

Оригинальная статья / Original article
УДК 574, 598.294
DOI: 10.18470/1992-1098-2022-2-28-36

Масштабы сезонных перемещений городской части популяции большой синицы на юго-востоке Западно-Сибирской равнины

Иван Г. Фролов

Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия
Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия

Контактное лицо.

Иван Г. Фролов, научный сотрудник, Институт систематики и экологии животных СО РАН;
630091 Россия, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 11.
Тел. +79538703617
Email frolov.igv@gmail.com
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7907-9166>

Формат цитирования

Фролов И.Г. Масштабы сезонных перемещений городской части популяции большой синицы на юго-востоке Западно-Сибирской равнины // Юг России: экология, развитие. 2022. Т.17, N 2. С. 28-36. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-2-28-36

Получена 1 ноября 2021 г.

Прошла рецензирование 16 марта 2022 г.

Принята 4 апреля 2022 г.

Резюме

Цель работы. Изучить зависимость плотности большой синицы в период гнездования в зависимости от удалённости от мест концентрации вида на зимовках при прочих равных условиях.

Материал и методы. Проведено 36 маршрутных учётов в 22 выделах, удалённых на расстояние до 95 км от мест скопления птиц на зимовке. Выделы расположены в одной погодно-климатической зоне. Учёты проведены в период зимовки (в январе) и период гнездования (с 16 апреля по 15 мая) в 2014-2018 годах. Для учёта влияния небольших населённых пунктов, где зимует меньшее, по сравнению с крупным городом, количество синиц, использовались данные о населении людей в радиусе 25 км от учётной площади.

Результаты. Большинство больших синиц предпочитает минимизировать расстояние от мест зимовок до мест гнездования. Наиболее предпочтительное расстояние перемещений составляет 10-20 км от крупного города, который является основным местом зимовки этого вида.

Выводы. Плотность большой синицы в период гнездования экспоненциально возрастает при близости мест зимовок. При удалении от мест зимовок более чем на 20 км плотность вида в период гнездования достоверно не меняется. Максимальная имманентная плотность в гнездовой период достигается в местах благоприятных зимовок вида, то есть в мегаполисе с агломерацией.

Ключевые слова

Большая синица, *Parus major*, гнездование, пространственное распределение, сезонные миграции, моделирование, ГИС.

The scale of seasonal migrations in the urban part of the Great Tit population in the southeast of the West Siberian plain

Ivan G. Frolov

Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia
Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

Principal contact

Ivan G. Frolov, Research assistant, Institute of Systematics and Ecology of Animals, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences; 11 Frunze St, Novosibirsk, Russia 930091.
Tel. +79538703617

Email frolov.ig@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7907-9166>

How to cite this article

Frolov I.G. The scale of seasonal migrations in the urban part of the Great Tit population in the southeast of the West Siberian plain. *South of Russia: ecology, development*. 2022, vol. 17, no. 2, pp. 28-36. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2022-2-28-36

Received 1 November 2021

Revised 16 March 2022

Accepted 4 April 2022

Abstract

Aim. This research aims to study the Great Tit breeding density, depending on the distance from preferred wintering sites with all other things being equal.

Material and Methods. 36 route counts were carried out in 22 locations ranging up to 95 km away from the preferred wintering sites. The data was collected in the same weather and climatic zone. The route counts were carried out in the wintering season (January) and in the breeding season (16 April – 15 May) in 2014-2018. To consider the influence of small settlements, where a smaller number of tits spends winter in comparison with a large city, sample sites were characterized by the population of people living within a radius of 25 km around the sample site.

Results. Most Great Tits prefer to minimise the distance from their wintering sites to their nesting sites. The most preferred distance of seasonal movement is 10-20 km from a large city, the main wintering place for this species.

Conclusions. The density of the Great Tit population during the nesting period increases exponentially with the proximity of wintering sites. When more than 20 km from wintering sites, the density of the species during the nesting period does not change reliably. The maximum immanent density during the nesting period is achieved in places of favourable wintering of the species, that is, in a metropolis with agglomeration.

Key Words

The Great Tit, *Parus major*, nesting, spatial distribution, seasonal migrations, modeling, GIS.

ВВЕДЕНИЕ

Регулярные зимовки большой синицы (*Parus major*) в городских условиях известны для многих городов [1; 2], при этом зимовка является наиболее критичным периодом в жизни этого вида [3]. В условиях Сибири это явление началось гораздо позже. В Новосибирске также наблюдается массовая зимовка большой синицы. В 1980-х плотность большой синицы, зимующей на территории жилой застройки Новосибирска, оценивалась в 409 и в 285 особей/км² [4; 5]. В 1999-2001 годах плотность большой синицы в многоэтажной жилой застройке превышало в отдельные половины месяца 1000 особей/км² [6]. В 2014 году в отдельные моменты зимнего периода плотность большой синицы на зимовке в городе и в лесопарковых зонах достигала 2000 особей/км² [7]. Преимущество городской группировки большой синицы состоит в том, что птицы в ней могут использовать антропогенные корма, доступные в большом количестве из-за соседства с человеком. Также, температурные условия и наличие мест ночёвок в городе предоставляют больше возможностей для большой синицы успешно перезимовать в городах по сравнению с частью популяции, зимующей в лесах. Подобная связь распределения больших синиц на гнездовании с климатическими условиями зимовки и доступности кормов в зимний период известна и для европейских городов [8].

Внутрисезонная динамика плотности вида свидетельствует о значительных пространственных перераспределениях вида: в осеннее время птицы прикочевывают в большой город, в течение зимы заметно несколько волн пополнения зимующей группировки [6], и в конце зимы подавляющая часть зимовавших птиц покидает город [9; 10]. Таким образом заметна важность крупных населенных пунктов для успешной зимовки значительной части популяции большой синицы. Птицы совершают ежегодные сезонные миграции весной в поисках подходящего места для гнездования и в осенне-зимний период в поисках корма и мест ночёвки в период зимовок. При этом птицы определяют дальность вынужденных сезонных миграций таким образом, чтобы успеть занять пригодные места для гнездования при минимальных затратах бюджета времени и энергии.

Известно, что взаиморасположение мест зимовок и гнездования оказывают существенное влияние на пространственную разнородность плотности вида [10]. Так для дальних мигрантов предложена концептуальная модель формирования гнездовой плотности видов в зависимости от основных групп факторов [11]. Расстояние мест гнездования от мест зимовок является одним из таких ключевых факторов. Для различных географических групп дальних мигрантов получены уравнения регрессии гнездовой плотности по данному фактору. Для ближних мигрантов каких-либо отчетливых представлений о таких территориальных связях не сформировано. Места зимовок ближних мигрантов не удалены на большие расстояния от районов гнездования и в значительной степени располагаются в пределах их гнездовых ареалов. Появившаяся возможность сравнительно легкой идентификации мест концентрации значительного количества зимующих птиц позволяет

для них оценить характер влияния данного географического фактора. Наравне с этим появляется возможность оценить дальность сезонных миграций этого вида и её изменчивость.

Всё сказанное свидетельствует о том, что птицы предпочитают минимизировать расстояние сезонных миграций из мест размножения в места зимовки. Иначе говоря, при прочих равных условиях особи, занявшие участки максимально близко к месту успешной зимовки при прочих равных по бюджету времени и энергии оказываются в более выгодном положении, чем те, которым приходится лететь с мест зимовок до мест гнездования дальше. В результате при удалении от мест массовой зимовки (крупный город в случае с большой синицей) плотность вида в гнездовой период экспоненциально уменьшается.

Для проверки гипотезы следует решить следующие задачи.

1. Оценить величину пространственных и межгодовых различий плотности большой синицы в гнездовой период.
2. В гнездовой период при прочих равных условиях выявить характер изменений плотности по градиенту расстояния от крупного города.
3. В гнездовой период при прочих равных условиях выявить расстояния, при которых проявляется связь плотности вида в гнездовой период с урбанизацией территории (которая является индикатором или маркером места для успешной зимовки).
4. Рассчитать уравнения регрессии, аппроксимирующие зависимость плотности в гнездовой период от расположения и емкости мест пригодных зимовок.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленных задач проведено 36 маршрутных учётов оценки плотности большой синицы на 22 учётных площадях. 32 маршрута были пройдены и в зимний период, и в весенней в один и тот же календарный год. Для оценки плотности видов использовалась методика маршрутного учёта птиц на постоянных учётных площадях без ограничения ширины трансекты по принципу Хайне [12] и с группами дальностей обнаружения [13]. Для птиц, отмеченных летящими, вносились поправки на среднюю скорость их перемещения [14]. Площади, на которых проводились учёты, были постоянными в течение всего времени работы. Размеры учётных площадей составляют от 1,5 км² до 6,0 км², форма площадей прямоугольная или близкая к прямоугольной. Внутри каждой площади был заложен криволинейный маршрут с постоянной геометрией [15]. Протяжённость одного маршрута составляла от 2,5 до 5 км. Даты учётов выбирались таким образом, чтобы между учётами по возможности был равный промежуток времени. За наименьшую единицу рассмотрения (пробу) принята средняя плотность вида на учётной площади в определённую половину месяца. Норма учёта – 10 км в месяц в каждом выделе. Учётные площади располагались в черте города Новосибирска и на удалении до 95 км от границы города. Крайние учётные площади удалены друг от друга на 150 км в долготном направлении и на 117 км – в широтном.

Для выявления влияния изучаемого фактора в выборке по возможности минимизированы различия всех остальных значимых групп факторов. Весь район находился в климатической зоне предпочтения вида. Продолжительность безморозного периода в г. Новосибирске и окрестностях составляет 124-142 дня [16], поэтому широтно-климатическими различиями можно пренебречь. Влияние различной степени соответствия условий среды экологическим потребностям вида нивелировалось тем, что для анализа использована имманентная плотность вида, то есть показатели плотности в пересчете не на всю учетную площадь, а только на те ее части, условия на которых соответствуют параметрам экологической ниши вида. По экспертным оценкам различиями в проявлении трофического фактора на разных учетных площадях можно пренебречь. Концепция имманентной плотности, принципы оценки значимых факторов (защитного, трофического) заимствована из литературы [10; 17].

По данным Н.А. Козлова [4], в гнездовое время большая синица заселяет преимущественно лиственные и смешанные насаждения. В глухих лесах она очень редка, и почти не встречается на расстоянии 10-15 км от населенного пункта. Излюбленные места обитания больших синиц – сады и парки, дачные поселки и озелененные участки городов. Согласно В.А. Юдкину [17], пригодными для гнездования большой синицы являются сады, лесопарковые зоны, леса, граничащие с открытыми пространствами. Эта совокупность защитных условий среды, иначе говоря – топоархитектура, формализовано, названа «полюсьем». Связь плотности большой синицы в подтаёжной подзоне в гнездовой период с топоархитектурой предпочитаемого находится на среднем уровне (0,44). Связь плотности большой синицы на гнездовании с долей благоприятного субстрата (горизонтальные тонкие ветви деревьев и кустарников, толстые травянистые стебли) находится на среднем уровне (0,48-0,58) [17].

В общем, в гнездовое время большая синица занимает участки рослого древостоя, которые граничат с открытыми пространствами, даже если открытые пространства со всех сторон окружены лесом. Важным фактором, влияющим на распределение большой синицы, является наличие дупел. Оценить проявление этого фактора можно по количеству отмирающих деревьев [17]. После размножения связь вида с гнездовой топоархитектурой становится слабой, и вид покидает места размножения. Во время послегнездовых миграций большая синица перемещается в места обитания, занятые кустарниками: закустаренные болота, ивняки рек [17]. Наибольшие значения плотности вида в зимнее время отмечены в населенных пунктах (в посёлках и жилых районах крупных городов). Вид многочислен в городских лесопарковых зонах и на дачных участках [4; 5; 17].

Таким образом, для большой синицы существует два ключевых местообитания в разные сезоны года: населённые пункты в период зимовки и леса с долей открытых пространств в период гнездования.

На каждой учетной площади доля территории, пригодной для обитания вида, различна. Для всех пробных площадей, где проводились учёты птиц, была

определена доля пригодной для гнездования большой синицы доля топоархитектуры. Параметры и характеристики этих топоархитектур подробно описаны в публикациях В.А. Юдкина [10; 11; 17]. Там же даются методические рекомендации по оценке проявления этих факторов, как на местности, так и с использованием данных дистанционного зондирования Земли (по приведённым ключевым признакам изображений).

Для нивелирования различий учётных площадей по вариации фактора защитных условий местности мы рассчитываем имманентную плотность вида ($N_{им}$), разделив наблюдаемую плотность вида в период гнездования на долю площади, занятой пригодной для обитания вида топоархитектурой. При подсчёте имманентной плотности учитывается количество древостоя. За период наблюдений можно пренебречь изменениями характеристик древостоя (вырубками и ростом новых деревьев). Поэтому изменения общей численности вида в районе исследования вызывает и соответствующие изменения имманентной плотности (при прочих равных условиях).

Каждая учётная площадь, заложенная на территории исследования, была охарактеризована по удалённости от крупного мегаполиса – г. Новосибирска с населением агломерации, доходящей до 2 миллионов человек. Расстояние определялось от центра учётной площади до границы населённого пункта.

Также для описания мест зимовок большой синицы была использована информация о количестве проживающих людей на территории исследования. Были взяты результаты всероссийской переписи населения 2010 года [18] и карта населённых пунктов с ресурса OpenStreetMap [19]. Карта населённых пунктов, представляющая собой полигоны, была сопоставлена с информацией о количестве проживающих людей. Агломерация г. Новосибирска и г. Бердска в ходе этой операции стала единым полигоном с общим значением численности людей. Предполагается, что количество людей, проживающих в населённом пункте, является маркером количества корма и укрытий, которые используют большие синицы в период зимовки. Это позволило оценить потенциальную ёмкость зимовок большой синицы.

Каждая учётная площадь, заложенная на территории исследования, была охарактеризована по количеству проживающих людей, собственно, на территории учёта. Кроме этого, количество проживающих людей было подсчитано также в окрестностях с радиусами 5-50 км (с шагом в 5 км), центры которых находятся в центре учётной площади.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В табл. 1 представлены результаты учётов большой синицы в период зимовки и в период гнездования.

Для большой синицы обнаружены межгодовые колебания плотности на постоянных учётных площадях, однако, межгодовые значения плотности находятся на сходных уровнях и эти межгодовые различия недостоверны. Таким образом, мы можем принять, что численность вида достоверно не менялась за годы наблюдений.

Таблица 1. Характеристика учётных площадей
Table 1. Characteristics of recording sites

Описание учётной площади, год наблюдений, координаты центроида полигона Recording site description, year of observation, centroid coordinates	Расстояние от границы Новосибирска, км Distance to the border of Novosibirsk, km	Размер пробной площади, км ² Sample site size, sq km	Доля топоархитектуры типа «полевое» Area percentage of «field-forest»	Плотность вида, особей/км ² Species density, individuals/sq km			
				Январь I / January I	Январь II / January II	Апрель II / April II	Май I / May I
Леса сосново-березовые, дендропарк (54,8040° с. ш., 83,0581° в. д., 2014 г.) Pine-birch forests, dendropark (54.8040° N, 83.0581° E, 2014)	0	2,7	0,68	454,2	105,1	-	-
То же, 2016 г. / Same, 2016	0	2,7	0,68	69,1	143,6	214,5	107,3
То же, 2017 г. / Same, 2017	0	2,7	0,68	49,1	40,0	127,3	45,5
То же, 2018 г. / Same, 2018	0	2,7	0,68	41,8	72,7	145,5	97,0
Старая многоэтажная застройка (54,8274° с. ш., 83,0286° в. д., 2014 г.) Old high-rise buildings (54.8274° N, 83.0286° E, 2014)	0	2,8	0,69	1 058,1	1 116,1	130,6	188,7
То же, 2017 г. / Same, 2017	0	2,8	0,69	1 128,6	969,4	195,9	122,4
То же, 2018 г. / Same, 2018	0	2,8	0,69	234,7	344,9	191,8	163,3
Леса сосново-березовые, дендропарк (55,0611° с. ш., 82,8799° в. д., 2014 г.) Pine-birch forests, dendropark (55.0611° N, 82.8799° E, 2014)	0	2,0	0,58	1 135,6	1 118,6	206,8	101,7
То же, 2016 г. / Same, 2016	0	2,0	0,58	869,7	1 603,0	163,6	121,2
То же, 2017 г. / Same, 2017	0	2,0	0,58	378,8	506,1	218,2	51,5
То же, 2018 г. / Same, 2018	0	2,0	0,58	506,1	1 087,9	224,2	142,4
Леса березово-сосновые, Заельцовский бор (55,0599° с. ш., 82,8555° в. д., 2014 г.) Birch-pine forests, Zaeltsovsky Bor (55.0599° N, 82.8555° E, 2014)	0	4,1	0,39	0,0	0,0	55,6	21,8
То же, 2016 г. / Same, 2016	0	4,1	0,39	73,3	63,3	103,3	80,0
То же, 2017 г. / Same, 2017	0	4,1	0,39	54,5	6,7	143,3	33,3
То же, 2018 г. / Same, 2018	0	4,1	0,39	13,3	33,3	73,3	66,7
Старая многоэтажная застройка (55,0603° с. ш., 82,9018° в. д., 2018 г.) Old high-rise buildings (55.0603° N, 82.9018° E, 2018)	0	2,2	0,36	425,5	-	34,5	21,8
То же, 2014 г. / Same, 2014	0	1,4	0,57	1 330,0	1 674,7	516,7	-
То же, 2018 г. / Same, 2018	0	1,4	0,57	340,0	-	74,3	54,3
То же, 2018 г. / Same, 2018	0	4,6	0,29	548,3	-	2,2	0,0
Леса сосново-березовые (54,8564° с. ш., 83,0314° в. д., 2014 г.) Pine-birch forests (54.8564° N, 83.0314° E, 2014)	0	2,8	0,30	37,1	441,9	16,1	56,5
Многоэтажная жилая застройка (54,8795° с. ш., 83,0795° в. д., 2014 г.) Multi-storey residential buildings (54.8795° N, 83.0795° E, 2014)	0	2,8	0,46	1 111,5	1 442,3	88,5	26,9
Осиново-березовые леса (55,6509° с. ш., 82,7430° в. д., 2016 г.) Aspen-birch forests (55.6509° N, 82.7430° E, 2016)	60	7,0	0,41	0,0	0,0	2,2	34,8
Осиново-березовые леса (55,7242° с. ш., 82,6986° в. д., 2016 г.) Aspen-birch forests (55.7242° N, 82.6986° E, 2016)	71	8,4	0,32	7,1	0,0	37,0	44,4
Поля, перелески (55,1854° с. ш., 83,0616° в. д., 2016 г.) Fields, woods (55.1854° N, 83.0616° E, 2016)	6	4,1	0,48	0,0	-	65,9	39,0

Поля, перелески (55,1895° с. ш., 83,2938° в. д., 2016 г.) Fields, woods (55.1895° N, 83.2938° E, 2016)	18	5,4	0,54	0,0	-	29,5	12,6
Поля, перелески (55,2301° с. ш., 83,4306° в. д., 2016 г.) Fields, woods (55.2301° N, 83.4306° E, 2016)	30	3,5	0,53	0,0	-	57,1	51,0
Поля, перелески (55,3231° с. ш., 83,6751° в. д., 2016 г.) Fields, woods (55.3231° N, 83.6751° E, 2016)	45	4,5	0,61	0,0	-	34,3	28,3
Осиново-березовые леса (54,8723° с. ш., 83,2449° в. д., 2017 г.) Aspen-birch forests (54.8723° N, 83.2449° E, 2017)	7	5,4	0,45	-	-	68,0	28,0
Поселки (54,7693° с. ш., 83,2269° в. д., 2017 г.) Settlements (54.7693° N, 83.2269° E, 2017)	8	7,0	0,32	126,6	-	0,0	52,0
Осиново-березовые леса (54,7570° с. ш., 83,2868° в. д., 2017 г.) Aspen-birch forests (54.7570° N, 83.2868° E, 2017)	10	3,5	0,50	0,0	-	80,0	6,0
Осиново-березовые леса (54,7934° с. ш., 83,4126° в. д., 2017 г.) Aspen-birch forests (54.7934° N, 83.4126° E, 2017)	19	5,9	0,70	0,0	-	78,0	30,0
Осиново-березовые леса (54,8277° с. ш., 83,6476° в. д., 2017 г.) Aspen-birch forests (54.8277° N, 83.6476° E, 2017)	29	6,6	0,62	0,0	-	54,0	54,0
Поселки (54,8448° с. ш., 83,6903° в. д., 2017 г.) Settlements (54.8448° N, 83.6903° E, 2017)	35	2,7	0,16	106,7	-	0,0	0,0
Поля, перелески (55,1065° с. ш., 81,9505° в. д., 2017 г.) Fields, woods (55.1065° N, 81.9505° E, 2017)	60	4,3	0,51	0,0	-	48,0	0,0
Поля, перелески (55,124° с. ш., 81,3597° в. д., 2017 г.) Fields, woods (55.124° N, 81.3597° E, 2017)	90	3,4	0,35	-	-	16,0	8,0
Рям Барабинского типа, Кузнецкий рям (55,1649° с. ш., 81,3244° в. д., 2014 г.) Ryam Barabinskiy type, Kuznetskiy Ryam (55.1649° N, 81.3244° E, 2014)	95	1,5	0,42	0,0	-	-	-

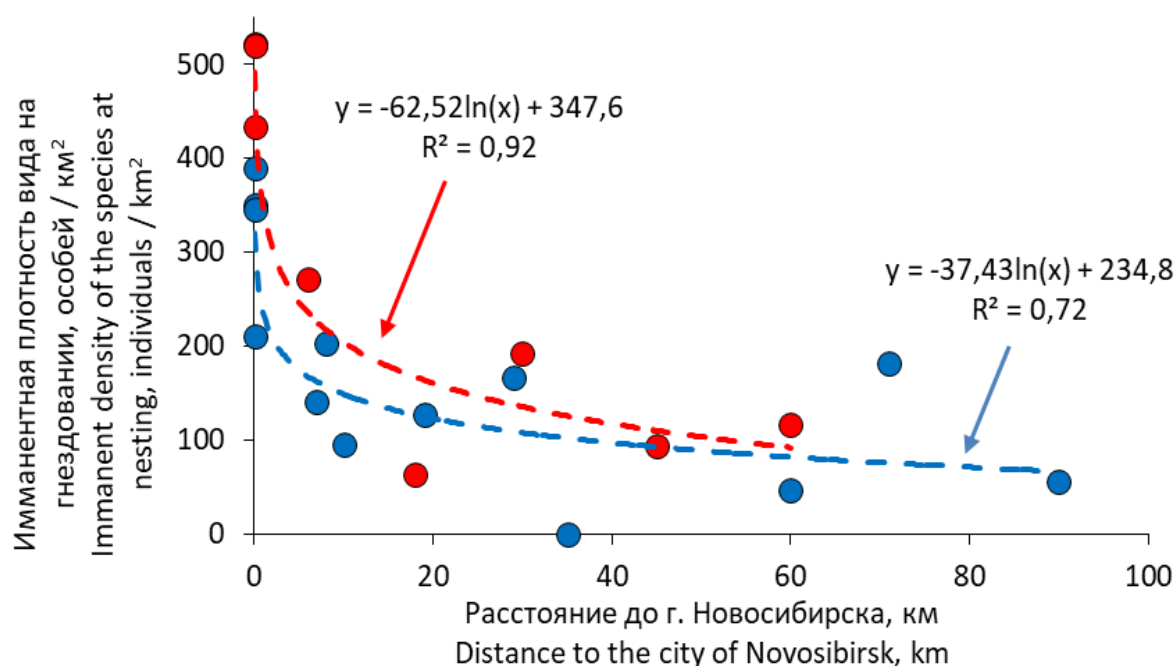


Рисунок 1. Связь средней имманентной плотности большой синицы в период гнездования в зависимости от расстояния до крупного города (Новосибирск) в 2017 году (красный ряд) и в 2018 году (синий ряд)

Figure 1. Relationship between the average immanent density of the Great Tit during the nesting period depending on the distance to a large city (Novosibirsk) in 2017 (red row) and 2018 (blue row)

Максимальная имманентная плотность вида в период гнездования наблюдается в черте города, а минимальная – в удалённых от города выделах. Выявленная зависимость позволяет заключить, что птицы стремятся покинуть места зимовок и выбирают наиболее пригодные места для гнездования в непосредственной близости от мест зимовок. Большая синица преодолевает некоторое расстояние от мест зимовки, занимая сначала места, близлежащие к

местам зимовки, а затем и более удалённые места. Местами концентрации большой синицы на зимовке являются населённые пункты, в особенности, крупные города.

Для того чтобы учесть большую часть мест зимовок этого вида, необходимо принять во внимание зимовки не только в крупном городе, но и в мелких населённых пунктах. Суммарную ёмкость потенциальных зимовок большой синицы можно

оценить количеством живущих в определённом радиусе людей. Распределение большой синицы показало высокие уровни связи с количеством живущих людей в радиусе 10, 15, 20, 25, 30 км от учётной площади. Наибольшая информативность достигается при сопоставлении плотности популяции большой синицы с количеством проживающих людей в радиусе 25 км от учётной площади, которые характеризуют потенциальную ёмкость зимовок этого вида (рис. 2). Именно при этом радиусе результаты наблюдений наилучшим образом распределяются по оси абсцисс графика. Так как выборки в отдельные годы отличаются друг от друга количеством проб и распределением этих проб по вариации фактора, то на рисунке отдельные годы выделены разными цветами. Линия тренда,

аппроксимирующая данные по всем годам наблюдений, показывает уменьшение имманентной плотности большой синицы на гнездовании при уменьшении уровня урбанизации (количества проживающих в радиусе 25 км людей). Радиус в 25 км выбран также и потому, что, согласно рис. 1, птицы совершают наиболее активные перемещения не более чем на 20 км. Подобный подход, когда учитывается влияние всех потенциальных мест зимовок, позволяет увеличить точность моделирования и лучше различать учётные площади, находящиеся между несколькими средними и мелкими населёнными пунктами, но вдали от крупного города, от учётных площадей, которые находятся хоть и ближе к крупному городу, но в радиусе 25 км остаются малонаселёнными человеком.

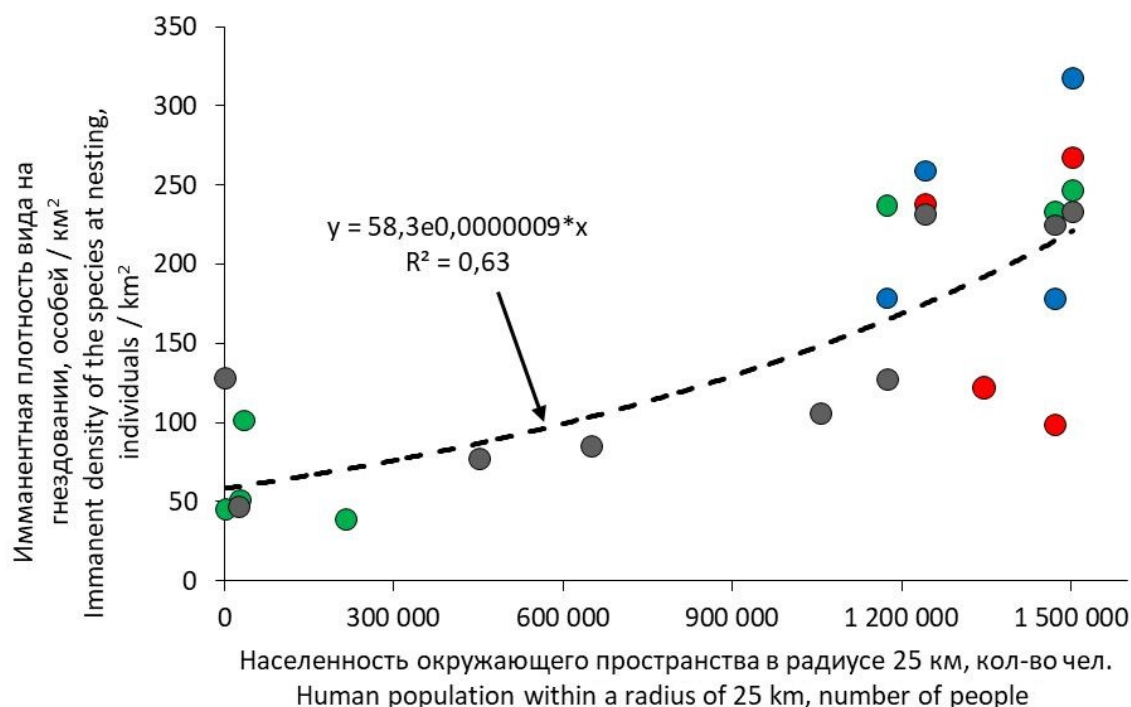


Рисунок 2. Связь средней имманентной плотности большой синицы на гнездовании с уровнем урбанизации (количество проживающих людей в радиусе 25 км от учётной площади)

Красным обозначен – 2014 год, зеленым – 2016 год, черным – 2017 год, синим – 2018 год

Figure 2. Relationship between the average immanent density of the Great Tit during nesting period and the level of urbanization (the number of people living within a radius of 25 km from the sample site)

The year 2014 is in red, 2016 is in green, 2017 is in black and 2018 is in blue

Следует обратить внимание на следующее. В городской черте и в непосредственной близости от крупного города плотность вида находится на высоком уровне, а затем уменьшается при удалении от населённых пунктов.

Формализовано зависимость имманентной плотности большой синицы от населённости окружающего пространства можно выразить следующим уравнением:

$$N_{int} = 58,3 * e^{0,0000009 * F_{25}} \quad (1)$$

где N_{int} – имманентная плотность вида на гнездовании, F_{25} – кол-во человек, проживающих в радиусе 25 км вокруг учётной площади, $R^2 = 0,63$. Уравнение показывает, что при отсутствии человека в непосредственной близости, имманентная плотность вида на территории исследования всё равно будет принимать значения около 58 особей/км².

Имея в распоряжении карту населённости человеком территории исследования и определив долю пригодной топоархитектуры, можно рассчитать наблюдаемую плотность вида на гнездовании по формуле 2.

$$N_{in emp} = 58,3 * e^{0,0000009 * F_{25}} * F_{top} \quad (2)$$

где $N_{in emp}$ – наблюдаемая эмпирическая плотность вида на гнездовании, F_{25} – кол-во человек, проживающих в радиусе 25 км вокруг учётной площади, F_{top} – доля площади, занятая топоархитектурой типа «полюсье». Результат моделирования можно представить в виде картографической модели, иллюстрирующей пространственную неоднородность наблюдаемой плотности большой синицы в период гнездования (рис. 3).

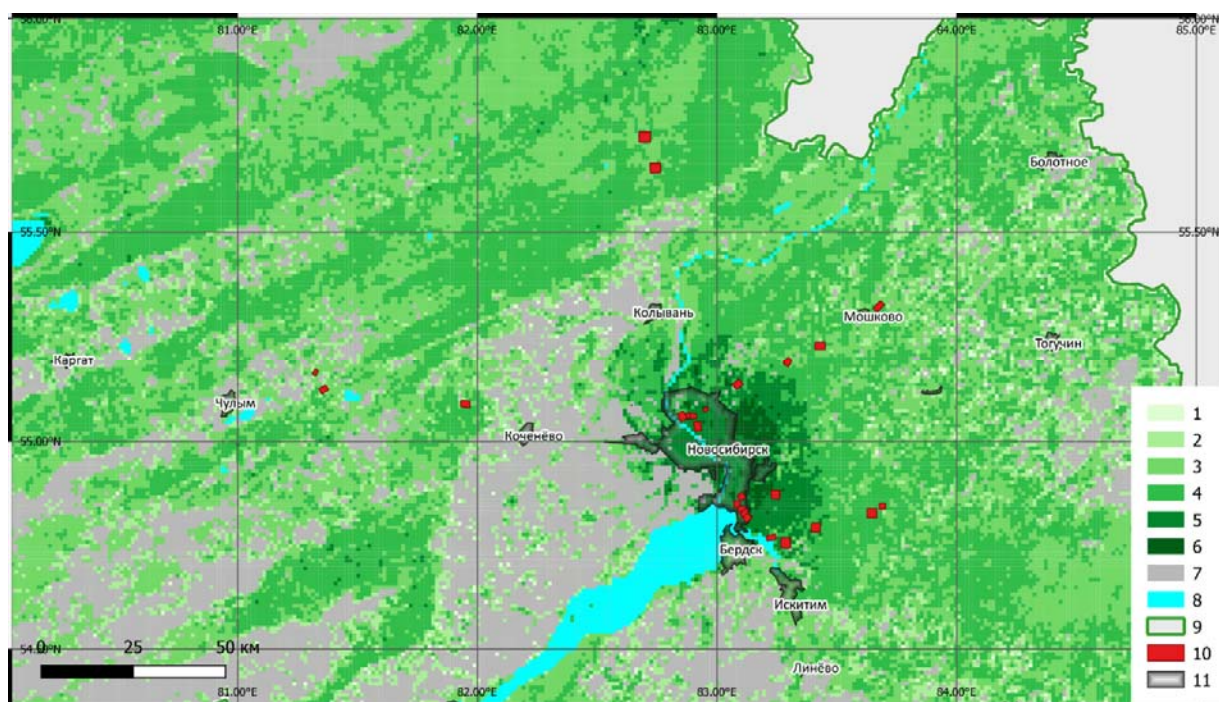


Рисунок 3. Результат моделирования пространственного распределения большой синицы на гнездовании
Плотность популяции большой синицы: 1 – 0-5 особей/км²; 2 – 5-10 особей/км²; 3 – 10-25 особей/км²; 4 – 25-50 особей/км²; 5 – 50-100 особей/км²; 6 – 100-220 особей/км²; 7 – участки с долей пригодной топоархитектуры типа «попесье» меньше 0,07; 8 – водные поверхности; 9 – граница Новосибирской области; 10 – учётные площади; 11 – населённые пункты.
Размер ячейки карты – 1 км²

Figure 3. The result of modeling the spatial distribution of the Great Tit during nesting period
Population density of the Great Tit: 1 – 0-5 individuals/sq km; 2 – 5-10 individuals/sq km; 3 – 10-25 individuals/sq km; 4 – 25-50 individuals/sq km; 5 – 50-100 individuals/sq km; 6 – 100-220 individuals/sq km; 7 – areas with a cover of suitable «field-forest» topoarchitectural type less than 0.07; 8 – water surfaces; 9 – border of the Novosibirsk region; 10 – sample sites; 11 – cities and settlements (labelled in Russian on the map). Cell size is 1 sq km

Территории, которые по тем или иным причинам являются непригодными для большой синицы, на данной карте отображены серым и голубым цветом. Эта карта является информационной основой для дальнейшего анализа. Оценка достоверности модели показала, что наблюдаемые значения плотности вида хорошо соотносятся со значениями, рассчитанными из модели ($r=0,87$, $R^2=0,75$).

ВЫВОДЫ

Большие синицы, покидая места благоприятных зимовок, в первую очередь занимают близлежащие леса, пригодные для гнездования, и, если им не удастся занять ближайший к месту зимовки репродуктивный участок, они продолжают перемещение и занимают более удалённые от мест зимовок территории.

В заключении можно сформулировать следующие выводы.

1. Плотность населения большой синицы в гнездовой период при прочих равных условиях определяется расстоянием от мест успешной зимовки и зимней ёмкостью среды на зимовках.
2. Максимальная имманентная плотность в гнездовой период там, где на обширной площади представлены благоприятные условия зимовки (мегаполис и агломерация). При удалении от этой территории имманентная плотность вида экспоненциально снижается и далее 20 км этот тренд становится недостоверным.
3. По сравнению с дальними мигрантами расстояние, на котором выявляется воздействие района массовых

зимовок на гнездовую плотность большой синицы, на 2 порядка меньше (тысячи километров у дальних мигрантов против десятков километров у большой синицы).

Кроме этого, в ходе исследования получены уравнения регрессии, которые позволяют определить плотность вида на необследованную территорию.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Автор выражает благодарность В.А. Юдкину за помощь в сборе материала, за ценные советы и замечания по тексту рукописи.

ACKNOWLEDGMENT

The author thanks V.A. Yudkin for assistance in collecting bird census data as well as for valuable comments and guidance in manuscript preparation.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Golawski A. et al. Does the sex and age of birds and the size of human settlements affect recapturing of the Great Tit (*Parus major*) at bird feeders? // Behavioural Processes. 2019. V. 162. P. 162-166. DOI: 10.1007/s11356-015-4723-0
2. Tryjanowski P. et al. Urban and rural habitats differ in number and type of bird feeders and in bird species consuming supplementary food // Environmental Science and Pollution Research. Springer, 2015. V. 22. N 19. P. 15097-15103. DOI: 10.1007/s11356-015-4723-0
3. Newton I. Population limitation in birds. Academic press, 1998. 597 p.
4. Козлов Н.А. Птицы Новосибирска: Пространственно-временная организация населения. Новосибирск: Наука, 1988. 77 с.

5. Цыбулин С.М. Птицы диффузного города: на примере новосибирского Академгородка. Новосибирск: Наука, 1985. 169 с.
6. Юдкин Д.В., Юдкин В.А. Распределение большой синицы в Новосибирске в период зимовки // Беркут. 2002. Т. 11. N 1. С. 98-104.
7. Фролов И.Г. Годовая динамика распределения дендрофильных птиц – ближних мигрантов в г. Новосибирске // Материалы 53-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2015: биология. Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2015. 77 с.
8. Bejer B., Rudemo M. Fluctuations of tits (Paridae) in Denmark and their relations to winter food and climate // *Ornis Scandinavica*. 1985. V. 16. N 1. P. 29-37. DOI: 10.2307/3676572
9. Юдкин В.А. Экологические аспекты географии птиц Северной Евразии. Новосибирск: Наука, 2009. 416 с.
10. Жимулёв И.Ф. Орнитофауна Новосибирского Академгородка. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2017. 512 с.
11. Юдкин В.А. Организация пространственного распределения птиц в репродуктивный период. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. 105 с.
12. Hayne D.W. An examination of the strip census method for estimating animal populations // *The Journal of Wildlife Management*. 1949. T. 13. N 2. P. 145-157. DOI: 10.2307/3796084
13. Равкин Ю.С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск, 1967. N 7. С. 66-75.
14. Равкин Ю.С., Доброхотов Б.П. К методике учета птиц лесных ландшафтов во внегнездовое время // Организация и методы учета птиц и вредных грызунов. М., 1963. С. 130-136.
15. Юдкин В.А., Ефремова О.В. Зоология позвоночных. Учебная полевая практика. Методическое пособие. Новосибирский государственный университет. Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2008. 104 с.
16. Лучицкая И.О., Белая Н.И., Арбузов С.А. Климат Новосибирска и его изменения. Новосибирск: Издательство СО РАН, 2014. 224 с.
17. Юдкин В.А. Птицы подтаёжных лесов Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2002. 488 с.
18. Численность населения России, федеральных округов, субъектов Российской Федерации, городских округов, муниципальных районов, городских и сельских поселений. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm. (дата обращения: 31.10.2021)
19. Российский портал Open Street Map. URL: <http://openstreetmap.ru>. (дата обращения: 31.10.2021)
5. Tsybulin S.M. *Ptitsy diffuznogo goroda: Na primere novosibirskogo Akademgorodka* [Birds of a diffuse city: on the example of the Novosibirsk Akademgorodok]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1985, 169 p. (In Russian)
6. Yudkin D.V., Yudkin V.A. Distribution of the Great Tit in Novosibirsk during the wintering period. *Berkut* [Golden eagle]. 2002, vol. 11, no. 1, pp. 98-104. (In Russian)
7. Frolov I.G. Godovaya dinamika raspredeleniya dendrofil'nykh ptits – blizhnikh migrantov v g. Novosibirske [The annual dynamics of the dendrophilous short-distant migratory birds distribution in Novosibirsk]. *Materialy 53-i Mezhdunarodnoi nauchnoi studencheskoi konferentsii MNSK-2015: biologiya, Novosibirsk, 2015* [Proceedings of the 53rd International Scientific Student Conference ISSC-2015: Biology]. Novosibirsk, 2015, 77 p. (In Russian)
8. Bejer B., Rudemo M. Fluctuations of tits (Paridae) in Denmark and their relations to winter food and climate. *Ornis Scandinavica*, 1985, vol. 16, no. 1, pp. 29-37. DOI: 10.2307/3676572
9. Yudkin V.A. *Ekologicheskie aspekty geografii ptits Severnoi Evrazii* [Ecological aspects of the geography of birds in Northern Eurasia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009, 416 p. (In Russian)
10. Zhimulev I.F. *Ornitoфауна Novosibirskogo Akademgorodka* [The avifauna of the Novosibirsk Akademgorodok]. Novosibirsk, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2017, 512 p. (In Russian)
11. Yudkin V.A. *Organizatsiya prostranstvennogo raspredeleniya ptits v reproductivnyi period* [Organization of the spatial distribution of birds during the breeding period]. Novosibirsk, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Branch «Geo» Publ., 2000, 105 p. (In Russian)
12. Hayne D.W. An examination of the strip census method for estimating animal populations. *The Journal of Wildlife Management*, 1949, vol. 13, no. 2, pp. 145-157. DOI: 10.2307/3796084
13. Ravkin Yu.S. To the method of obtaining bird census data in forest landscapes. In: *Priroda ochagov kleshchevogo entsefalita na Altae* [The nature of foci of tick-borne encephalitis in Altai]. Novosibirsk, 1967, no. 7, pp. 66-75. (In Russian)
14. Ravkin Yu.S., Dobrokhoto B.P. To the method of bird census data in forest landscapes during out-of-nesting time (out of a breeding season). In: *Organizatsiya i metody ucheta ptits i vrednykh gryzunov* [Organization and census data methods for birds and harmful rodents]. Moscow, 1963, pp. 130-136. (In Russian)
15. Yudkin V.A., Efremova O.V. *Zoologiya pozvonochnykh* [Zoology of vertebrates]. Novosibirsk, NSU Publ., 2008, 104 p. (In Russian)
16. Luchitskaya I.O., Belaya N.I., Arbuzov S.A. *Klimat Novosibirska i ego izmeneniya* [The climate of Novosibirsk and its changes]. Novosibirsk, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ., 2014, 224 p. (In Russian)
17. Yudkin V.A. *Ptitsy podtaezhnykh lesov Zapadnoi Sibiri* [Birds of the hemiboreal forests of Western Siberia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2002, 488 p. (In Russian)
18. *Chislennost' naseleniya Rossii, federal'nykh okrugov, sub"ektov Rossiiskoi Federatsii, gorodskikh okrugov, munitsipal'nykh raionov, gorodskikh i sel'skikh poselenii* [The population of Russia, federal districts, constituent entities of the Russian Federation, urban districts, municipal districts, urban and rural settlements]. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm (accessed 31.10.2021)
19. *Rossiiskii portal Open Street Map* [Russian portal Open Street Map]. Available at: <http://openstreetmap.ru>. (accessed 31.10.2021)

REFERENCES

1. Golawski A. et al. Does the sex and age of birds and the size of human settlements affect recapturing of the Great Tit (*Parus major*) at bird feeders? *Behavioural Processes*, 2019, vol. 162, pp. 162-166. DOI: 10.1007/s11356-015-4723-0
2. Tryjanowski P. et al. Urban and rural habitats differ in number and type of bird feeders and in bird species consuming supplementary food. *Environmental Science and Pollution Research*, 2015, vol. 22, no. 19, pp. 15097-15103. DOI: 10.1007/s11356-015-4723-0
3. Newton I. Population limitation in birds. Academic press, 1998, 597 p.
4. Kozlov N.A. *Ptitsy Novosibirska: Prostranstvenno-vremennaya organizatsiya naseleniya* [Birds of Novosibirsk: Spatial-temporal population organization]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1988, 77 p. (In Russian).

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Иван Г. Фролов собрал, провел анализ данных и подготовил текст рукописи. Автор несет ответственность за плагиат, самоплагиат и другие неэтические проблемы.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Ivan G. Frolov collected, performed data analysis and wrote the manuscript. The author is responsible for plagiarism and self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The author declares no conflict of interest.

ORCID

Иван Г. Фролов / Ivan G. Frolov <https://orcid.org/0000-0002-7907-9166>