

## Пространственно-временная изменчивость населения птиц г. Уфы

В. В. ЗАГОРСКАЯ<sup>1</sup>, Ю. С. РАВКИН<sup>2</sup>, И. П. КОКОРИНА<sup>2</sup>, М. И. ЛЯЛИНА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Башкирское республиканское орнитологическое общество  
450017, Уфа, ул. Михайловская, 1  
E-mail: Valeria76@mail.ru*

<sup>2</sup>*Институт систематики и экологии животных СО РАН  
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 11  
E-mail: yravkin@bk.ru*

Статья поступила 02.08.2023

После доработки 17.08.2023

Принята к печати 18.08.2023

### АННОТАЦИЯ

Проанализированы результаты круглогодичных учетов птиц в г. Уфе за каждую половину месяца в течение чуть более трех лет (с 01.01.2012 по 28.02.2015). Протяженность маршрутов – по 5 км за полмесяца в каждом из пяти участков (многоэтажной застройки, старой и новой индивидуальной застройки, на улицах, в парках и скверах). Всего с подсчетом птиц пройдено примерно 2000 км. Эпизодически учтены вели на р. Белой. Методами кластерного анализа выявлены основные тренды сезонной и территориальной неоднородности орнитокомплексов. Определена информативность полученных представлений с помощью линейной качественной аппроксимации матриц сходства сообществ (один из методов регрессионного анализа). Выделенные сезонные аспекты сопоставлены с фенологическими. Ориентация построенных графов в факторном пространстве сопоставлена с результатами неметрического шкалирования. Составлена карта сезонной и территориальной неоднородности исследованных орнитокомплексов. Последовательное “разворачивание” и детализация представлений с помощью предлагаемых аналитических приемов расширяют возможности анализа неоднородности сообществ и имеют методическое и методологическое значение.

**Ключевые слова:** Россия, Башкортостан, город Уфа, лесостепь, орнитокомплексы, биотическая неоднородность, сезонные различия.

### ВВЕДЕНИЕ

Территория городов для птиц – сложное сочетание компонентов окружающей среды. Становясь все более современным, город заставляет животных, обитающих на его территории, постоянно приспосабливаться, так как в нем непрерывно формируются новые специфические, как позитивные, так и негативные, условия обитания [Благосклонов, 1980]. Имен-

но взаимосвязь местообитаний с набором различных экологических факторов и приводит к сложной пространственно-временной структуре орнитокомплексов на территории городов.

Наша работа – продолжение изучения распределения и пребывания птиц, сезонной динамики их численности в городских ландшафтах. Подобные исследования были проведены в Саранске [Майхрук, 1975], Томске [Мило-

видов, 1976; Железнова и др., 2021], Новосибирске [Цыбулин, 1985; Козлов, 1988; Малкова, 2008], Санкт-Петербурге [Храбрый, 1991], Омске [Соловьев, 2005; Одинцева, Одинцев, 2022], Горно-Алтайске [Малкова, 2008] и ряде других городов. В результате выделены факторы, определяющие структуру населения птиц городов – это наличие древесных насаждений и кустарников, этажность строений, близость к основным источникам корма, антропогенная нагрузка и т. д. Численность и распределение птиц чаще представлены в Атласах видов, гнездящихся в городах. Такие результаты картографических работ изданы для Москвы [Калякин, Волцит, 2006] и Воронежа [Нумеров и др., 2013]. Близка к ним работа В. М. Храброго по Санкт-Петербургу [1991].

История исследования орнитофауны г. Уфы начинается с П. П. Сушкина [1897]. Со второй половины 20-го столетия птиц этого города изучали В. Д. Ильинчев и В. Е. Фомин [1983], Е. В. Карев [1988], В. А. Валуев [2003а, б, 2010, 2012], В. В. Загорская [2013], П. П. Полежанкина, Э. З. Габбасова [2016], П. П. Полежанкина, Э. З. Габбасова, Д. Ю. Макеев [2017, 2023].

#### РАЙОН РАБОТ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Город Уфа расположен в северной лесостепи Башкирского Предуралья, на берегу р. Белой при впадении в нее притоков Уфа и Дема. Провинция высокого лесостепного Заволжья приходится на восточную окраину Русской равнины. В поймах рек нередки старичные озера, заболоченные карстовые и суффозионные понижения, часть которых заполнена водой и представляет собой временные и постоянные озерки различной глубины. Болота имеют кочковатую поверхность, покрытую мхами, осокой, камышом и кустарником. В черте г. Уфы около 30 озер расположены вблизи жилых комплексов и в парках. На всей территории города сохранились небольшие участки широколиственных и липово-осиновых лесов.

Орнитокомплексы г. Уфы исследованы нами в период с 01.01.2012 по 28.02.2015. Массивы многоэтажной застройки обследованы в старой части города, где сочетаются кирпичные и блочные здания в пять и более этажей, имеющие чердачные помещения. Растительность внутри дворов представлена декоративными

кустарниками и деревьями с хорошо сформированными кронами. Централизованные мусоросборники доступны для птиц. В участках старой индивидуальной застройки преобладают одноэтажные деревянные дома с небольшими наделами земли, занятymi в основном огородами. В новых районах больше домов коттеджного типа со сравнительно большими участками, с газонами, декоративными и плодовыми деревьями и кустарниками. Почти все парки Уфы организованы на месте естественных лесных массивов. Большая часть их заложена во второй половине 20-го века. В настоящее время в парках нередки посадки сосны, липы, дуба, рябины, шиповника. Зеленые насаждения занимают 30 % территории города. Улицы имеют ширину не менее 30 м. Для них характерно оживленное движение пешеходов и автомобильного транспорта.

Учеты птиц проведены на маршрутах без ограничения полосы обнаружения [Равкин, 1967; Равкин, Ливанов, 2008] в районах многоэтажной, старой и новой индивидуальной застройки, в пределах улиц, а также в парках и скверах. Кластерный анализ орнитокомплексов выполнен с помощью факторной классификации, при повторной агрегации и идеализации ее результатов. В качестве меры сходства использован коэффициент Жаккара – Наумова для количественных признаков [Равкин, Ливанов, 2008].

Для выявления особенностей пространственно-временных отличий орнитокомплексов применены два несколько отличающихся друг от друга подхода. Первый из них – экспрессный, обобщающий, типологический с игнорированием как хорологических, так и хронологических ограничений. Второй подход можно считать детализирующим, с уточнением полученных первым способом представлений, типологического, т. е. агрегации без права свободной перестановки проб. При первом подходе игнорируют территориальную смежность местообитаний и временное соседство. Только при завершении анализа он становится типолого-хронологическим, т. е. с объединением в оценке территориальной и временной изменчивости. При втором подходе реализован анализ исключительно временных (хронологических) изменений с запретом на перестановку вариантов населения птиц в календарном ряду.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### *Пространственно-временная неоднородность населения птиц. Типологический анализ орнитокомплексов*

С использованием указанных методов получены представления по изменчивости населения птиц г. Уфы, как сезонной, так и территориальной. В отдельных местообитаниях в некоторых двухнедельных отрезках учтены не были проведены. Эти пробелы заполнены данными за другие годы. После этого оказалось, что лишь в парках и скверах учеты птиц не проводились в августе. В итоге в нашем распоряжении для анализа оказалось 118 средних. По ним рассчитаны коэффициенты сходства, которые и подвергнуты кластерному анализу с помощью программы факторной классификации с идеализацией и элиминацией слабых или временно не нужных для анализа связей.

Первое разбиение показало возможность разделения массива на семь кластеров (групп). Первые три образованы данными по местообитаниям: 1 – многоэтажной застройки, 2 – индивидуальной застройки, как старой, так и новой, и 3 – улиц. Лишь по паркам и скверам материалы были разделены на четыре временных отрезка. Исходя из этого деления можно утверждать, что в имеющейся выборке преобладают пространственные, а не сезонные отличия (соответственно 96 и 22 двухнедельных варианта). По застроенным территориям вариантов больше чем вчетверо. После этого полученные представления были идеализированы за счет элиминации временных объединений. В результате получилось четыре класса орнитокомплексов местообитаний: 1 и 2 – многоэтажной и индивидуальной застройки, 3 – улиц, 4 – парков и скверов (рис. 1, 2). Население застроенных местообитаний наиболее сходно, внутри классов сходство колеблется в пределах 46–54 %. Орнитокомплексы парков и скверов имеют единственное значимое сходство с населением птиц участков индивидуальной застройки (16 %).

Плотность населения птиц выше всего в районах, застроенных многоэтажными зданиями, меньше – при индивидуальной застройке и еще меньше – на улицах, а в парках и скверах птиц чуть больше. Видовое

богатство максимально в участках индивидуальной застройки, меньше – в парках, скверах и еще меньше – на территориях с многоэтажной застройкой и особенно на улицах. Фоновых видов больше всего в парках, скверах и несколько меньше при индивидуальной застройке. Почти вдвое меньше фоновое богатство в местообитаниях многоэтажной застройки и особенно на улицах.

Состав лидирующих видов по местообитаниям сходен, хотя порядок перечисления видов по обилию различается. В участках многоэтажной застройки и на улицах лидеры одни и те же, а при индивидуальной застройке в их числе появляется полевой воробей, заменяющий галку, а в парках и скверах вместо сизого голубя и серой вороны в среднем за год в преобладающие виды входят зяблик и рябинник. Во всех типах застройки лидируют домовый воробей и большая синица, на улицах, кроме того, – сизый голубь и серая ворона, а при многоэтажной и индивидуальной застройке – галка. Полевой воробей входит в число лидеров на участках многоэтажной застройки и только зяблик и рябинник – в парках и скверах. Плотность населения птиц убывает в ряду от территории многоэтажной застройки к индивидуальной, а потом к орнитокомплексам парков, скверов и особенно улиц (в 1,5 и примерно в 4 раза).

Наибольшее количество видов отмечено при индивидуальной застройке в парках и скверах (61 и 55) и существенно меньше – в районах многоэтажной застройки и особенно на улицах (в 1,1, 2,1 и 5 раз). Число фоновых видов максимально в парках, скверах и участках индивидуальной застройки (23 и 21) и существенно меньше – на территориях многоэтажной застройки и улицах (на 9 % и почти в 2 и 2,6 раза). Эти различия положительно связаны с увеличением застроенности и, соответственно, плотности населения людей, которые определяют количество антропогенных кормов, и отрицательно – с числом перемещающихся людей и транспортной нагрузкой. Информативность изложенных представлений – 73 % дисперсии сходства орнитокомплексов (множественный коэффициент корреляции трендов в населении птиц и неоднородности среды – 0,85).

После выявления и анализа территориальных отличий проведена элиминация простран-

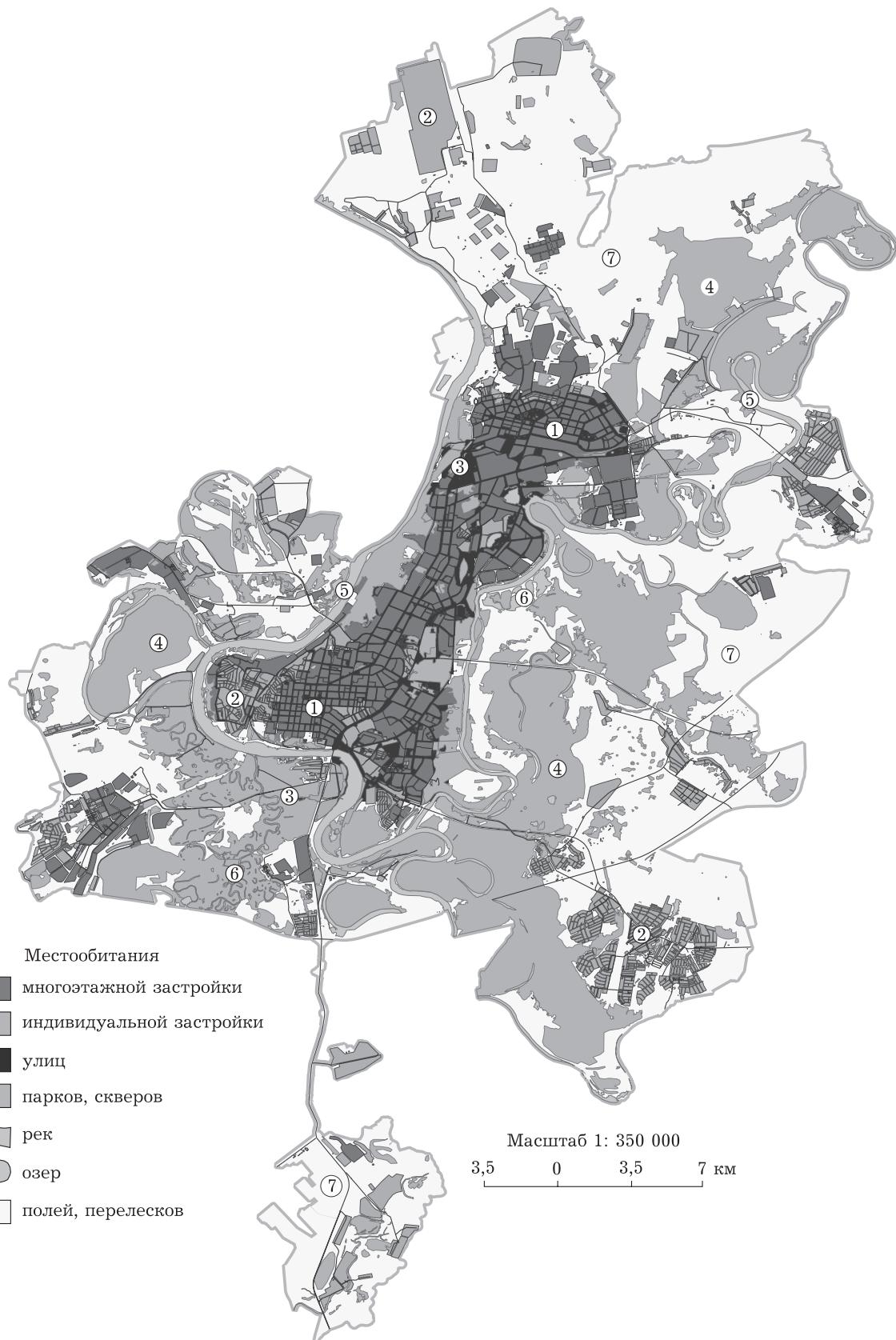


Рис. 1. Население птиц г. Уфы

Таблица 1  
Обобщенная сезонно-территориальная (хронотипологическая) ретикулярная классификация населения птиц города Уфы (к рис. 1)

Местообитания, в среднем за год	Сезонные аспекты		
	теплого периода	холодного периода	
Весеннего прилета и пролета IV	Весенне-летней стабилизации V и VI	Позднелетнего пролета VII и VIII	Осеннен-зимне-весенний стабилизации и кочевок IX–III
Многоэтажной застройки, домовый воробей, сизый голубь, большая синица, 923/78–19	Домовый воробей, сизый голубь, большая синица, серая ворона, свиристель, 489/15–15	Домовый воробей, сизый голубь, черный стриж, белая трясогузка, серая ворона, 681/22–13	Домовый воробей, сизый голубь, черный стриж, белая трясогузка, серая ворона, 879/14–8
Улиц, домовый воробей, сизый голубь, серая ворона, 228/12–8	Домовый воробей, сизый голубь, серая ворона, большая синица, грач, 242/5–4	Черный стриж, домовый воробей, сизый голубь, белая трясогузка, серая ворона, 165/6–6	Сизый голубь, домовый воробей, черный стриж, белая трясогузка, серая ворона, 234/6–5
Индивидуальной застройки, полевой и домовый воробы, большая синица, 591/61–18	Полевой и домовый воробы, свиристель, скворец, большая синица, 582/32–18	Полевой и домовый воробы, черный стриж, большая синица, сизый голубь, 408/45–16	Полевой и домовый воробы, белая трясогузка, большая синица, серая ворона, 603/34–11
Парков, скверов, большая синица, 247/35–25	Большая синица, зяблик, рабинник, зеленушка, полевой воробей, 390/23–19	Зяблик, большая синица, зяблик, рабинник, зеленушка, полевой воробей, 248/39–28	Большая синица, домовый воробей, горихвостка-лысушка, зяблик, домовый воробей, 148/17–14

Причина. I–XII – месяцы, 1 и 2 – двухнедельные отрезки; лидирующие виды, плотность населения, особей – на 1 км<sup>2</sup>/встречено видов – в том числе фоновых.

Таблица 2  
Детализированная сезонно-территориальная (хронотипологическая) ретикулярная классификация населения птиц г. Уфы (к рис. 1)

\*При расчетах использованы данные В. А. Валуева [2008] и акции “Серая шейка”.

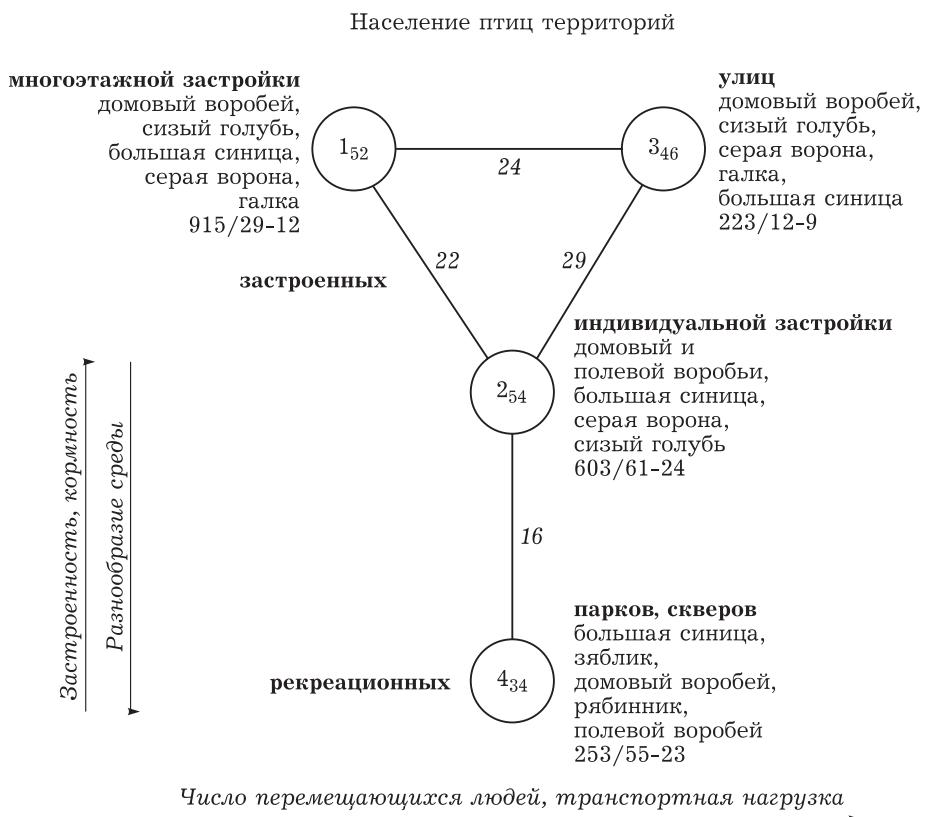


Рис. 2. Пространственно-типологическая структура населения птиц г. Уфы

ственных изменений. Для этого все данные по городу во всех местообитаниях усреднены по двухнедельным отрезкам. В результате получен ряд из 24 вариантов. По ним рассчитаны те же коэффициенты сходства. С помощью программы факторной классификации по матрице сходства двухнедельных вариантов населения птиц получено разделение внутригодовых (сезонных) изменений на четыре периода (рис. 3). Первый из них длится с сентября по март и связан с осенне-зимне-весенней относительной стабилизацией орнитокомплексов и кочевками птиц, второй – с весенным прилетом и пролетом в апреле, третий – с весенне-летней стабилизацией и гнездованием в мае и июне. Четвертый период приходится на июль и август. В это время идет осенний пролет и отлет птиц.

В первый период лидируют домовый и полевой воробы, большая синица, сизый голубь и серая ворона. Плотность населения 615 особей/км<sup>2</sup>. Общее число встреченных видов равно 39, из них фоновых – 14. Во второй период (весеннего прилета и пролета) преобладают те же виды, кроме серой вороны, ко-

торую сменяют пролетные свиристели. Плотность населения птиц уменьшается, число всех встреченных и фоновых видов, напротив, растет. Во время весенне-летней стабилизации и гнездования в лидеры входят те же виды, кроме свиристеля, пролет которого заканчивается. Его заменяет прилетевший на гнездование черный стриж. В четвертый период (осеннего пролета и отлета) суммарное обилие птиц возрастает. Лидируют те же виды, кроме большой синицы, которую сменяет белая трясогузка. Плотность населения увеличивается, количество встреченных видов, в том числе фоновых, уменьшается.

Таким образом, в течение года больше всего было воробьев – домового и полевого, сизого голубя, реже большой синицы и черного стрижка, а также серой вороны, свиристеля и белой трясогузки. Плотность населения птиц наиболее высока в период осеннего пролета и отлета, а также в осенне-зимне-весенний период. Меньше она во время весеннего прилета и пролета и минимальна при гнездовании (меньше примерно в 1,5 раза). Видовое богатство максимально во время гнездования,

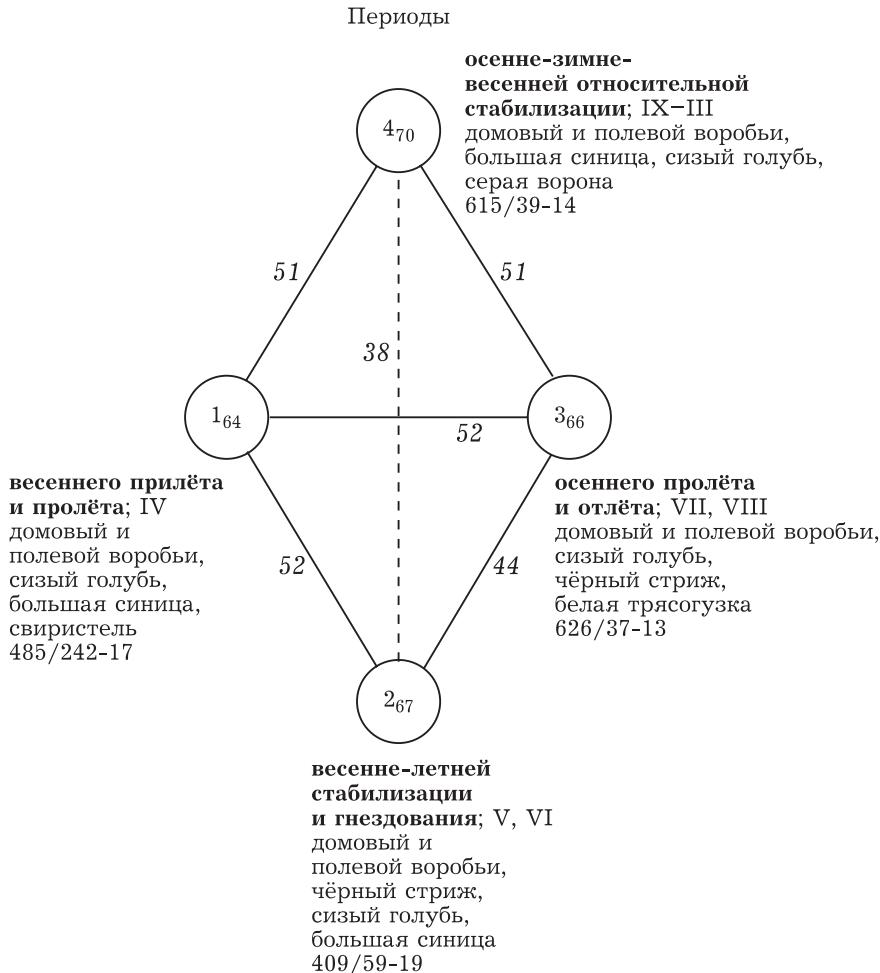


Рис. 3. Типолого-хронологическая структура населения птиц г. Уфы

меньше в осенне-зимне-весенний период и во время весеннего прилета и пролета (на 40–50 %) и минимально при осеннем пролете и отлете. Число фоновых видов меняется также, как обилие.

Наложением двух классификаций друг на друга можно получить обобщенную, состоящую из  $4 \times 4 = 16$  таксонов ретикулярную [Любищев, 1986] сетчатую схему (табл. 1 к рис. 1). Эта таблица может быть первым населенческим блоком легенды составленной карты. Описанный способ по наиболее короткому пути анализа дает компактную обобщенную классификацию населения птиц г. Уфы. Единая классификация может быть представлена в виде квадрата, разделенного на четыре горизонтальных пространственных ряда (местообитаний многоэтажной застройки, улиц, индивидуальной застройки, парков и скверов) и четыре вертикальных (сезонных аспект-

та): 1 – осенне-зимне-весеннеей стабилизации и кочевок; 2 – весеннего прилета и пролета; 3 – весенне-летней стабилизации и гнездования; 4 – летне-осеннеего пролета и отлета. Обобщая названия, можно считать их условно зимним, весенным, летним и осенним периодами. В действительности эти аспекты проникают друг в друга, границы их расплывчаты, изменения в населении континуальны. Пересечение этих трендов (рядов) дает 16 подразделений ( $4 \times 4$ ) ранга классов. Составленная ретикулярная классификация достаточно информативна (65 % дисперсии матрицы сходства по 118 вариантам; множественный коэффициент корреляции неоднородности населения птиц и предлагаемого разделения на типы, подтипы и классы орнитокомплексов – 0,81). В расчеты этих показателей включены структурные связи между внутренними квадратами, прилежащими друг к другу сторонами.

Однако такая классификация явно переагрегирована и слишком обобщена. Поэтому возникает желание получить более дробные представления. С этой целью проведена доразбивка каждого из четырех классов. С помощью той же программы факторной классификации получено разделение всей совокупности данных на 12 групп орнитокомплексов. По значимым связям между ними выделено четыре типа пространственно-временных сообществ – участков многоэтажной застройки, улиц, индивидуальной застройки и парков, скверов. В первый из них, в соответствии с сезонными различиями орнитокомплексов, объединены кластеры 1 и 2, во второй – 3–5, в третий – 6–8 и в четвертый – 9–12 (рис. 4).

Население птиц районов многоэтажной застройки разделено на два подтипа сообществ: 1 – с апреля по июнь, и 2 – с июля по март. По второму типу (населения парков, скверов) получено четыре подтипа (апреля; мая, июня; июля и с августа по март). Таким образом, этот тип вдвое разнороднее, чем орнитокомплексы участков многоэтажной застройки. Два оставшихся типа (население улиц и индивидуальной застройки) включали по три подтипа каждый. Первые из них вошли в один подтип. Это орнитокомплексы апреля; мая–июня; с июля по март. Население птиц участков индивидуальной застройки представлены тремя подтипами (мая–июня; с июля до середины августа; с середины августа до конца сентября). Таким образом, последние два типа орнитокомплексов имеют средний уровень изменчивости. Все четыре типа из 12 исходных групп могут быть экспертно соединены в один граф.

Возможен и иной путь анализа. После проведения факторной классификации на матрице  $118 \times 118$ , которая дала при идеализации четыре типа населения птиц, был доразбит четвертый, самый представительный тип населения. После первой доразбивки выделены два подтипа – 4.1 и 4.2. Второй из них можно повторно доразбить на классы (4.2.1 и 4.2.2). В итоге получено семь таксонов разного ранга (рис. 5). Их можно упорядочить в календарном порядке и разместить по кругу (по году, заданному экспертом). Последовательное сходство в них колеблется от 44 до 72 %, а внутри круга – от 34 до 74 %. Если взять из последних наибольшие из них (65–74 %), то

можно заметить большее сходство таксонов 4.2.1 и 4.2.2; 4.2.2 и 4.3; 4.1 и 4.3, т. е. левых верхнего и нижнего таксонов, а также срединных левого и правого. Это сближение при идеализации преобразует круг в эллипс, хотя в незначительной степени и неправильный, форма которого не сильно, но подтверждает аналогичное значительно большее сходство аспектов межсезонья в населении птиц подмосковных лесов [Равкин, 1985], а также в орнитокомплексах Новосибирска [Цыбулин, 1985; Козлов, 1988]. На заданном внутригодовом круге после двух доразбивок выделено четыре таксона разного ранга – сезонных аспектов населения – зимнего, весеннего, летнего и осеннего, а также трех аспектов межсезонья – предзимнего, зимне-весеннего и летне-осеннего. Эти результаты получены с помощью типологического кластерного анализа, хотя временная специфика включена в анализ заданным кругом внутри годовых изменений. Информативность такой структуры равна 78 % дисперсии сходства матрицы  $24 \times 24$  (множественный коэффициент корреляции – 0,88).

Такие варианты анализа можно считать экспрессным и обобщающим (экспертно-формализованным). Результаты первого подхода могут быть дополнены после компенсации потерь в учтенной дисперсии по ряду экспертных допущений. Так может быть составлена еще одна пространственно-временная классификация и ее граф. Для этого каждый из четырех территориальных типов орнитокомплексов доразбит с помощью той же программы факторной классификации. В результате получено 12 новых классов. Тип орнитокомплексов местообитаний многоэтажной застройки разделен на два класса: 1 – вариантов с июля по март (весенне-летне-осенне-зимний), 2 – с апреля по июнь (весенне-летний). Обобщенно их можно считать летним и зимним с частичным проникновением в весенний и осенний периоды.

В обоих классах лидируют домовый воробей, сизый голубь, большая синица и серая ворона, а кроме них в первом классе – галка, во втором – черный стриж. Плотность населения составляет соответственно 1026 и 585 особей/ $\text{км}^2$ , а видовое и фоновое богатство птиц, наоборот, выше во втором, более теплом периоде. Орнитокомплексы улиц

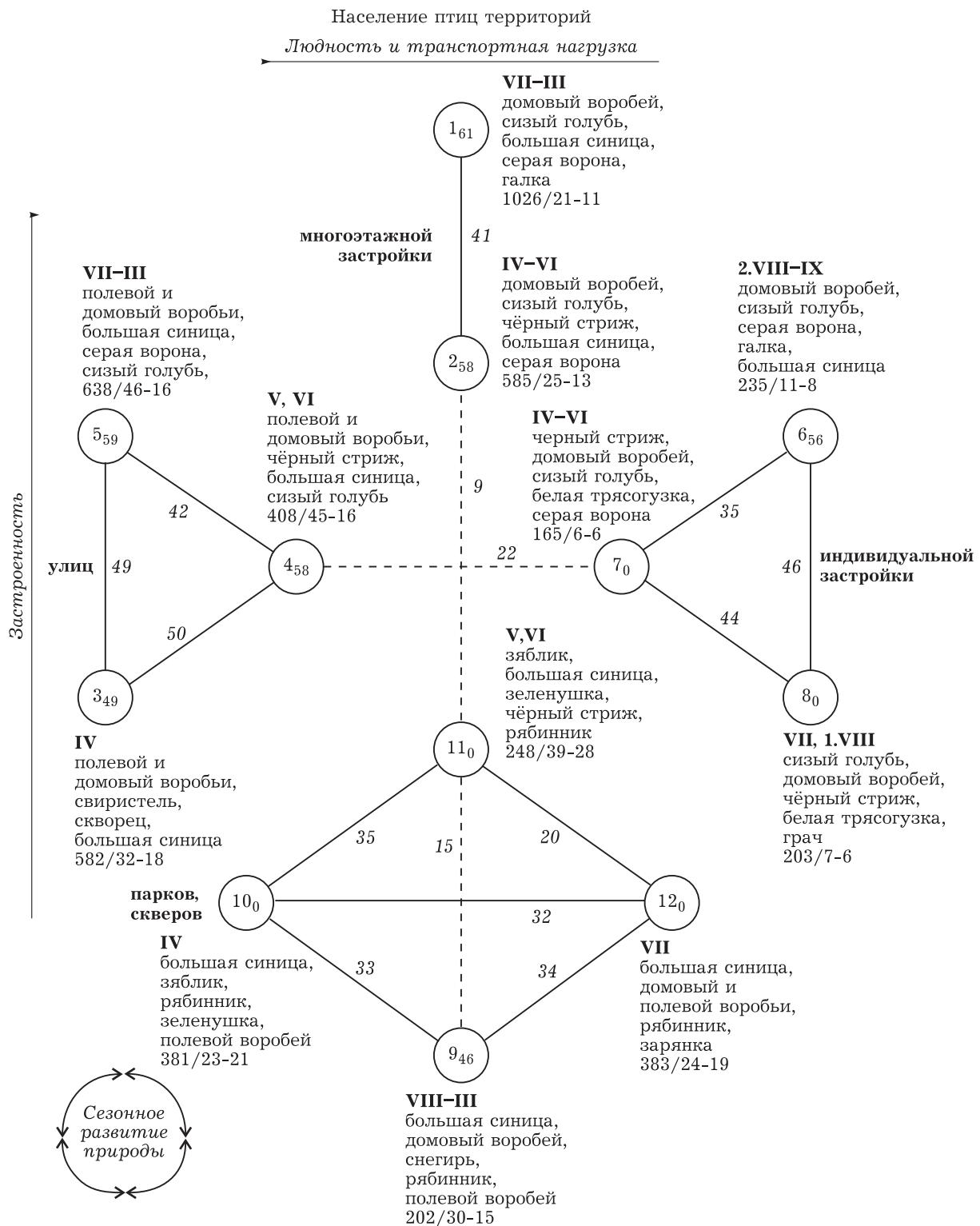


Рис. 4. Пространственно-временная структура орнитокомплексов г. Уфы

подразделены на три аспекта: 3 – весенний (апреля), 4 – весенне-летний (мая и июня) и 5 – летне-зимне-весенний (с июля по март).

Все аспекты в число лидеров входят полевой и домовый воробы и большая синица. Только в апреле в их числе не было сизо-

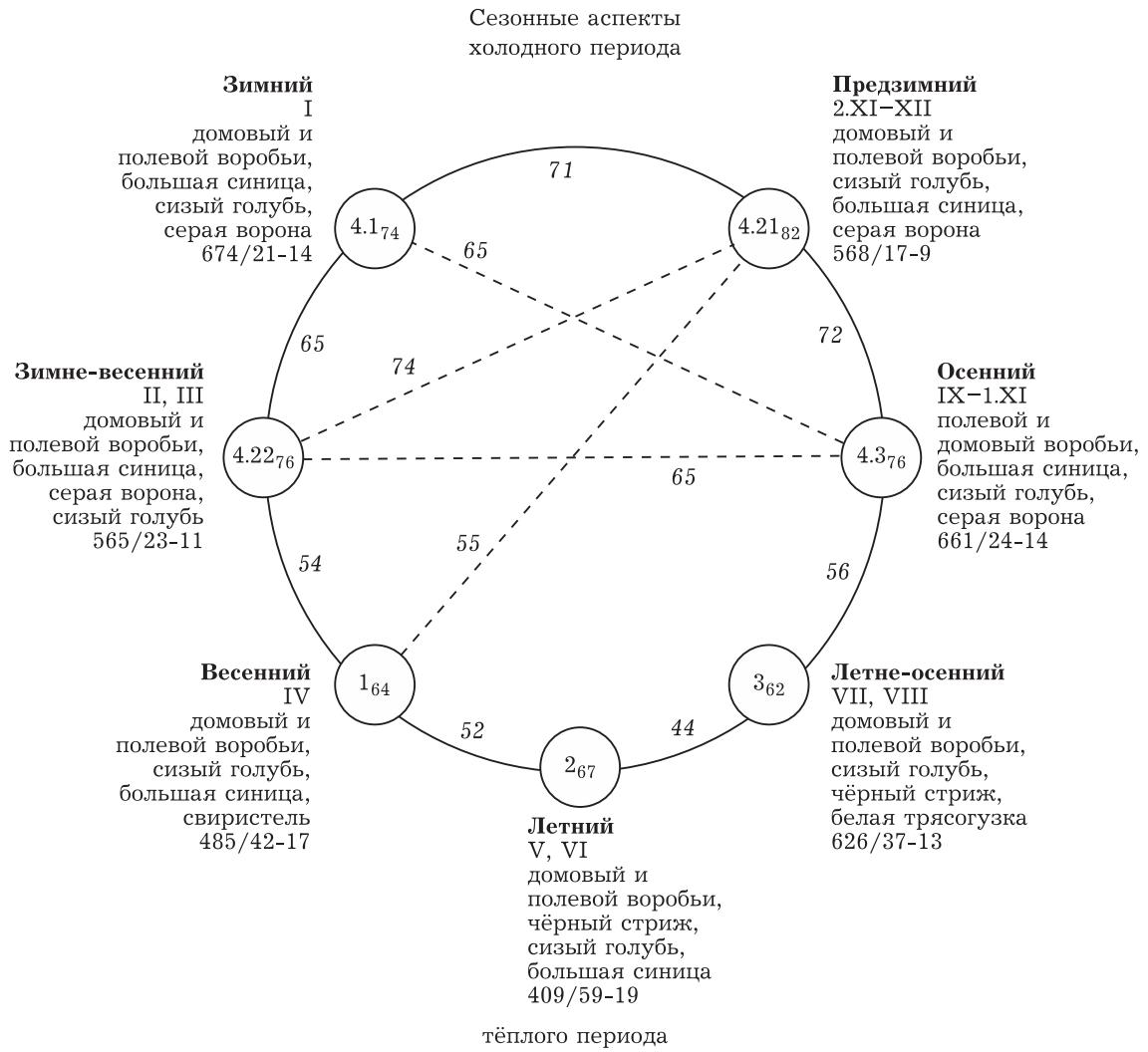


Рис. 5. Хронологическая (сезонная) структура населения птиц г. Уфы по результатам факторной классификации

го голубя. Остальные лидеры встречены лишь в одном из классов.

Больше всего видов птиц отмечено с июля по март и в мае, июне (46 и 45) и почти в полтора раза меньше в апреле, но это связано с объемом материала из-за различий в числе обследованных временных отрезков, входящих в группу. Число фоновых видов почти одинаково (16–18). Столько же классов населения птиц выделено по территории индивидуальной застройки. Население птиц в ней разделено тоже на три аспекта: 6 – летне-осенне-зимне-весенний (с середины августа по апрель), 7 – ранне-летний (мая и июня) и 8 – позднелетний (июля и первой половины августа).

В этих участках во все периоды постоянными лидерами были только домовый воробей и сизый голубь. С апреля до конца июня в это число входила серая ворона, а с мая до середины августа – черный стриж и белая трясогузка. Галка лидировала лишь с середины июля по апрель, а грач – с июля по середину августа. Плотность населения птиц различалась несущественно. Больше всего отмечено видов, в том числе фоновых, с середины августа по апрель и заметно меньше в остальное время.

В парках и скверах изменения в населении птиц максимальны – выделено четыре класса сообществ, по срокам те же, что и в районах одноэтажной застройки. Только июльское

## Типолого-хронологический анализ населения

население отнесено к самостоятельному классу. В постоянных лидерах были лишь большая синица и рябинник. Полевой воробей входил в их число только в апреле и с июля по март, домовый – лишь с июля по март, зеленушка – с апреля по июнь, а черный стриж и зарянка – в июле. Плотность населения птиц и число фоновых видов в парках, скверах во все сезоны изменяются примерно в 2 раза, а общее число видов – в 1,5 раза. Значимое сходство населения по аспектам застроенной части г. Уфы колеблется от 35 до 50 %, а в парках, скверах – от 32 до 35 %. Отличия внутреннего сходства, если не считать одиночных вариантов, варьирует в пределах 30 сложных процентов.

Анализ сезонной (хронологической) изменчивости населения птиц можно продолжить доразбивкой четвертого периода (сезона), поскольку в него входят семь временных вариантов орнитокомплексов, в то время как в остальные включены показатели по одному – двум месяцам. Это должно улучшить сравнимость сезонных изменений сообществ. Доразбивку пришлось делать дважды. Первый раз осенне-зимне-весенний аспект был разделен на осенний (4.1), сборный зимне-весенний (4.2) и зимний (4.3) второго уровня. Во втором из них не удовлетворяет, хотя и понятна его сборность, временная противоречивость, когда объединено вместе предзимье и зимне-весенное время. Поэтому подгруппа 4.2 была еще раз разделена на предзимнее и зимне-весенное население (4.2.1 и 4.2.2).

Во всех аспектах этого периода лидируют домовый и полевой воробы, сизый голубь, большая синица и серая ворона, хотя доля их по аспектам может меняться. Плотность населения по аспектам первого периода сходна в зимний и осенний периоды (674 и 661) и несколько меньше в межсезонье. Очень сходно в них видовое богатство и количество фоновых видов.

По этой информации построен график с данным экспертино четким календарным порядком перечислений проб (см. рис. 5). При этом монотонных изменений основных показателей населения птиц и сходства, как между аспектами, так и внутри них, на этом графике нет. В результате, идеализированные представления четко иллюстрируют тренды в орнитокомплексах.

Второй подход к анализу с помощью программы классификации упорядоченных объектов через запрет перестановки проб внутри временного ряда вводит хронологическое условие рассмотрения на первом, а не на последнем шаге. В программе реализовано последовательно заданное разделение на 2, 3, 4 и т. д. кластера. Это деление проводили до появления одиночных классов. Программа оптимизирует границы так, чтобы они были не случайны. Такой анализ отдельно по каждому местообитанию не позволил выявить единые сезонные границы для всех групп или орнитокомплексов отдельных местообитаний. Это связано с некоторой сборностью материала. Часть рядов, составленных по данным разных лет, определяется недостаточностью данных, собранных на маршрутах. После усреднения по этим времененным отрезкам по всему городу материалы более представительны. На этой матрице ( $24 \times 24$ ) с помощью классификации упорядоченных объектов выделено восемь сезонных аспектов (рис. 6).

### 1. Весенний аспект (1–30 апреля).

Появляются виды, прилетевшие к местам размножения (озерная чайка, белая трясогузка, скворец, зяблик), на пролете значительно увеличивается численность свиристеля из-за кочевки к северу, где он гнездится. Снижается обилие сизого голубя, большой синицы, серой вороньи, галки и грача. В целом по сравнению с предыдущим периодом в апреле плотность населения уменьшается на 15 %, но количество встреченных видов увеличивается вдвое, а фоновых – в 1,5 раза. Лидируют домовый и полевой воробы, сизый голубь, большая синица и свиристель.

### 2. Летний аспект (с 1 мая по 30 июня).

Изменения связаны с массовым прилетом черного стрижка. Обилие его продолжает расти с первой половины мая до конца июня. При слабо изменившейся плотности населения аспект характеризуется максимальным за весь год богатством встреченных видов (59). Это обусловлено прилетом еще ряда гнездящихся видов (горихвостки-чернушки, каменки, певчего дрозда, садовой и болотной камышевок, черноголовой славки, веснички, зеленой пеночки и др.). Лидируют те же виды, кроме свиристеля, которого заменяет черный стриж.

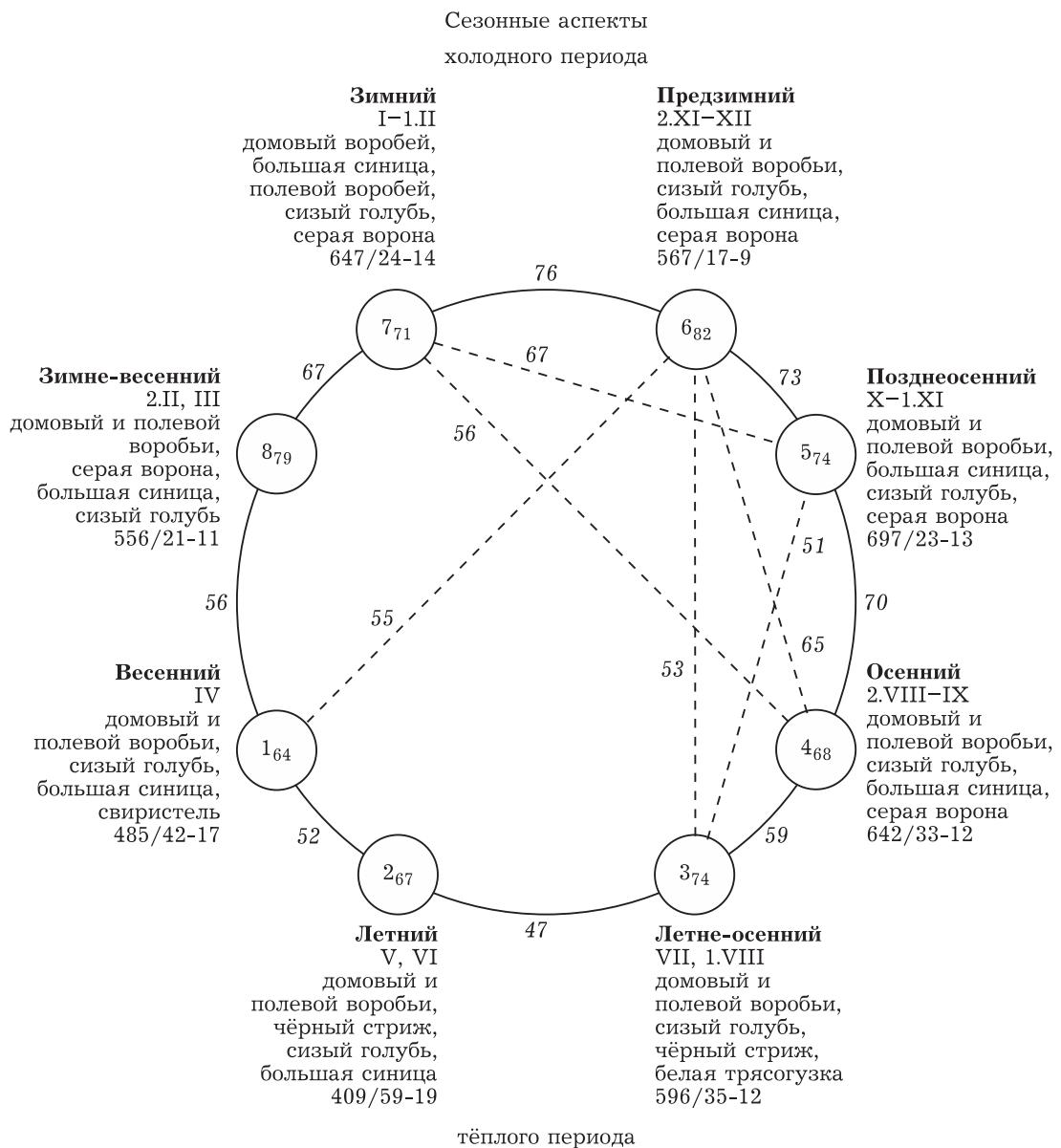


Рис. 6. Хронологическая (сезонная) структура населения птиц г. Уфы по результатам классификации упорядоченных объектов

3. Летне-осенний аспект (с 1 июля до 15 августа).

Отличие его в самом высоком, после вылета молодых, обилии сизого голубя, оно в 1,8 раза выше, чем в предыдущий период. К концу аспекта количество черного стрижка сокращается в 6 раз. В 1,8 и 3 раза стало выше обилие домового и полевого воробьев за счет вылета молодых и, возможно, прикочевки с прилежащих территорий. Плотность населения увеличивается в 1,5 раза. Видовое разнообразие и фоновый состав уменьшаются на 68 и 58 %.

Лидируют те же виды, кроме большой синицы, которую заменяет белая трясогузка.

4. Осенний аспект (с 15 августа по 30 сентября).

Основные изменения населения связаны с отлетом большей части популяций перелетных видов (черного стрижка, белой трясогузки, зяблика, щегла, коноплянки). Однако общая плотность населения в целом увеличивается благодаря значительной прикочевке в город из окрестностей большой синицы (обилие ее возрастает в 6 раз). Полевой воробей

постоянно кочует между городом и окрестными поселками, что порождает непостоянство его обилия. Плотность населения сокращается, хотя и незначительно. Видовое богатство уменьшается на четыре вида, число фоновых остается прежним. Лидируют почти те же виды, кроме черного стрижа и белой трясогузки, которых сменяют большая синица и серая ворона.

5. Позднеосенний аспект (с 1 октября по 15 ноября).

Основные изменения связаны с увеличением обилия серой вороны и галки. Появляется рябинник и снегирь. Плотность населения остается почти на прежнем уровне, а общее число видов, в том числе фоновых, продолжает снижаться. Лидируют те же виды.

6. Предзимний аспект (с 15 ноября по 30 декабря).

Основные изменения связаны с сокращением обилия большой синицы, видимо, в связи с отлетом перелетной части популяции, в 1,7 раза и ряда других видов. Обилие серой вороны снижается вдвое, галки – в 1,5 раза. Плотность населения в целом уменьшается на 23 %. Происходит снижение видового богатства и числа фоновых видов (до 17 и 9). Лидируют те же виды.

7. Зимний аспект (с 1 января по 15 февраля).

Отличия населения на границе декабря и января в основном связаны с увеличением обилия полевых и домовых воробьев (в 1,3 и 1,7 раза соответственно) и большой синицы (почти в 1,5 раза). Эти виды прикачевывают в город из окрестных местообитаний. Обилие сизого голубя снижается в 1,5 раза. Аспекту свойственна сравнительно высокая плотность населения. Она увеличивается на 14 %, видовое богатство тоже возрастает на 41 %, а фоновое – на 55 %. Лидируют те же виды.

8. Зимне-весенний аспект (с 16 февраля по 30 марта).

Уменьшение плотности населения по сравнению с предыдущим аспектом связано с сокращением обилия рябинника и большой синицы при увеличении количества полевых и домовых воробьев в 1,5 раза, что, возможно, связано с кочевками их между городом и ближайшими поселками [Валуев, 2003а, 2012; Загорская, 2013]. Плотность населения в этот период уменьшается на 16 %, общее

число видов – на 14 %, а фоновых – на 37 %. Список лидеров тот же, что и зимой, хотя доли их отличны.

Таким образом, в лидирующие виды круглый год входят домовый и полевой воробы, а также сизый голубь. Большая синица отсутствует среди них только в один из аспектов. Остальные виды лидируют реже: серая ворона – в пяти аспектах, черный стриж – в двух, а свиристель и белая трясогузка – в одном.

Плотность населения максимальна в позднеосенне время, потом суммарное обилие сокращается до лета, правда с существенным увеличением в зимнее время. С летне-осеннего периода суммарное обилие увеличивается до максимума.

Видов больше всего отмечено в летнее время. После этого видовое богатство неуклонно сокращается до предзимнего аспекта, после которого значения возрастают зимой и весной с некоторым уменьшением в зимне-весенне время. Число фоновых видов колеблется в большей степени и не столь монотонно.

Второй способ классификации в целом подтверждает выводы первого – типологического, но с некоторой детализацией. Результаты их использованы в качестве второй части легенды карты населения птиц города Уфы (см. табл. 2 к рис. 1). Вторая классификация тоже ретикулярная (сетчатая). Оценка ее информативности отражает не только классификацию сообществ, но и их структуру (по примыкающим кластерам). В легенду карты, составленную по итогам формализованного анализа сообществ суши, можно включить результаты нерегулярных учетов водоно-околоводных птиц с мая по август и зимой. На водотоках и водоемах, включая их берега, а также в ландшафтах суши учтено летом 15, зимой – семь таких видов. Из них один из семи был фоновым. Плотность населения 42 и 11 особей/км<sup>2</sup>. Общих лидеров зимой и летом не было.

Таким образом, пространственно-типологический и хронологический подходы к анализу дали близкие результаты. Незначительные расхождения прослежены только в границах между некоторыми аспектами. Общее количество аспектов расходится всего на один отрезок. Временной ряд из 24 двухнедельных отрезков с января по декабрь тоже можно преобразовать в круг (см. рис. 6). На нем также обозначены четыре основных аспекта (зимний,

весенний, летний и осенний) и столько же аспектов межсезонья (летне-осенний, позднеосенний, предзимний и зимне-весенний). На этом кольцевом графе тоже прослеживается сжатие кольца в области зимне-весеннего и осеннего аспектов с тенденцией к “эллипсовидности”. Организующую функцию этого графа и предыдущих схем выполняют четыре фактора (режима) – застроенность, облесенность, людность и транспортная нагрузка, а также сезонное развитие природы.

Неметрическое шкалирование как в двух-, так и в трехмерном пространстве показало отсутствие четкой связи с календарной последовательностью проб по двухнедельным отрезкам, но хорошо видно наличие тенденции к выделению двух кругов (рядов) вариантов соответствующих делению на теплый и холодный периоды (рис. 7). К первому из них отнесено население птиц с апреля до середины августа, к холодному – с октября по середину февраля. Между ними расположены переходные варианты межсезонья: зимне-весеннего населения – с середины февраля до конца марта, и осеннего – с середины августа до конца сентября (аспекты 2 и 6). При этом четко видны два круга (эллипса). Первый из них включает аспекты теплого периода. Второй окружает первый и представлен аспектами холодного периода. Очередность аспектов в кругах не соответствует календарной. Сходство внутри первого круга выше, чем второго. Интерпретировать эти отличия можно только как влияние изменений температур воздуха при сезонном развитии природы на внутригодовую изменчивость населения птиц. Наличие внутренних значимых связей приводит к сжатию круга, превращая его в эллипс, хотя и не совсем правильной формы. В трехмерном пространстве при значительной идеализации их можно представить как два полукруга или полуэллипса.

Температура воздуха в холодный период колеблется по месяцам от  $-14$  до  $+7$  °C (в среднем  $-6$  °C), а в теплый – от  $+8$  до  $+20$  °C (в среднем  $+15$  °C). К последнему блоку легенды карты может быть дополнительно присоединена информация о населении водных и околоводных птиц. Учеты по ним проводили эпизодически, поэтому выделено только два аспекта – теплого и холодного периодов. Летом этих птиц почти в 4 раза

больше, чем зимой, видовое богатство выше вдвое, а фоновых видов в 7 раз меньше. При оценке информативности легенды эти данные не использованы из-за их неполноты.

В итоге можно считать, что информативность второго блока легенды карты составляет 72 % дисперсии сходства населения птиц г. Уфы во времени и пространстве. Следует учитывать, что эта оценка включает не только классификационные, но и структурные представления о населении птиц г. Уфы. Структурная специфика задана для оценки как объединение соседних аспектов последовательно и попарно как по горизонтали, так и по вертикали. Общая информативность изложенных представлений и сезонно-территориальной неоднородности населения птиц г. Уфы (двух блоков легенды) равна 76 % матрицы сходства ( $118 \times 118 = 13924$  варианта аспектов в каждом местообитании), множественный коэффициент корреляции – 0,87. Это высокая оценка полноты объяснения изменчивости орнитокомплексов.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В пространственной неоднородности населения птиц выделено четыре кластера: 1 и 2 – многоэтажной и индивидуальной застройки, 3 – улиц, 4 – парков, скверов. Во времени изменчивость определяют главным образом весенний прилет и пролет; гнездование; осенний пролет и отлет; зимняя стабилизация и кочевки. Объединение этих двух классификаций приводит к единой пространственно-временной ретикулярной схеме. Более дробная классификация получена при разделном анализе временной изменчивости и по территориальным кластерам. При этом четко видна наименьшая сезонная изменчивость сообществ в участках многоэтажной застройки, наибольшая – в парках, скверах, и средняя – на территориях индивидуальной застройки и улицах.

По сезонной динамике населения птиц при более подробном рассмотрении выявлено не четыре, а восемь аспектов. Они отличаются от ранее полученного деления наличием не только основных периодов (зимний, весенний, летний и осенний), но таким же числом переходных аспектов (летне-осенний, позднеосенний, предзимний и зимне-весенний). Как при первом обобщенном, так и втором более

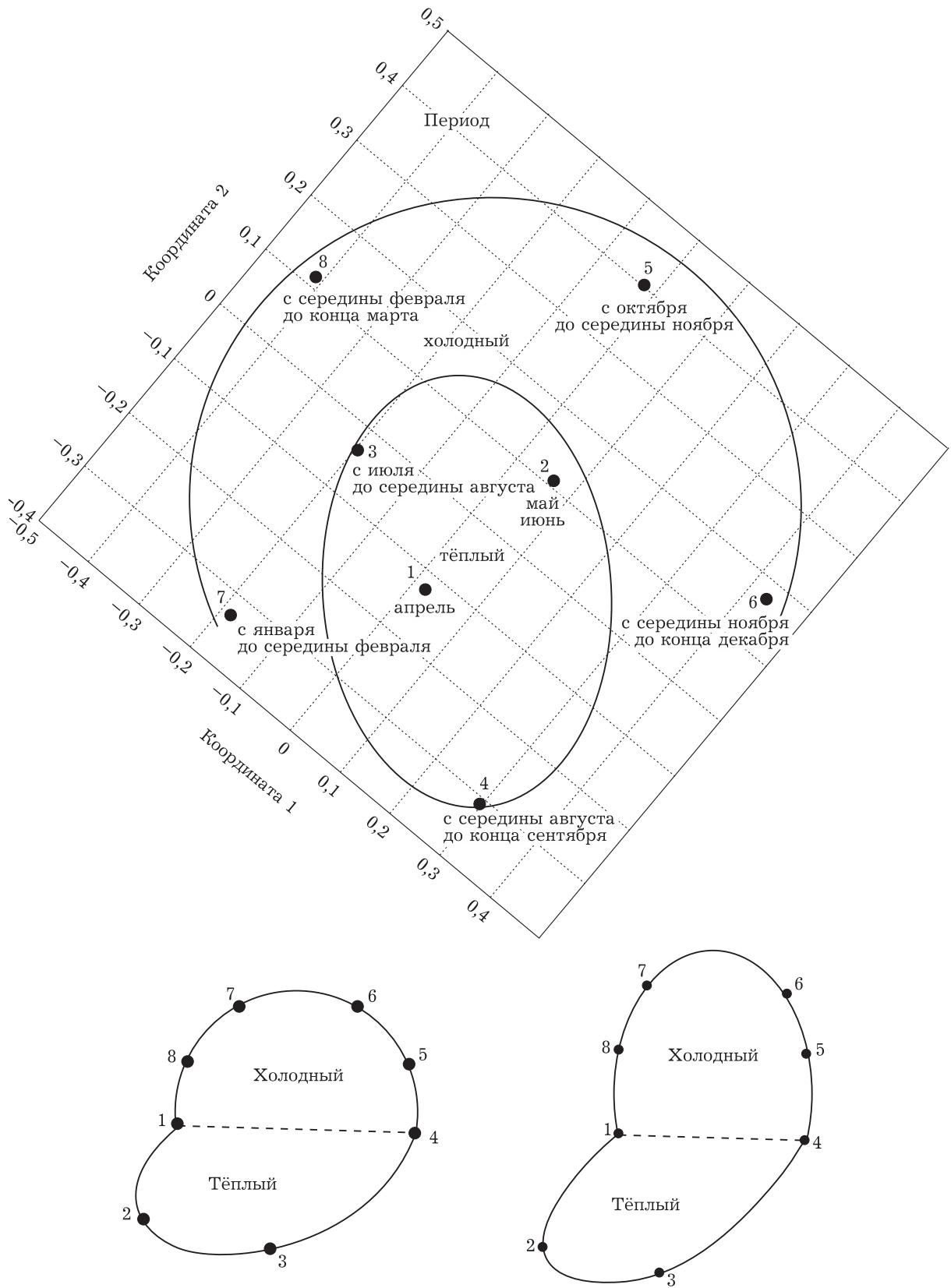


Рис. 7. Результаты шкалирования сезонной изменчивости населения птиц г. Уфы

подробном анализе видна возможность деления годового цикла орнитокомплексов на два периода – теплый и холодный, по четырем аспектам в каждом – с апреля по сентябрь включительно и с октября до конца марта.

При расположении восьми выделенных аспектов в календарном годовом круге минимальное сходство характерно для летнего и раннеосеннего аспектов. Это связано с отлетом птиц и позволяет разделить теплый период на весенне-летний и осенний подпериоды. Внутри календарного круга значительное сходство свойственно позднеосеннему времени, что дает основание говорить не столько о количественном характере изменений населения птиц, сколько о его некоторой эллипсовидности.

Фенологическая зима [Кучеров, 1984] по населению птиц делится по результатам кластерного анализа на предзимний (вторая половина ноября и декабрь) и зимний (январь и первая половина февраля) периоды, захватывая еще и осенне-зимний ( первую половину ноября). В осенне-зимний и предзимний периоды идут кочевки галки и серой вороны. Зимний период по населению птиц совпадает с фенологической зимой (январь) и связан с увеличением обилия большой синицы, домового и полевого воробьев, которые смещаются в застроенные территории города – более благоприятные для проживания в суровых морозных условиях. Раньше фенологической весны по населению птиц начинается зимне-весенний период (вторая половина февраля и март). В это время сокращается обилие рябинника и большой синицы и общая плотность населения. В апреле фенологическая весна совпадает с весенным периодом по орнитокомплексам, когда происходит обогащение видового состава перелетными видами и снижение общей плотности населения. Последнее связано с окончанием пролета птиц, гнездящихся севернее, и с началом гнездования местных птиц. Лето и осень по делению на сезоны по результатам кластерного анализа орнитокомплексов наступают раньше фенологических. Весна фенологически начинается в середине марта, а в населении птиц – в начале апреля. Фенологи эту границу проводят с началом снеготаяния и прилетом грачей, скворцов и белой трясогузки. Это несущественно оказывается на населении птиц в городе в целом. Грачей и скворцов, да и белой трясо-

гушки в нем немного по сравнению с количеством воробьев и сизого голубя. Гораздо более значим пролет свиристеля, гнездящегося севернее. Именно с этим видом связаны изменения в орнитокомплексах, по которым и проводится граница между зимне-весенним, весенним и летним аспектами. Так, фенологически лето наступает в июне, а май считается весенным месяцем. В населении птиц лето и период гнездования наступает уже в мае (табл. 3). Отлет и осенние кочевки птиц начинаются фенологически в летние месяцы (июль и август).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В анализе сезонно-территориальной неоднородности населения птиц г. Уфы использованы экспрессный (обобщенный) и более детальный подход. Результаты первого из них позволяют разделить сезонную динамику орнитокомплексов на четыре периода (аспекта): 1 – осенне-зимне-весенний относительной стабилизации и кочевок птиц; 2 – весеннего прилета и пролета; 3 – весенне-летней стабилизации и гнездования; 4 – осеннего отлета и пролета. Детальный анализ показал возможность деления каждого из них на два подпериода: основного и переходного. Территориальное деление сводится к четырем типам населения птиц участков: 1 и 2 – многоэтажности и индивидуальной застройки; 3 – улиц; 4 – парков, скверов. Наложение деления по местообитаниям и сезонным аспектам дают две ретикулярных классификации ( $4 \times 4$  и  $4 \times 8$  строк и столбцов). Информативность их с учетом структур сходна, хотя предпочтительнее более детальное разделение.

В лидирующие виды круглый год входят домовый и полевой воробы, а также сизый голубь. Большая синица отсутствует среди них только в один из аспектов. Остальные виды лидируют реже: серая ворона – в пяти аспектах, черный стриж – в двух, а свиристель и белая трясогузка – в одном.

Плотность населения максимальна в позднеосенне время, потом суммарное обилие сокращается до лета, правда с существенным увеличением в зимнее время. С летнеосеннего периода суммарное обилие увеличивается до максимума.

Т а б л и ц а 3  
Фенологические сезоны и сезонные аспекты населения птиц г. Уфы

Период неоднородности населения птиц	Месяц	Сезонный аспект населения птиц	Фенологический сезон*	Характеристика сезона
4 Осенне-зимне-весенний относительной стабилизации и кочевок (окончание)	Январь	Зимний	Зима	
1 Весеннего прилета и пролета	Февраль			
2 Гнездования и весенне-летней стабилизации	Март	Зимне-весенний	Весна	60–70 дней
	Апрель	Весенний		
	Май	Летний		
	Июнь		Лето	80–100 дней
3 Осеннего пролета и отлета	Июль	Летне-осенний	1-й период	От цветения клевера до цветения лилии
	Август		2-й период	С цветения лилии до первых заморозков
	Сентябрь	Осенний	Осень	55–60 дней
4 Осенне-зимне-весенний относительной стабилизации и кочевок (начало)	Октябрь	Осенне-зимний	1-й период	С начала заморозков до конца листопада
	Ноябрь		2-й период	С конца листопада до замерзания прудов и озер
	Декабрь	Предзимний	Зима	160–170 дней
				Средняя температура –16 °C Минимальная температура –50 °C Прилег свиристеля – февраль

\*По Е. В. Кучерову [1984].

Видов больше всего отмечено в летнее время. После этого видовое богатство неуклонно сокращается до предзимнего аспекта, после которого значения возрастают зимой и весной с некоторым уменьшением в зимне-весеннее время. Число фоновых видов колеблется в большей степени и не столь монотонно.

Все представления о сезонно-территориальной неоднородности орнитокомплексов учитывают 76 % дисперсии матрицы сходства сообществ (множественный коэффициент корреляции – 0,87). Временные отличия населения птиц несколько уступают пространственным. Границы фенологических периодов и сезонных аспектов сообществ птиц не совпадают. Причина этого – разные принципы их выделения. В фенологии границы проводят по началу изменений (снеготаяния, прилету первых хорошо заметных птиц), а в населении – по явлениям, существенно изменившим облик орнитокомплексов.

Исследования, послужившие основой для написания данной статьи, проведены в основном по программе ФНИ государственных академий на 2021–2025 гг. (проект FWGS-2021-0002).

## ЛИТЕРАТУРА

- Благосклонов К. Н. Ави фауна большого города и возможности ее преобразования // Экология, география и охрана птиц. Л., 1980. С. 144–155.
- Валуев В. А. Динамика зимней ави фауны г. Уфы (на примере 1990 и 2002 годов): Уфа: РИО БашГУ, 2003а. 12 с. (Препринт).
- Валуев В. А. Птицы на зимних дорогах Башкирии // Вестн. Башкирского ун-та. Уфа, 2003б. № 3–4. С. 36–37.
- Валуев В. А. Экология птиц Башкортостана (1811–2008). Уфа, 2008. 712 с.
- Валуев В. А. Возможные причины снижения численности птиц в городских условиях (на примере г. Уфы) // Башкирский орнитол. вестн. Уфа: РИЦ БашГУ, 2010. Вып. 8. С. 9–12.
- Валуев В. А. Взаимосвязь зимней орнитофауны города и его окрестностей // Экология урбанизированных территорий. 2012. № 1. С. 74–79.
- Железнова Т. К., Милovidов С. П., Блинов Л. В. Птицы города Томска. I том. Орнитофауна и ее сезонная динамика. М.: Изд-во “У Никитских ворот”, 2021. 376 с.
- Загорская В. В. Динамика серой вороны и галки в различных биотопах г. Уфы в 2012 г. // Сб. науч. тр. SWorld, март, 2013. Только в электронной версии: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/biology-113/plant-physiology-and-animal-rights-113/16390-113-0192>
- Ильичев В. Д., Фомин В. Е. Орнитогеографические отношения в антропогенно-измененных ландшафтах Южного Урала и Башкирии // Практ. использ. и охрана птиц Южно-Уральск. региона. М., 1983. С. 26–29.
- Калякин М. В., Волцит О. В. Атлас. Птицы Москвы и Подмосковья. София–Москва: Penssoft, 2006. 372 с.
- Карев Е. В. Урбанизация как фактор изменения региональной орнитофауны (на примере г. Уфы) // Орнитофауна и изменение среды (На примере Южно-Уральского региона). М.: Наука, 1988. С. 138–165.
- Козлов Н. А. Птицы Новосибирска: Пространственно-временная организация населения. Новосибирск, 1988. 158 с.
- Кучеров Е. В. Календарь природы Башкирии. Уфа: Башк. кн. изд-во, 1984. 208 с.
- Любищев А. А. Дисперсионный анализ в биологии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. 200 с.
- Майхрум М. И. Птицы городского ландшафта (на примере г. Саранска): автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1975. 20 с.
- Малкова А. Н. Пространственно-временная организация населения птиц городов равнин и гор юга Западной Сибири (на примере Новосибирска и Горно-Алтайска): автореф. канд. дис. / ИСиЭЖ СО РАН. Новосибирск, 2008. 22 с.
- Милovidов С. П. Орнитофауна г. Томска, пути ее формирования и динамики. // Тр. НИИ биол. и биофиз. при Том. ун-те. Томск, 1976. Т. 7. С. 41–47.
- Нумеров А. Д., Венгеров П. Д., Киселев О. Г. Атлас гнездящихся птиц г. Воронежа. Воронеж, 2013. 360 с.
- Одинцева А. А., Одинцов О. А. Птицы города Омска // Новосибирск: СО РАН, 2022. 262 с.
- Полежанкина П. Г., Габбасова Э. З. К орнитофауне города Уфы // Фауна Урала и Сибири. Региональный фаунистический журнал. Екатеринбург: Изд-во Института экологии растений и животных УрО РАН, 2016. № 2. С. 156–166.
- Полежанкина П. Г., Габбасова Э. З., Мокеев Д. Ю. Зимняя орнитофауна г. Уфы (2015–2017 годы) // Динамика численности птиц в наземных ландшафтах 30-летие программ мониторинга зимующих птиц России и сопредельных регионов “Parus” и “Евроазиатский Рождественский учет”. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2017. С. 320–325.
- Полежанкина П. Г., Габбасова Э. З., Мокеев Д. Ю. Дополнения к списку орнитофауны г. Уфы, полученные в период работы над проектом создания Атласа птиц г. Уфы (2015–2022) // Второй Всерос. орнитол. конгр. (г. Санкт-Петербург, Россия, 30 января – 4 февраля 2023 г.): тез. докл. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2023. С. 209–210.
- Равкин Е. С. Пространственно-временная структура населения птиц. Подмосковные смешанные леса // Пространственно-временная динамика животного населения. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние. 1985. С. 139–159.
- Равкин Ю. С. К методике учета птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск: Наука, 1967. С. 66–75.
- Равкин Ю. С., Ливанов С. Г. Факторная зоogeография. Новосибирск: Наука, 2008. 205 с.
- Соловьев С. А. Птицы Омска и его окрестностей. Новосибирск: Наука, 2005. 296 с.
- Сушкин П. П. Птицы Уфимской губернии. М.: Изд-во “Товарищество И. Н. Кушнеревъ и К°”, 1897. 325 с.
- Храбрый В. М. Птицы Санкт-Петербурга: фауна, размещение, охрана. СПб., 1991. 274 с.
- Цыбулин С. М. Птицы диффузного города (на примере Новосибирского Академгородка). Новосибирск: Наука, 1985. 169 с.

# Spatial and temporal variability of the bird population of Ufa

V. V. ZAGORSKAYA<sup>1</sup>, Yu. S. RAVKIN<sup>2</sup>, I. P. KOKORINA<sup>2</sup>, M. I. LYALINA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Bashkir Republican Ornithological Society  
450017, Ufa, Mikhailovskaya str., 1  
E-mail: Valeria76@mail.ru*

<sup>2</sup>*Institute of Systematics and Ecology of Animals of SB RAS  
630091, Novosibirsk, Frunze str., 11  
E-mail: yravkin@bk.ru*

The results of year-round bird counts conducted in Ufa every two weeks for three years (2012–2014), on routes with a length of 5 km in each of the five sites (multi-storey buildings, in areas of old and new individual buildings, on streets and in parks) are analyzed. The methods of cluster analysis revealed the main trends of seasonal and territorial heterogeneity of the bird population. The informativeness of the obtained representations is determined using linear qualitative approximation of community similarity matrices (one of the methods of regression analysis). The selected seasonal aspects are compared with the phenological division according to the seasonal development of nature. The orientation of the constructed graphs in the factor space is compared with the results of non-metric scaling. A map of seasonal and territorial heterogeneity of the surveyed ornithocomplexes has been compiled.

**Key words:** Ufa, Bashkortostan, Russia, ornithocomplexes, biotopic heterogeneity, seasonal and annual differences.