pielou and Simpson indexes on the area of the studied parks

Индекс Шеннона, значения которого в наибольшей степени зависимы от присутствия и обилия малочисленных видов, выше всего в парке «Сокольники» – где, тем не менее, меньше всего единично встречающихся (7,7%) и отмечено сравнительно немного охраняемых (занесенных в Красную книгу Москвы [4]) видов – 15. Для этой же территории получены самые низкие усредненные значения индекса Симпсона, что указывает на слабовыраженное доминирование массовых и многочисленных видов.

Вообще в «Сокольниках» сообщество птиц является наиболее сбалансированным по всем показателям, в то время как в крупных парках, сравнимых с ПкиО «Сокольники» по площади и возрасту насаждений, а именно на территории ЛОД и в парке «Царицыно» больше видовое богатство, но ниже выравненность сообществ.

С одной стороны, низкая выравненность и ярко выраженное доминирование массовых и многочисленных видов на территории ЛОД и в «Царицыно» могут быть следствием скоплений водоплавающих птиц на незамерзающих участках водоемов, что не наблюдается в «Сокольниках». С другой стороны, в «Сокольниках» в зимние месяцы отмечаются массовые скопления других видов – в частности, чечетки *A. flammea* и полевого воробья *P. montanus*. Скорее всего сбалансированность сообщества птиц в «Сокольниках» объясняется другими причинами. Возможно, плавный переход между окультуренной южной частью парка и слабоизмененной северной, которая к тому же граничит с национальным парком «Лосиный остров», способствует проявлению своеобразного «опушечного эффекта» в масштабах всей территории. В сравнении с другими парками: как с относительно однородными лесными массивами (ЛОД, «Воробьевы горы»), так и с типичными городскими парками (Петровский парк, «Нескучный сад»), а также территориями с множеством обособленных ландшафтов («Царицыно»), – всю территорию «Сокольников» можно считать опушкой. Вероятно, примерно такой же опушкой можно считать территорию парка «Зарядье», в котором плавность перехода между различными ландшафтами обеспечена крайне малой площадью парка. Это предположение может объяснить высокое сходство показателей видового богатства, разнообразия и выравненности сообществ птиц между парками «Зарядье» и «Сокольники», различающимися более чем в 50 раз по площади и более чем в 80 раз – по возрасту, если вести отсчет от первых документальных упоминаний Сокольниковской рощи.

В парке «Зарядье» отмечено самое высокое усредненное значение индекса Пielу (0,74). Можно предположить, что на малой территории количество отмеченных особей, как самых многочисленных, так и средних по численности и малочисленных видов, сравнимо между собой на данном этапе развития авифауны парка. Весьма вероятно, что эта закономерность сохранится и в будущем, так как небольшая территория не позволит поддерживать обитание на ней большого числа особей.

Сезонная динамика анализируемых показателей является исходной между парками, но различается по степени колебаний самих значений. В наибольших пределах в течение года изменяются значения индексов Маргалефа и Шеннона, в то время как индекс Пielу и индекс Симпсона меняются слабо (табл. 2).

Наибольшее значение индексы Маргалефа и Шеннона принимают в гнездовой сезон, а именно в июне, когда в парках отмечается больше всего видов птиц: как прилетевших мигрантов, так и слетков из ранних выводков. Минимальное значение этих индексов отмечается в феврале, когда обычно истощаются запасы кормовых ресурсов в парках, что приводит к снижению их привлекательности как для оседлых, так и для кочующих видов.

Значения индекса Пielу чаще всего колеблются незначительно. Это позволяет предположить, что для всех исследуемых территорий характерны сформированные и достаточно постоянные сообщества птиц. Что касается значений индекса Симпсона, их повышение характерно обычно для двух временных отрезков: в зимнее время за счет скоплений водоплавающих в крупных парках с незамерзающими участками водоемов, в конце лета – за счет появления наибольшего числа молодых птиц.

Таблица 2

Сезонная динамика показателей видового богатства, разнообразия и выравненности сообществ птиц

«Зарядье»												
	январь	фев.	мар.	апр.	май	июн.	июл.	авг.	сентяб.	окт.	нояб.	декаб.
D _{мр} , M±m	3,05±0,15	2,45±0,19	5,12±0,15	6,21±0,36	5,97±0,12	5,64±0,19	5,51±0,3	4,58±0,31	6,23±0,34	5,68±0,52	3,35±0,1	3,49±0,09
H, M±m	1,96±0,18	1,68±0,15	2,44±0,1	2,85±0,15	2,7±0,13	2,3±0,12	2,18±0,15	1,92±0,12	2,51±0,11	2,46±0,27	2,03±0,15	1,95±0,08
E, M±m	0,74±0,07	0,73±0,06	0,78±0,03	0,86±0,04	0,83±0,05	0,7±0,05	0,66±0,05	0,61±0,03	0,73±0,03	0,75±0,07	0,75±0,07	0,72±0,03
D, M±m	0,19±0,08	0,25±0,07	0,11±0,04	0,07±0,03	0,08±0,04	0,17±0,05	0,21±0,07	0,25±0,04	0,14±0,03	0,12±0,06	0,17±0,07	0,2±0,03
Петровский парк												
D _{мр} , M±m	2,1±0,23	2,73±0,14	1,87±0,24	3,07±0,15	4,48±0,25	3,54±0,18	4±0,29	4,29±0,26	3,05±0,21	2,9±0,1	2,86±0,3	1,99±0,1
H, M±m	1,8±0,14	1,79±0,13	1,76±0,07	1,86±0,15	1,95±0,17	1,95±0,18	1,7±0,17	1,62±0,2	1,47±0,16	1,88±0,16	1,72±0,09	1,57±0,14
E, M±m	0,73±0,02	0,66±0,03	0,74±0,01	0,65±0,05	0,61±0,05	0,65±0,06	0,55±0,06	0,54±0,07	0,53±0,06	0,68±0,06	0,63±0,04	0,66±0,08
D, M±m	0,2±0,04	0,21±0,04	0,21±0,02	0,28±0,05	0,26±0,05	0,26±0,05	0,36±0,07	0,36±0,09	0,4±0,07	0,22±0,07	0,27±0,04	0,29±0,07
«Нескучный сад»												
D _{мр} , M±m	2,97±0,2	2,32±0,1	2,5±0,38	4,62±0,24	5,41±0,16	5,13±0,49	3,15±0,22	3,09±0,16	3,23±0,18	3,87±0,22	3,31±0,13	1,86±0,13
H, M±m	2,18±0,07	1,85±0,02	1,91±0,1	2,32±0,13	2,04±0,2	2,09±0,23	1,64±0,07	1,41±0,07	1,55±0,13	1,89±0,17	2,15±0,04	1,89±0,19
E, M±m	0,74±0,03	0,69±0,02	0,69±0,02	0,71±0,06	0,59±0,06	0,61±0,05	0,56±0,05	0,48±0,02	0,53±0,06	0,6±0,05	0,71±0,03	0,76±0,05
D, M±m	0,14±0,02	0,2±0,01	0,2±0,01	0,18±0,05	0,3±0,07	0,26±0,07	0,32±0,05	0,42±0,04	0,35±0,06	0,25±0,06	0,15±0,01	0,19±0,07
«Воробьевы горы»												
D _{мр} , M±m	3,83±0,17	2,29±0,02	3,78±0,27	6,01±0,25	6±0,2	5,73±0,1	4,75±0,19	4,62±0,19	4,91±0,22	2,92±0,09	3,32±0,07	2,53±0,04
H, M±m	1,79±0,05	1,78±0,05	1,96±0,2	2,87±0,04	2,86±0,05	2,8±0,06	2,34±0,13	2,24±0,03	2,16±0,05	2,08±0,02	2,05±0,07	1,9±0,09
E, M±m	0,58±0,03	0,72±0,05	0,63±0,06	0,81±0,01	0,81±0,01	0,8±0,03	0,72±0,04	0,71±0,04	0,66±0,02	0,74±0,02	0,7±0,03	0,71±0,03
D, M±m	0,23±0,03	0,22±0,02	0,22±0,06	0,08±0,01	0,08±0,01	0,09±0,01	0,15±0,03	0,15±0,02	0,17±0,02	0,17±0,01	0,19±0,05	0,19±0,02
Лесная опытная дача												
D _{мр} , M±m	4,08±0,18	3,76±0,27	4,47±0,31	7,58±0,3	7,27±0,15	7,39±0,27	7,22±0,43	6,48±0,42	6,06±0,16	4,8±0,48	3,55±0,15	3,94±0,22
H, M±m	1,57±0,18	1,7±0,16	2,12±0,17	2,74±0,21	3,07±0,04	2,84±0,14	2,71±0,16	2,3±0,22	2,39±0,11	2,19±0,18	1,79±0,05	1,78±0,13
E, M±m	0,48±0,07	0,54±0,07	0,65±0,04	0,71±0,05	0,8±0,02	0,75±0,04	0,72±0,03	0,64±0,06	0,68±0,03	0,65±0,04	0,58±0,08	0,55±0,05
D, M±m	0,38±0,05	0,29±0,11	0,18±0,26	0,1±0,02	0,07±0,02	0,1±0,04	0,12±0,02	0,16±0,16	0,16±0,35	0,17±0,09	0,29±0,29	0,31±0,09
«Сокольники»												
D _{мр} , M±m	4,01±0,23	4,07±0,36	3,92±0,36	6,63±0,57	7,94±0,31	6,91±0,2	6,38±0,21	6,43±0,21	6,7±0,25	4,51±0,13	3,55±0,22	3,13±0,21
H, M±m	2,17±0,06	1,91±0,12	1,88±0,1	2,84±0,15	3,04±0,08	2,85±0,11	2,62±0,09	2,51±0,09	2,59±0,04	2,18±0,12	2,13±0,13	1,83±0,2
E, M±m	0,68±0,03	0,6±0,02	0,6±0,01	0,77±0,02	0,78±0,02	0,77±0,03	0,73±0,04	0,7±0,02	0,71±0,01	0,67±0,03	0,69±0,04	0,63±0,05
D, M±m	0,15±0,02	0,21±0,03	0,22±0,03	0,09±0,02	0,07±0,01	0,09±0,02	0,12±0,03	0,13±0,02	0,12±0,01	0,17±0,03	0,16±0,03	0,22±0,05
«Царицыно»												
D _{мр} , M±m	5,27±0,32	4,64±0,25	5,68±0,33	7,83±0,41	9,24±0,44	9,85±0,32	8,65±0,25	7,18±0,38	6,46±0,51	6,59±0,49	5,69±0,3	6,62±0,21
H, M±m	1,66±0,1	1,74±0,1	2,18±0,12	2,73±0,14	2,88±0,09	3,01±0,06	2,52±0,14	2,21±0,08	2,09±0,05	2,4±0,13	1,92±0,1	1,74±0,17
E, M±m	0,45±0,04	0,49±0,04	0,6±0,03	0,7±0,05	0,7±0,01	0,72±0,02	0,62±0,05	0,57±0,03	0,55±0,05	0,63±0,02	0,52±0,05	0,45±0,05
D, M±m	0,38±0,05	0,33±0,04	0,21±0,04	0,1±0,03	0,1±0,02	0,09±0,01	0,14±0,03	0,18±0,03	0,24±0,02	0,16±0,03	0,28±0,04	0,36±0,07

Table 2

Seasonal dynamics of species richness, diversity and evenness indexes in bird communities

Zaryadye Park												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
D _{mf} M±m	3.05±0.15	2.45±0.19	5.12±0.15	6.21±0.36	5.97±0.12	5.64±0.19	5.51±0.3	4.58±0.31	6.23±0.34	5.68±0.52	3.35±0.1	3.49±0.09
H. M±m	1.96±0.18	1.68±0.15	2.44±0.1	2.85±0.15	2.7±0.13	2.3±0.12	2.18±0.15	1.92±0.12	2.51±0.11	2.46±0.27	2.03±0.15	1.95±0.08
E. M±m	0.74±0.07	0.73±0.06	0.78±0.03	0.86±0.04	0.83±0.05	0.7±0.05	0.66±0.05	0.61±0.03	0.73±0.03	0.75±0.07	0.75±0.07	0.72±0.03
D. M±m	0.19±0.08	0.25±0.07	0.11±0.04	0.07±0.03	0.08±0.04	0.17±0.05	0.21±0.07	0.25±0.04	0.14±0.03	0.12±0.06	0.17±0.07	0.2±0.03
Petrovsky Park												
D _{mf} M±m	2.1±0.23	2.73±0.14	1.87±0.24	3.07±0.15	4.48±0.25	3.54±0.18	4±0.29	4.29±0.26	3.05±0.21	2.9±0.1	2.86±0.3	1.99±0.1
H. M±m	1.8±0.14	1.79±0.13	1.76±0.07	1.86±0.15	1.95±0.17	1.95±0.18	1.7±0.17	1.62±0.2	1.47±0.16	1.88±0.16	1.72±0.09	1.57±0.14
E. M±m	0.73±0.02	0.66±0.03	0.74±0.01	0.65±0.05	0.61±0.05	0.65±0.06	0.55±0.06	0.54±0.07	0.53±0.06	0.68±0.06	0.63±0.04	0.66±0.08
D. M±m	0.2±0.04	0.21±0.04	0.21±0.02	0.28±0.05	0.26±0.05	0.26±0.05	0.36±0.07	0.36±0.09	0.4±0.07	0.22±0.07	0.27±0.04	0.29±0.07
Neskuchny Garden												
D _{mf} M±m	2.97±0.2	2.32±0.1	2.5±0.38	4.62±0.24	5.41±0.16	5.13±0.49	3.15±0.22	3.09±0.16	3.23±0.18	3.87±0.22	3.31±0.13	1.86±0.13
H. M±m	2.18±0.07	1.85±0.02	1.91±0.1	2.32±0.13	2.04±0.2	2.09±0.23	1.64±0.07	1.41±0.07	1.55±0.13	1.89±0.17	2.15±0.04	1.89±0.19
E. M±m	0.74±0.03	0.69±0.02	0.69±0.02	0.71±0.06	0.59±0.06	0.61±0.05	0.56±0.05	0.48±0.02	0.53±0.06	0.6±0.05	0.71±0.03	0.76±0.05
D. M±m	0.14±0.02	0.2±0.01	0.2±0.01	0.18±0.05	0.3±0.07	0.26±0.07	0.32±0.05	0.42±0.04	0.35±0.06	0.25±0.06	0.15±0.01	0.19±0.07
Vorobyovy Gory												
D _{mf} M±m	3.83±0.17	2.29±0.02	3.78±0.27	6.01±0.25	6±0.2	5.73±0.1	4.75±0.19	4.62±0.19	4.91±0.22	2.92±0.09	3.32±0.07	2.53±0.04
H. M±m	1.79±0.05	1.78±0.05	1.96±0.2	2.87±0.04	2.86±0.05	2.8±0.06	2.34±0.13	2.24±0.03	2.16±0.05	2.08±0.02	2.05±0.07	1.9±0.09
E. M±m	0.58±0.03	0.72±0.05	0.63±0.06	0.81±0.01	0.81±0.01	0.8±0.03	0.72±0.04	0.71±0.04	0.66±0.02	0.74±0.02	0.7±0.03	0.71±0.03
D. M±m	0.23±0.03	0.22±0.02	0.22±0.06	0.08±0.01	0.08±0.01	0.09±0.01	0.15±0.03	0.15±0.02	0.17±0.02	0.17±0.01	0.19±0.05	0.19±0.02
Timiryazevsky Park												
D _{mf} M±m	4.08±0.18	3.76±0.27	4.47±0.31	7.58±0.3	7.27±0.15	7.39±0.27	7.22±0.43	6.48±0.42	6.06±0.16	4.8±0.48	3.55±0.15	3.94±0.22
H. M±m	1.57±0.18	1.7±0.16	2.12±0.17	2.74±0.21	3.07±0.04	2.84±0.14	2.71±0.16	2.3±0.22	2.39±0.11	2.19±0.18	1.79±0.05	1.78±0.13
E. M±m	0.48±0.07	0.54±0.07	0.65±0.04	0.71±0.05	0.8±0.02	0.75±0.04	0.72±0.03	0.64±0.06	0.68±0.03	0.65±0.04	0.58±0.08	0.55±0.05
D. M±m	0.38±0.05	0.29±0.11	0.18±0.26	0.1±0.02	0.07±0.02	0.1±0.04	0.12±0.02	0.16±0.16	0.16±0.35	0.17±0.09	0.29±0.29	0.31±0.09
Sokolniki Park												
Dmf. M±m	4.01±0.23	4.07±0.36	3.92±0.36	6.63±0.57	7.94±0.31	6.91±0.2	6.38±0.21	6.43±0.21	6.7±0.25	4.51±0.13	3.55±0.22	3.13±0.21
H. M±m	2.17±0.06	1.91±0.12	1.88±0.1	2.84±0.15	3.04±0.08	2.85±0.11	2.62±0.09	2.51±0.09	2.59±0.04	2.18±0.12	2.13±0.13	1.83±0.2
E. M±m	0.68±0.03	0.6±0.02	0.6±0.01	0.77±0.02	0.78±0.02	0.77±0.03	0.73±0.04	0.7±0.02	0.71±0.01	0.67±0.03	0.69±0.04	0.63±0.05
D. M±m	0.15±0.02	0.21±0.03	0.22±0.03	0.09±0.02	0.07±0.01	0.09±0.02	0.12±0.03	0.13±0.02	0.12±0.01	0.17±0.03	0.16±0.03	0.22±0.05
Tsaritsyno Park												
Dmf. M±m	5.27±0.32	4.64±0.25	5.68±0.33	7.83±0.41	9.24±0.44	9.85±0.32	8.65±0.25	7.18±0.38	6.46±0.51	6.59±0.49	5.69±0.3	6.62±0.21
H. M±m	1.66±0.1	1.74±0.1	2.18±0.12	2.73±0.14	2.88±0.09	3.01±0.06	2.52±0.14	2.21±0.08	2.09±0.05	2.4±0.13	1.92±0.1	1.74±0.17
E. M±m	0.45±0.04	0.49±0.04	0.6±0.03	0.7±0.05	0.7±0.01	0.72±0.02	0.62±0.05	0.57±0.03	0.55±0.05	0.63±0.02	0.52±0.05	0.45±0.05
D. M±m	0.38±0.05	0.33±0.04	0.21±0.04	0.1±0.03	0.1±0.02	0.09±0.01	0.14±0.03	0.18±0.03	0.24±0.02	0.16±0.03	0.28±0.04	0.36±0.07

По всем показателям самыми богатыми, разнообразными и выравненными в течение всего года представляются сообщества птиц в парке «Сокольники», на территории ЛОД и в «Царицыно», наименее богатыми, разнообразными и выравненными – сообщества птиц в Петровском парке и в «Нескучном саду». Следует еще раз отметить, что показатели видового богатства, разнообразия и выравненности сообществ птиц у самого маленького и молодого парка – «Зарядье» – сравнимы с таковыми в более крупных и старых парках. Можно заключить, что «Зарядье» и подобные этой территории малые парки могут быть перспективными территориями для сохранения разнообразия птиц и других животных Москвы.

Анализ сходства сообществ птиц на основании значений индекса Сёренсена показывает, что всем исследуемым территориям свойственны сравнительно обособленные сообщества птиц (табл. 3).

Таблица 3

Усредненные показатели сходства сообществ птиц

Парки	I, M±m	Расстояние между ближайшими точками парков, км
«Зарядье»-«Петровский»	0,6±0,04	6,1
«Зарядье»-«Нескучный сад»	0,62±0,03	3,5
«Зарядье»-«Воробьёвы горы»	0,56±0,03	5,4
«Зарядье»-Лесная опытная дача	0,51±0,03	7,4
«Зарядье»-«Сокольники»	0,54±0,03	4,8
«Зарядье»-«Царицыно»	0,48±0,03	14,5
«Петровский»-«Нескучный сад»	0,72±0,03	7,8
«Петровский»-«Воробьёвы горы»	0,65±0,03	8,9
«Петровский»-Лесная опытная дача	0,58±0,02	0,9
«Петровский»-«Сокольники»	0,65±0,02	5,8
«Петровский»-«Царицыно»	0,49±0,02	20,3
«Нескучный сад»-«Воробьёвы горы»	0,76±0,02	0,4
«Нескучный сад»-Лесная опытная дача	0,65±0,03	10,4
«Нескучный сад»-«Сокольники»	0,67±0,03	8,7
«Нескучный сад»-«Царицыно»	0,57±0,03	11,5
«Воробьёвы горы»-Лесная опытная дача	0,7±0,02	10,5
«Воробьёвы горы»-«Сокольники»	0,71±0,03	10,5
«Воробьёвы горы»-«Царицыно»	0,62±0,03	11,5
Лесная опытная дача-«Сокольники»	0,8±0,02	6,0
Лесная опытная дача-«Царицыно»	0,74±0,02	22,0
«Сокольники»-«Царицыно»	0,72±0,02	19,0

Table 3

Average similarity indexes of bird communities

Parks	I, M±m	Minimal distance between parks. km
Zaryadye Park – Petrovsky Park	0.6±0.04	6.1
Zaryadye Park – Neskuchny Garden	0.62±0.03	3.5
Zaryadye Park – Vorobyovy Gory	0.56±0.03	5.4
Zaryadye Park – Timiryazevsky Park	0.51±0.03	7.4
Zaryadye Park – Sokolniki Park	0.54±0.03	4.8
Zaryadye Park – Tsaritsyno Park	0.48±0.03	14.5
Petrovsky Park – Neskuchny Garden	0.72±0.03	7.8
Petrovsky Park – Vorobyovy Gory	0.65±0.03	8.9
Petrovsky Park – Timiryazevsky Park	0.58±0.02	0.9
Petrovsky Park – Sokolniki Park	0.65±0.02	5.8
Petrovsky Park – Tsaritsyno Park	0.49±0.02	20.3
Neskuchny Garden – Vorobyovy Gory	0.76±0.02	0.4
Neskuchny Garden – Timiryazevsky Park	0.65±0.03	10.4
Neskuchny Garden – Sokolniki Park	0.67±0.03	8.7
Neskuchny Garden – Tsaritsyno Park	0.57±0.03	11.5
Vorobyovy Gory – Timiryazevsky Park	0.7±0.02	10.5
Vorobyovy Gory – Sokolniki Park	0.71±0.03	10.5
Vorobyovy Gory – Tsaritsyno Park	0.62±0.03	11.5
Timiryazevsky Park – Sokolniki Park	0.8±0.02	6.0
Timiryazevsky Park – Tsaritsyno Park	0.74±0.02	22.0
Sokolniki Park – Tsaritsyno Park	0.72±0.02	19.0

Усредненные значения индекса Сёренсена указывают на сравнительно высокую степень обособленности сообществ птиц в малых и крупных парках. Сообщества птиц крупных парков: «Воробьёвых гор», ЛОД, «Сокольников» и «Царицыно» – наиболее сходны между собой несмотря на значительные различия в видовом составе. При этом сходство сообществ в малых парках («Зарядье», «Нескучный сад», Петровский парк) ниже, несмотря на примерно одинаковый набор обычных видов, которые встречаются практически во всех парках, что можно связать с более выраженными колебаниями сходства сообществ птиц в течение года в малых парках (табл. 4). Самые низкие значения индекса Сёренсена получены, тем не менее, при сравнении сообществ птиц малых и крупных парков: в частности, для Петровского парка

и «Царицыно», «Зарядье» и «Царицыно», «Зарядье» и ЛОД. Это можно объяснить, с одной стороны, тем, что в малых парках обычно невелико и число видов, с другой стороны – тем, что сообщества птиц в них более обособлены, чем в крупных парках. Это справедливо прежде всего для парка «Зарядье», где отмечались виды, которые не встречались больше нигде, а также происходили встречи некоторых более обычных видов в то время, когда они не встречались на других территориях.

Несмотря на то, что самое высокое значение индекса Сёренсена было получено, в том числе, для самых близких друг к другу парков («Нескучного сада» и заказника «Воробьёвы горы»), усредненные значения этого индекса не коррелируют с расстоянием между ближайшими точками парков – как в течение всего года, так и в отдельно взятые месяцы.

Сходство сообществ птиц, как правило, выше в гнездовой, чем в негнездовой периоды. Это можно объяснить тем, что в негнездовой период чаще происходят единичные встречи пролетных и кочующих видов, а также меньше число регистрируемых видов в целом.

Уже описанные закономерности распределения сходства сообществ птиц являются справедливыми не только для усредненных значений индекса Сёренсена, но и для значений этого индекса в разные месяцы.

Таблица 4

Сезонная динамика сходства сообществ птиц

Парки	I _s											
	январь	фев.	мар.	апр.	май	июн.	июл.	авг.	сен.	окт.	ноя.	дек.
«Зарядье»-«Петровский»	0,45	0,61	0,59	0,78	0,70	0,50	0,77	0,52	0,55	0,64	0,53	0,50
«Зарядье»-«Нескучный сад»	0,48	0,61	0,69	0,72	0,68	0,63	0,68	0,55	0,51	0,65	0,57	0,56
«Зарядье»-«Воробьёвы горы»	0,38	0,40	0,67	0,62	0,61	0,48	0,67	0,58	0,55	0,62	0,55	0,50
«Зарядье»-Лесная опытная дача	0,32	0,38	0,59	0,60	0,54	0,48	0,54	0,52	0,57	0,62	0,44	0,46
«Зарядье»-«Сокольники»	0,40	0,38	0,56	0,60	0,59	0,56	0,66	0,53	0,62	0,63	0,50	0,44
«Зарядье»-«Царицыно»	0,36	0,37	0,55	0,53	0,51	0,47	0,49	0,55	0,58	0,58	0,36	0,35
«Петровский»-«Нескучный сад»	0,71	0,87	0,67	0,76	0,81	0,71	0,68	0,70	0,69	0,65	0,54	0,78
«Петровский»-«Воробьёвы горы»	0,65	0,67	0,53	0,64	0,73	0,70	0,63	0,62	0,60	0,79	0,51	0,62
«Петровский»-Лесная опытная дача	0,56	0,62	0,51	0,52	0,65	0,58	0,60	0,62	0,59	0,61	0,53	0,54
«Петровский»-«Сокольники»	0,65	0,62	0,59	0,59	0,67	0,66	0,72	0,67	0,57	0,62	0,68	0,67
«Петровский»-«Царицыно»	0,46	0,56	0,44	0,51	0,58	0,47	0,52	0,49	0,49	0,49	0,49	0,37
«Нескучный сад»-«Воробьёвы горы»	0,73	0,74	0,72	0,84	0,84	0,83	0,71	0,79	0,74	0,73	0,75	0,67
«Нескучный сад»-Лесная опытная дача	0,65	0,62	0,68	0,65	0,77	0,73	0,53	0,68	0,63	0,67	0,60	0,53
«Нескучный сад»-«Сокольники»	0,64	0,56	0,72	0,72	0,73	0,83	0,58	0,62	0,58	0,68	0,70	0,58
«Нескучный сад»-«Царицыно»	0,61	0,56	0,55	0,61	0,65	0,64	0,49	0,51	0,56	0,64	0,61	0,39
«Воробьёвы горы»-Лесная опытная дача	0,73	0,61	0,78	0,71	0,74	0,78	0,68	0,75	0,68	0,68	0,59	0,63
«Воробьёвы горы»-«Сокольники»	0,64	0,61	0,74	0,75	0,78	0,85	0,74	0,63	0,66	0,70	0,73	0,59
«Воробьёвы горы»-«Царицыно»	0,61	0,51	0,74	0,69	0,69	0,68	0,59	0,61	0,64	0,55	0,63	0,47
Лесная опытная дача-«Сокольники»	0,77	0,71	0,82	0,71	0,83	0,80	0,81	0,79	0,85	0,86	0,77	0,76
Лесная опытная дача-«Царицыно»	0,75	0,71	0,78	0,73	0,73	0,73	0,81	0,71	0,78	0,75	0,63	0,69
«Сокольники»-«Царицыно»	0,71	0,75	0,74	0,72	0,79	0,77	0,72	0,69	0,78	0,68	0,70	0,56

Table 4

Seasonal dynamics of similarity of bird communities

Парки	I _s											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Zaryadye Park – Petrovsky Park	0.45	0.61	0.59	0.78	0.70	0.50	0.77	0.52	0.55	0.64	0.53	0.50
Zaryadye Park – Neskuchny Garden	0.48	0.61	0.69	0.72	0.68	0.63	0.68	0.55	0.51	0.65	0.57	0.56
Zaryadye Park – Vorobyovy Gory	0.38	0.40	0.67	0.62	0.61	0.48	0.67	0.58	0.55	0.62	0.55	0.50
Zaryadye Park – Timiryazevsky Park	0.32	0.38	0.59	0.60	0.54	0.48	0.54	0.52	0.57	0.62	0.44	0.46
Zaryadye Park – Sokolniki Park	0.40	0.38	0.56	0.60	0.59	0.56	0.66	0.53	0.62	0.63	0.50	0.44
Zaryadye Park – Tsaritsyno Park	0.36	0.37	0.55	0.53	0.51	0.47	0.49	0.55	0.58	0.58	0.36	0.35
Petrovsky Park – Neskuchny Garden	0.71	0.87	0.67	0.76	0.81	0.71	0.68	0.70	0.69	0.65	0.54	0.78
Petrovsky Park – Vorobyovy Gory	0.65	0.67	0.53	0.64	0.73	0.70	0.63	0.62	0.60	0.79	0.51	0.62
Petrovsky Park – Timiryazevsky Park	0.56	0.62	0.51	0.52	0.65	0.58	0.60	0.62	0.59	0.61	0.53	0.54
Petrovsky Park – Sokolniki Park	0.65	0.62	0.59	0.59	0.67	0.66	0.72	0.67	0.57	0.62	0.68	0.67
Petrovsky Park – Tsaritsyno Park	0.46	0.56	0.44	0.51	0.58	0.47	0.52	0.49	0.49	0.49	0.49	0.37
Neskuchny Garden – Vorobyovy Gory	0.73	0.74	0.72	0.84	0.84	0.83	0.71	0.79	0.74	0.73	0.75	0.67
Neskuchny Garden – Timiryazevsky Park	0.65	0.62	0.68	0.65	0.77	0.73	0.53	0.68	0.63	0.67	0.60	0.53
Neskuchny Garden – Sokolniki Park	0.64	0.56	0.72	0.72	0.73	0.83	0.58	0.62	0.58	0.68	0.70	0.58
Neskuchny Garden – Tsaritsyno Park	0.61	0.56	0.55	0.61	0.65	0.64	0.49	0.51	0.56	0.64	0.61	0.39
Vorobyovy Gory – Timiryazevsky Park	0.73	0.61	0.78	0.71	0.74	0.78	0.68	0.75	0.68	0.68	0.59	0.63
Vorobyovy Gory – Sokolniki Park	0.64	0.61	0.74	0.75	0.78	0.85	0.74	0.63	0.66	0.70	0.73	0.59
Vorobyovy Gory – Tsaritsyno Park	0.61	0.51	0.74	0.69	0.69	0.68	0.59	0.61	0.64	0.55	0.63	0.47
Timiryazevsky Park – Sokolniki Park	0.77	0.71	0.82	0.71	0.83	0.80	0.81	0.79	0.85	0.86	0.77	0.76
Timiryazevsky Park – Tsaritsyno Park	0.75	0.71	0.78	0.73	0.73	0.73	0.81	0.71	0.78	0.75	0.63	0.69
Sokolniki Park – Tsaritsyno Park	0.71	0.75	0.74	0.72	0.79	0.77	0.72	0.69	0.78	0.68	0.70	0.56

Выводы

Показано, что как в крупных, так и в малых исследованных парках сформированы достаточно обособленные и постоянные сообщества птиц. В крупных парках, как правило, они богаче, разнообразнее и более выравнены, чем в малых, за счет более высокой емкости местообитаний и большей площади самих местообитаний. В наибольших пределах как между различными территориями, так и внутри каждого отдельно взятого парка колеблются показатели видового богатства (индекс Маргалефа) и разнообразия (индекс Шеннона) сообществ, что связано с обычными изменениями видового состава и числа регистрируемых особей в течение года.

В гнездовой период видовое богатство и разнообразие сообществ чаще всего возрастают, в негнездовой – снижаются. Показатели же выравненности и доминирования в сообществе (индекс Пиелу и индекс Симпсона) колеблются в незначительных пределах, что указывает на сформированность сообществ птиц в исследуемых парках. Это справедливо как для старых территорий, так и для нового парка «Зарядье», авифауна которого обрела постоянный облик уже в первые годы его существования. Кроме

того, по усредненным показателям сообществ птиц парк «Зарядье» оказался сравнимым с гораздо более крупными и старыми территориями – в частности, с «Сокольниками». Вероятно, это сходство можно объяснить своеобразным «опушечным эффектом» в масштабах целых парков, а не отдельных их частей.

Сходство самих сообществ птиц в среднем составляет 50-70%. Оно выше между крупными парками, чем между малыми или между крупными и малыми, несмотря на то, что на крупных территориях сильнее различается видовой состав птиц, в то время как в малых наблюдается примерно одинаковый набор обычных видов. При этом стоит отметить, что именно в некоторых малых парках – таких, как «Зарядье», иногда отмечаются виды, которые не встречались за время исследований больше нигде, что и отражается на общей картине.

Можно сделать вывод о том, что озелененные зоны г. Москвы являются благоприятными территориями для формирования обособленных, разнообразных и выравненных сообществ птиц. И новые парки малой площади, и старые крупные парки могут способствовать повышению и сохранению разнообразия птиц и биоразнообразия мегаполиса в целом.

Список источников

1. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // В кн.: Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск, 1967:66-75.

2. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях: монография. М.: Наука, 1982:287.

3. Красная книга города Москвы: 3-е изд., перераб. и доп. / Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы; Комиссия по редким и находящимся под угрозой исчезновения в условиях города Москвы видам животных и растений. М.: ООО «ОСТ ПАК новые технологии», 2022:848.

Сведения об авторе

Александра Алексеевна Василевская, ассистент кафедры зоологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: AlexVas13b@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2194-2112>

Статья поступила в редакцию 14.09.2023
Одобрена после рецензирования 21.11.2023
Принята к публикации 30.11.2023

References

1. Ravkin Yu.S. On the methodology for counting birds in forest landscapes. In the book: The nature of foci of tick-borne encephalitis in Altai. Novosibirsk, 1967:66-75. (In Rus.)

2. Pesenko Yu.A. Principles and methods of quantitative analysis in faunal research: monograph. M.: Nauka, 1982:287. (In Rus.)

3. Red Book of the City of Moscow. 3rd ed., rev. and add. Department of Natural Resources and Environmental Protection of the City of Moscow; Commission on Rare and Endangered Species of Animals and Plants in Moscow. M.: ООО “OST PAK novye tekhnologii”, 2022:848. (In Rus.)

Information about the author

Alexandra A. Vasilevskaya, Assistant of the Department of Zoology, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127434, Russian Federation); E-mail: AlexVas13b@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2194-2112>

The article was submitted to the editorial office 14 Sep 2023
Approved after reviewing 21 Nov 2023
Accepted for publication 30 Nov 2023