



РОССИЙСКИЙ ЖУРНАЛ ПРИКЛАДНОЙ ЭКОЛОГИИ

4/2016



¹В.Г. Ивлиев, ^{2,3}Ю.С. Равкин, ²И.Н. Богомолова¹Институт проблем экологии и недропользования АН РТ²Институт систематики и экологии животных СО РАН, zm@eco.nsc.ru³Томский государственный университет

СЕЗОННАЯ И ГОДОВАЯ ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ ОКРАИН Г. КАЗАНИ

Исследование проведено в четырёх местообитаниях окраин г. Казани на площади более 19 км²: в сосняках и широколиственных лесах, используемых в рекреационных целях, коллективных садах и кварталах малоэтажных зданий в посёлках. Птиц учитывали круглогодично с декабря 1972 г. по ноябрь 2015 г. на постоянных маршрутах. В данном сообщении использованы результаты учётов, проведённых в сосняках с первой декады декабря 1972 г. и во всех местообитаниях – с июля 1986 г. Учёты вели ежедекадно. Их общая протяжённость – более 16 тыс. км. Проведенный кластерный анализ выявил 10 сезонных аспектов, которые агрегированы в два типа: весенне-летний (гнездовый или тёплый) и осенне-зимний (внегнездовый или холодный). Информативность классификации по аспектам и их типам равна 69% дисперсии матрицы коэффициентов сходства населения в среднем по декадам за все годы наблюдений, графа – 61%, а их вместе – 80% (коэффициент корреляции – 0.89). Неоднородность орнитокомплексов значимо определяют шесть факторов среды: состав лесообразующих пород, облесённость, застроенность, распашка, сезонная теплообеспеченность и инвазии большого пёстрого дятла. Прочие годовые колебания среды оказались незначимыми. Наиболее выражена зависимость от двух первых из указанных факторов. Множественная связь изменчивости населения птиц со всеми выявленными факторами и режимами составляет около – 78% дисперсии матрицы сходства, что примерно соответствует коэффициенту корреляции, равному 0.88.

Собранные материалы и результаты их анализа могут быть использованы при эколого-экономических экспертизах проектов и разработке природоохранных мероприятий.

Ключевые слова: орнитокомплексы; сезонная динамика; годовые колебания; плотность населения птиц; видовое богатство.

Введение

Корректная оценка роли птиц в экосистемах не может быть осуществлена без учета их территориально-временных связей. В то же время определение границ между отдельными периодами жизнедеятельности затруднено из-за индивидуальности реакции разных видов. Высокая подвижность птиц, отсутствие привязанности к определенной территории на протяжении большей части года обусловили, по сравнению со многими группами животных, несовпадение сроков сезонных явлений у отдельных видов. Тем более это относится к населению птиц в целом. Так, в средней полосе европейской части России появление слетков у рябинника *Turdus pilaris* L. происходит в конце мая, у скворца *Sturnus vulgaris* L., поползня *Sitta europea* L. и других раногнездящихся видов – в начале июня. Через 10-15 дней молодые и отгнездившиеся взрослые особи приступают к местным кочевкам. В это же время идет активный пролет и предгнездовые кочевки дальних мигрантов, которые у некоторой части из них продолжают-ся до конца июня. Так, в 20-х числах этого ме-

сяца достигают пределов Восточно-Европейской равнины обитающие в тундре продвигающиеся на зимовку некоторые виды куликов. Таким образом, на одной территории могут одновременно обитать гнездящиеся, кочующие особи, весенние и осенние мигранты. Все это свидетельствует об условности проведения анализа населения птиц в границах периодов, широко используемых в орнитологии. Рациональнее такой анализ осуществлять по менее продолжительным отрезкам времени (сезонным аспектам), в течение которых их население более сходно.

Цель настоящего сообщения – установление с использованием методов кластерного анализа временных границ сезонных аспектов населения птиц в местообитаниях окраин г. Казани и выявление основных факторов среды, определяющих видовое богатство, плотность и структуру их населения.

Материалы и методы исследования

Для анализа использованы материалы, собранные В.Г. Ивлиевым и находящиеся в банке дан-

ных лаборатории зоологического мониторинга ИСиЭЖ СО РАН. Учёты численности птиц проведены на постоянных маршрутах круглогодично – в сосняках с декабря 1972 г., а в остальных местообитаниях (широколиственных лесах, коллективных садах и посёлках) с июля 1986 г. и повсеместно до конца 2015 г. Площадь обследованной территории около 19 км². Общая протяженность маршрутов – более 16 тыс. км.

В работе приведены основные характеристики сообществ птиц – плотности населения, видового и фоновое богатства, фаунистического состава по обилию (по Б.К. Штегману (1938) с дополнениями). Названия птиц даны по А.И. Иванову (1976).

Перед началом кластерного анализа результаты учёта птиц по всем местообитаниям с 1986 г. усреднены за все годы, подекадно с равным весом. В отдельных местообитаниях в некоторые декады учёты не были проведены. В этих случаях средние рассчитаны без учёта таких декад. После этого по рассчитанным средним вычислены коэффициенты сходства для количественных признаков (Jaccard, 1902; Наумов, 1963). Затем с помощью алгоритма классификации упорядоченных объектов (Куперштох, Трофимов, 1974) проведено разделение этого ряда из 36 средних с января по декабрь включительно на два класса. Граница между ними прошла между первой и второй декадами апреля. Её можно считать наиболее значимой, поскольку она проявилась на первом шаге разделения. После этого матрица коэффициентов сходства переформатирована так, чтобы она начиналась с этой границы. Затем совокупность средних подекадных вариантов населения разделена на 2-10 классов. Далее по средним значениям, рассчитанным для этих классов по каждому местообитанию в каждый год отдельно, вычислено сходство населения птиц и с помощью алгоритма факторной классификации (Куперштох, Трофимов, 1975) проведено выявление типов аспектов и по среднетиповым показателям – пространственно-временной структуры населения птиц.

Результаты и их обсуждение

Пространственно-временная неоднородность обилия населения птиц

Кластерный анализ собранных материалов с помощью классификации упорядоченных объектов показал, что при усреднении населения птиц всех лет по декадам орнитокомплексы населения

целесообразно агрегировать в 10 классов (сезонных аспектов) (рис. 1):

1 – весенний (с середины¹ апреля до начала мая, границу со следующим аспектом определяют прилёт или увеличение обилия соловья *Luscinia luscinia* (L.), славки – садовой *Sylvia borin* (Bodd.) и черноголовой *Sylvia atricapilla* (L.), веснички *Phylloscopus trochilus* (L.) и чечевицы *Carpodacus erythrinus* (Pall.), а также уменьшение обилия при затухании предгнездового пролёта у белой трясогузки *Motacilla alba* L., зарянки *Erithacus rubecula* (L.), дроздов – рябинника² и певчего *Turdus philomelos* Brehm и откочёвки у теньковки *Phylloscopus collybita* (Vieill.), большой синицы *Parus major* L. и полевого воробья *Passer montanus* (L.);

2 – I половины лета (с середины мая до начала июня – послегнездовая откочёвка у рябинника, окончание пролёта садовой камышевки *Acrocephalus dumetorum* (Blyth.), садовой славки (*Sylvia borin* (Bodd.)), веснички, мухоловки-пеструшки (*Muscicapa hypoleuca* (Pall.)), продолжение вылета молодых у белой трясогузки, большой синицы и полевого воробья);

3 – II половины лета (с середины июня до середины июля – откочёвка у белой трясогузки, садовой славки, полевого воробья, послегнездовое увеличение обилия у большой синицы и зяблика *Fringilla coelebs* L.);

4 – предосенний (с конца июля до середины августа – миграционное увеличение обилия у большой синицы, домового и полевого воробьёв, снижение – у рябинника, веснички, зяблика);

5 – осенний (с конца августа до середины сентября – прикочёвка у рябинника, певчего дрозда, домового (*Passer domesticus* (L.)) и полевого воробьёв, перемещение части сизых голубей *Columba livia* L. в соседние местообитания, откочёвка большой синицы и зяблика);

6 – позднеосенний (с конца сентября до середины октября – увеличение обилия свиристеля *Bombicilla garrulus* (L.), снегиря (*Pyrrhula pyrrhula* (L.)), домового и полевого воробьёв, галки *Corvus monedula* L. и серой вороны *Corvus cornix* L., откочёвка у чижа *Spinus spinus* (L.) и грача *Corvus frugilegus* L.);

7 – предзимний (с конца октября до середины декабря – массовая прикочёвка свиристеля, меньшая – у дубоноса *Coccothraustes coccothraustes* (L.) и откочёвка полевого воробья);

8 – зимний (с середины декабря до середины февраля – частичная откочёвка галки, прикочёвка

¹Для упрощения описания мы будем первую декаду называть началом месяца, вторую – серединой и третью – концом его. При этом слова «от» и «до» означает «включая».

²Далее по аспектам список видов и причина отличий в обилии дан по показателям в 10 и более особей/км² по обе стороны от границы аспектов.

Типы аспектов (I, II, аспекты 1-10)

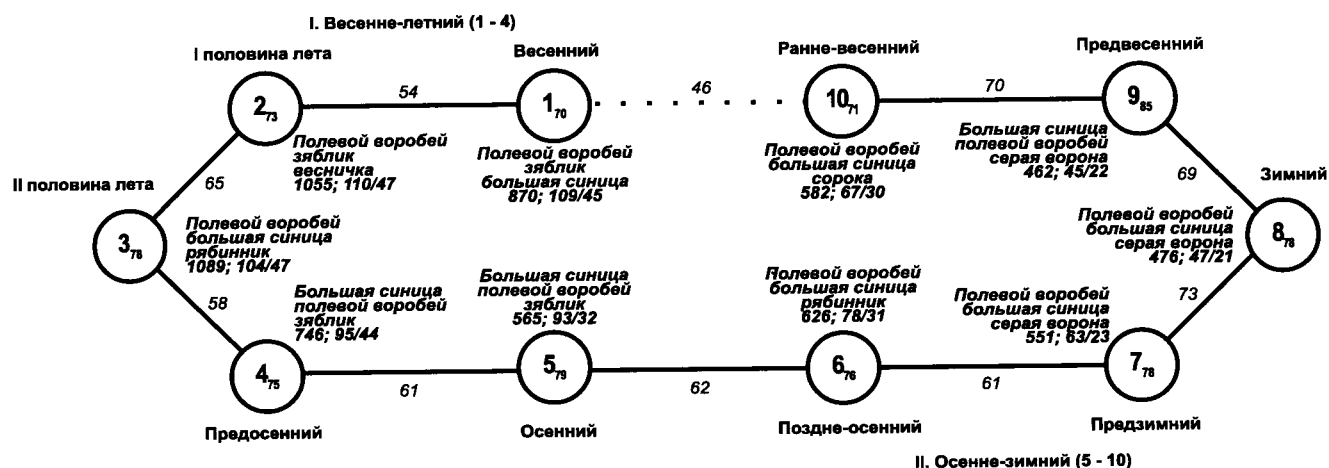


Рис. 1. Сезонная структура изменений населения птиц в целом по району работ (на рис. 1 и 3 приведены три первых лидера по обилию, плотность населения; особей/кв.км; общее число встреченных видов/в том числе фоновых)

большой синицы и полевого воробья);

9 – предвесенний (с конца февраля до середины марта – пролёт свиристеля, полевого воробья и сороки *Pica pica* (L.);

10 – ранне-весенний (с конца марта до начала апреля – увеличение обилия на пролёте и после прилёта у белой трясогузки, свиристеля, зарянки, рябинника, белобровика *Turdus iliacus* L., певчего дрозда и зяблика, частичная откочёвка большой синицы и сороки).

Многомерное неметрическое шкалирование в двухмерном пространстве показало, так же как для лесов Подмосковья и местообитаний Новосибирска (Е. Равкин, 1985; Козлов, 1988), эллипсоидность внутригодовых изменений облика населения птиц. Правда, овальность сверху вниз для окраин Казани выше, чем на указанных территориях (рис. 2), что свидетельствует о меньших различиях в сходстве летних и зимних орнитокомплексов под Казанью. Однако это не территориальная специфика сообществ, а результат усреднения обилия птиц по селитебным и лесным сообществам. В ранее выполненных работах такие территории рассмотрены отдельно.

После повторной агрегации средних по этим десяти аспектам можно говорить о двух типах их специфики.

I. Весенне-летний тип аспекта (гнездовый или тёплый период – с конца апреля до середины августа; лидеры по обилию, % – полевой воробей 20, зяблик и большая синица по 11, рябинник 7, весничка 5; плотность населения, особей/км² – 940; отмечено видов – 138 / в том числе фоновых 52; доля преобладающих типов фауны (10 и более % по обилию) – европейского 57, транспалеарктов 29, сибирского 10³);

³Далее в классификациях эти показатели приведены в том же порядке без наименования.

Аспекты:

1 – весенний (полевой воробей 20, зяблик 13, большая синица 12, рябинник 8, белая трясогузка 4; 870; 109/45; европейского типа фауны 52, транспалеарктов 31, сибирского типа 16);

2 – I половины лета (полевой воробей 16, зяблик 11, весничка 8, рябинник и большая синица по 7; 1055; 110/47; европейского типа фауны 63, транспалеарктов 24);

3 – II половины лета (полевой воробей 24, большая синица и зяблик по 9, рябинник 6, белая трясогузка 4; 1089; 104/47; европейского типа фауны 54, транспалеарктов 34);

4 – предосенний (полевой воробей 19, большая синица 16, зяблик 12, рябинник 6, весничка 5; 746; 95/44; европейского типа фауны 59, транспалеарктов 29);

II. Осенне-зимний (внегнездовой или холодный период; большая синица 23, полевой воробей 22, серая ворона, домовый воробей и сорока по 7; 544; 118/31; европейского типа фауны 49, транспалеарктов 36, сибирского типа 12).

Аспекты:

5 – осенний (большая синица 24, полевой воробей 18, зяблик 9, домовый воробей 5, грач *Corvus frugilegus* L. 4; 565; 93/32; европейского типа фауны 60, транспалеарктов 28).

6 – поздне-осенний (полевой воробей 22, большая синица 20, рябинник 7, домовый воробей 6, грач 5; 626; 78/31; европейского типа фауны 49, транспалеарктов 34, сибирского типа 13);

7 – предзимний (полевой воробей 20, большая синица 19, серая ворона 9, домовый воробей 8, галка 6; 551; 63/23; европейского типа фауны 42, транспалеарктов 39, сибирского типа 16);

8 – зимний (полевой воробей и большая синица

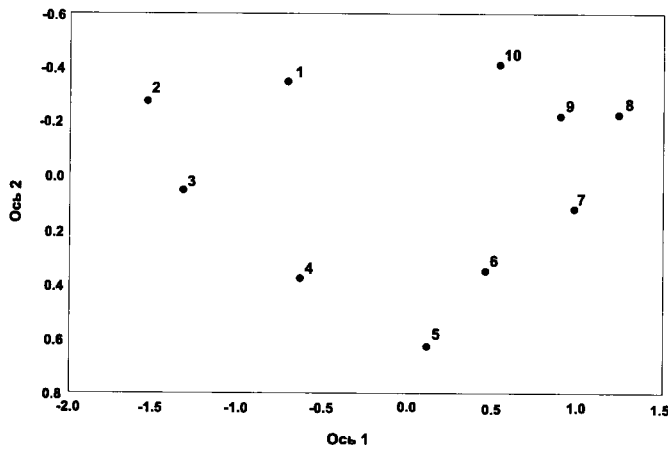


Рис. 2. Проекция сходства населения птиц по сезонным аспектам в целом по району работ

ца по 20, серая ворона 12, галка и домовый воробей по 7; 476; 47/21; европейского типа фауны 43, транспалеарктов 39, сибирского типа 16);

9 – предвесенний (большая синица 31, полевой воробей 25, серая ворона 11, сорока 8, домовый воробей 6; 462; 45/22; европейского типа фауны 54, транспалеарктов 37);

10 – ранне-весенний (полевой воробей 29, большая синица 25, сорока 7, свиристель и серая ворона по 6; 582; 67/30; европейского типа фауны 47, транспалеарктов 39, сибирского типа 12);

В весенне-летний период за счёт пролёта птиц и вылета молодых среднее суммарное обилие было более высоким (940 особей/км², по аспектам от 746 до 1089), чем в осенне-зимний период (544, по аспектам 462-621). Видовое богатство в целом было бóльшим тоже в весенне-летнее время (138 видов, по аспектам 95-110), чем в осенне-зимнее (118, 45-93), а число фоновых видов, соответственно, 52 и 31 (44-47 и 21-31).

Информативность классификации по аспектам и их типам равна 69% дисперсии матрицы коэффициентов сходства населения птиц за все годы по декадам, графа – 61%, а их вместе – 80% (множественный коэффициент корреляции – 0,89).

После этого рассчитаны средние показатели обилия по всем видам птиц по каждому из аспектов для каждого местообитания и года наблюдений. В итоге получили 261 пространственно-временной вариант населения. По этим данным рассчитаны коэффициенты сходства Жаккара-Наумова, на матрице которых провели факторную классификацию. По результатам её после идеализации может быть выделено 5 типов населения и после повторной агрегации – три надтипа сообществ. Разработанная классификация приведена ниже.

I. 1. Надтип и тип населения птиц лесов в тёплое время (зяблик 18, большая синица 13,

весничка 9, рябинник 8, полевой воробей 4; 945; 141/50; европейского типа фауны 75, сибирского 12);

Подтипы населения:

1.1 – сосняков (зяблик 21, весничка и большая синица по 11, лесной конёк *Anthus trivialis* (L.) и полевой воробей по 4; 785; 134/46; европейского типа фауны 77),

1.2 – широколиственных лесов (зяблик 16, большая синица 15, рябинник 12, весничка 6, полевой воробей 4; 1183; 110/50; европейского типа фауны 72, сибирского 16).

II. Надтип орнитокомплексов лесов и садов в холодное время (полевой воробей 37, большая синица 10, домовый воробей 8, серая ворона 7, белая трясогузка 4; 1023; 113/40; транспалеарктов 53, европейского типа фауны 36).

2. Тип населения птиц лесов и садов в холодное время (кроме сосняков при инвазиях большого пёстрого дятла); большая синица 30, сорока 8, пухляк *Parus montanus* Bald. 7, полевой воробей и большой пёстрый дятел *Dendrocopos major* (L.) по 5; 326; 120/28; европейского типа фауны 63, сибирского 20, транспалеарктов 15).

Подтипы населения птиц:

2.1 – сосняков (кроме лет с инвазиями большого пёстрого дятла; большая синица 22, пухляк 16, желтоголовый королёк *Regulus regulus* (L.) 9, большой пёстрый дятел и сорока по 8; 332; 86/22; европейского типа фауны 54, транспалеарктов 21, сибирского типа 20);

2.2 – широколиственных лесов (большая синица 37, сорока 8, полевой воробей, чечётка *Acanthis flammea* (L.) и серая ворона по 5; 333; 100/27; европейского типа фауны 68, сибирского 22, транспалеарктов 10).

2.3 – садов (большая синица 38, сорока 12, полевой воробей 11, рябинник 7, снегирь *Pyrrhula pyrrhula* (L.) 6; 267; 65/21; европейского типа фауны 67, сибирского 20, транспалеарктов 13).

Типы населения птиц:

3 – сосновых лесов в холодное время при инвазиях большого пёстрого дятла (2010, 2011, 2014, 2015 гг.) (большой пёстрый дятел 33, большая синица 20, зяблик 12, пухляк 7, серая ворона 4; 217; 54/22; европейского типа фауны 46, транспалеарктов 37, сибирского типа 16).

III. Надтип населения птиц садов в тёплое время и посёлков круглый год (большая синица 30, сорока 8, пухляк 7, большой пёстрый дятел 6, полевой воробей 5; 321; 120/27; европейского типа фауны 63, сибирского 20, транспалеарктов 16).

Типы населения птиц:

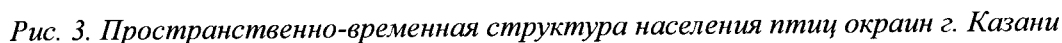
4 – садов в тёплое время (полевой воробей 30, белая трясогузка 12, рябинник 10, большая сини-

5 – посёлков круглый год (полевой и домовый воробьи 39 и 11, большая синица 10, серая ворона 8, сизый голубь 4; 1159; 104/32; транспалеарктов 56, европейского типа фауны 34, сибирского 12).

5.1 – посёлков в тёплое время (полевой и домовый воробьи 45 и 11, чёрный стриж *Apus apus* (L.) 9, серая ворона 4; 1097; 95/36; транспалеарктов 60, европейского типа фауны 32);

По пространственно-типологической структуре населения птиц на уровне типа (рис. 3) можно говорить о двух рядах изменений орнитокомплексов: в лесах по сезонной теплообеспеченности (типы 1-3), а также по облесённости и застроенности (типы 1,4,5). При этом население садов представлено в обоих рядах – зимой оно ближе к сообществам лесов, а в весенне-летний период образует самостоятельный тип сообществ, который по сходству находится между орнитокомплексами лесов и посёлков. Это связано с наличием здесь рудеральных кормов в тёплое время, когда люди постоянно живут в садах, а в холодное – с наличием деревьев, плодов и ягод. В

Однако объяснить выявленные группы лет не



удалось, поэтому мы решили провести обратную классификацию и сопоставление сначала по отличиям в температурном режиме в холодный период. Для этого к показателям температуры воздуха по аспектам сначала прибавили абсолютное максимальное значение по температуре воздуха ниже нуля. Это переводит все оценки в положительную область, не искажая их относительных отличий. Второй вариант счёта относится к тёплому типу аспекта. В этом случае расчёты проведены по нормированным средним значениям температуры воздуха и сумме осадков. После этого для каждой из подборок рассчитаны коэффициенты Жаккара-Наумова по годам (объекты) и по погодным условиям (признаки). На этих матрицах отдельно проведена классификация объектов. В результате, в холодном типе аспектов выявлено шесть периодов: 1 – очень холодный (средняя температура -2.2°C); 2 – холодный (-1.1°); 3 – прохладный ($+0.2^{\circ}$); 4 – тёплый ($+0.9^{\circ}$) и два очень тёплых – 5 и 6 ($+1.2^{\circ}$ и $+1.9^{\circ}$). В тёплом типе аспекта выделено пять периодов: 1 – тёплый умеренно-влажный, 2 – умеренно-тёплый и очень влажный, 3 – умеренно-тёплый и влажный, 4 – тёплый и очень сухой, 5 – прохладный и сухой.

После этого на той же матрице сходства, на которой был проведён анализ пространственно-временной (сезонно-биотопической) изменчивости населения (см. рис. 3) оценена связь изменчивости облика населения по указанным одиннадцати периодам. Она оказалась ничтожно малой – 0.06% дисперсии (коэффициент корреляции – 0.02). Поэтому связью с годовыми отличиями вполне можно пренебречь.

Динамика плотности и видового богатства населения птиц по годам

В сосняках с 1973 по 2015 гг. плотность населения птиц в весенне-летнее время отличалась умеренными и короткими колебаниями и некоторой тенденцией к снижению значений. В широколиственных лесах в тот же период отличия в суммарном обилии птиц обычно меньше, чем в сосняках. Лишь в 1991–1993 гг. они были столь же велики. В осенне-зимнее время по соснякам на фоне несколько больших различий в плотности населения чётко прослеживается её снижение. Для широколиственных лесов меньшие показатели отмечены с 1997 по 2007 гг. при резких колебаниях с 2008 по 2015 гг. В садах в холодное время с 1989 г. суммарное обилие птиц почти неуклонно уменьшалось, а с 2004 г. уровень его был несколько более высоким и стабильным.

В весенне-летнее время в садах плотность населения птиц изменяется почти так же как в ши-

роколиственных лесах. Зимой в садах колебания выше с общей тенденцией к стабильности. В посёлках в весенне-летнее время меньшее суммарное количество птиц прослежено с 1988 по 1999 и с 2011 по 2015 гг. по сравнению с периодом с 2000 по 2010 гг. В осенне-зимнее время, в общем тоже отмечено снижение значений вплоть до 2003 г., а потом незначительное увеличение и сравнительно стабильное состояние до 2013 г. с падением показателей в 2014/15 гг.

В среднем по территории с 1987 до 2015 гг. в весенне-летний (тёплый) период плотность населения птиц очень стабильна, а в холодный почти неуклонно, но незначительно, снижалась до 2000 г., а потом колебалась незначительно (рис. 4). После выравнивания значений усреднением нарастающим итогом по годам, можно отметить некоторое увеличение показателей к 1992 г. в тёплый период и в 1990 г. – в холодный (внегнздовой). После этого идёт неуклонное, хотя и незначительное снижение средней многолетней плотности населения птиц.

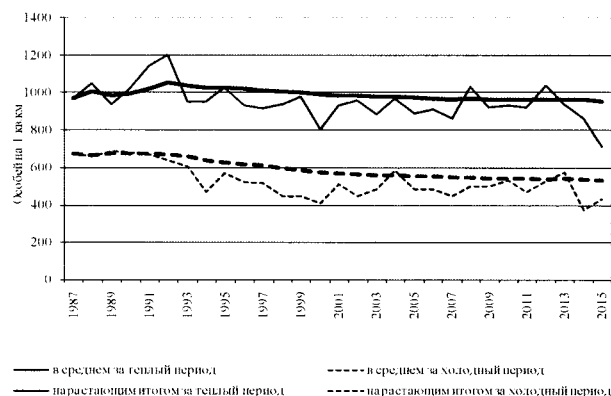


Рис. 4. Динамика плотности населения птиц окраин г. Казани

По числу встреченных видов в сосняках в гнездовой период отмечено снижение с 1980 и 1983 гг., а также с 2002 г. до конца наблюдений. Выравненность значений количества фоновых видов несколько выше, хотя в целом тенденция аналогична. В широколиственных лесах по обоим показателям выравненность ещё больше, если не считать 1993 г., в котором произошло резкое падение видового и фоновое богатства. То же свойственно и населению садов и посёлков при явном сближении уровня общего и фоновое богатства. Во внегнездовое (холодное) время обращает на себя внимание увеличение видового и, в меньшей степени, фоновое богатства с начала наблюдений (1972 г.) до 1974–75 гг., затем на фоне относительной стабильности на графиках при некоторых колебаниях чётко видно снижение значений, хотя и незначительное. То же прослежи-

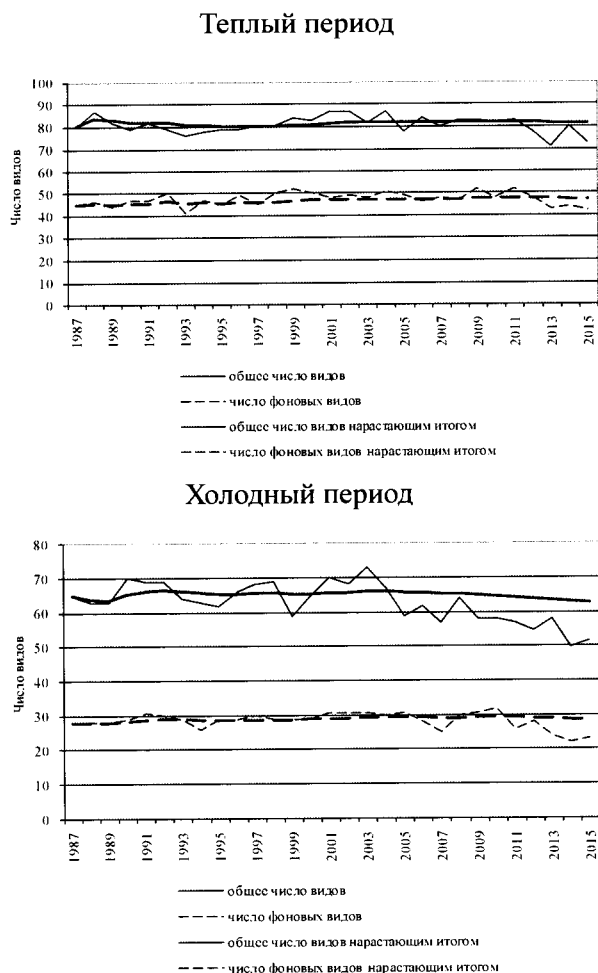


Рис. 5. Динамика видового и фонового богатства населения птиц окраин г. Казани

вается и для смешанных лесов, в которых так же, как в остальных местообитаниях учёты начаты с 1987 г. Несколько большие колебания видового богатства прослежены в садах и посёлках, с тенденцией увеличения значений для садов к 2003 г., а в посёлках – к 2001 г. с дальнейшим чётко заметным снижением.

В среднем по всему району работ отмечено незначительное снижение числа всех встреченных и фоновых видов птиц, особенно после выравнивания значений усреднением нарастающим итогом (рис. 5).

Анализ классификаций позволил выявить шесть факторов среды, определяющих пространственно-временную структуру населения птиц в местах проведения учётов. Это облесённость в виде трёх градаций: высокой (леса), средней (сады) и низкой (посёлки). Близок к этому признаку – состав лесообразующих пород (светлохвойных и широколиственных) за счёт объединения градаций лесных местообитаний, в отличие от нелесных территорий. Также можно говорить о влиянии застроенности территории: высокой (посёлки), средней (сады) и низкой (леса), и распашки

– высокой в садах, средней в посёлках и нулевой в лесах. Кроме того, прослежено влияние сезонной теплообеспеченности (по типам и аспектам) и воздействие инвазий большого пёстрого дятла. Население птиц в такие зимы отличается высоким обилием большого пёстрого дятла и низкой плотностью остальных видов птиц.

Пространственно-временная организация неоднородности орнитокомплексов

Оценки связи с помощью линейной качественной аппроксимации (Равкин, Куперштох, Трофимов, 1978) показали наибольшую значимость состава лесообразующих пород и облесённости (таб.). Индивидуально эти признаки учитывают 25 и 23% дисперсии матрицы коэффициентов сходства орнитокомплексов по годам и типам сезонных аспектов. При этом совместная оценка даёт приращение снятой дисперсии всего на 3%, что показывает значительную скоррелированность этих факторов. На третьем и четвертом местах стоят сезонная теплообеспеченность и распашка. Доля учитываемой неоднородности орнитокомплексов первым из этих факторов всего на четверть больше, чем по двум предыдущим. Однако он ортогонален к ним (приращение почти равно оценке связи с облесённостью). Также по силе с неоднородностью орнитокомплексов связан фактор застроенности. При этом степень его ортогональности чуть меньше, чем теплообеспеченности. Он даёт приращение информативности в 13%. На последнем месте стоит влияние инвазий большого пёстрого дятла, хотя дело не в степени воздействия, а в их представленности – таких лет менее двух процентов (четыре из 261 варианта по всем сезонам).

Все факторы среды учитывают 63% дисперсии матрицы сходства, что примерно соответствует множественному коэффициенту корреляции в 0,79. Все пространственно-временные режимы, то есть неразделимые сочетания факторов, учитывают 76% дисперсии и 78% вместе с индивидуальными оценками по факторам, что примерно соответствует множественному коэффициенту корреляции, равному 0,88.

Оценки связи, приведённые в таблице, рассчитаны отдельно на матрицах сходства сезонных отличий (36 подекадных вариантов населения птиц в среднем за все годы наблюдений, начиная с 1987 г.) и пространственно-временных (261 вариант с усреднением по типам сезонных аспектов по каждому году в отдельности). Чтобы сопоставить эти оценки, расчёты были повторены на исходных данных по декадам дифференцированно по годам и местообитаниям. Таких средних

Таблица. Оценка связи пространственно-временной неоднородности орнитокомплексов окраин г. Казани, 1972-2015 гг., учтённая дисперсия, %

Фактор, режим	Индивидуально / нарастающим итогом
Состав лесобразующих пород	25/25
Облесённость	23/28
Теплообеспеченность (по типам сезонных аспектов)	22/50
Распашка	20/50
Застроенность	17/63
Инвазии большого пёстрого дятла	0.3/63
Множественный коэффициент корреляции	0.79
Режимы сезонные:	
классификационные	69
структурные	61
всего	80
пространственно-временные:	
классификационные	73
структурные	67
всего	76
Все пространственно-временные режимы и факторы	78
Множественный коэффициент корреляции	0.88

вышло 4465. Расчёты на этой матрице показали, что информативность классификационных представлений о пространственно-временных изменениях равна 36% дисперсии, отдельно территориальных отличий (по четырём местообитаниям с сочетаниями) – 26%, сезонных отличий (по аспектам и их типам) – 8%. Приращение информативности по первым трём факторам (режимам) нельзя также рассчитать из-за программных ограничений. Поэтому из исходного массива с помощью генератора случайных чисел были подобраны шесть подсовкупностей по 744 вариантам. На этих подвыборках проведены оценки связи, усреднённые после этого по режимам нарастающим итогом. Расчёты показали, что добавление к классификационным сезонно-территориальным режимам биотопических отличий привело к приращению информативности всего на 2% дисперсии, а сезонной неоднородности – на 1%. Оценки связи на матрице исходных (подекадных) данных по сезонам и пространственно-временным (фактически по сезонно-биотопическим) отличиям в 9 и 2 раза меньше, чем по данным, усреднённым по аспектам и их типам, а также по местообитаниям дифференцированно по типам аспектов и годам наблюдений. Общие оценки связи, таким образом, по факторам и режимам иерархических и структурных классификаций должны быть мень-

ше в тех же пределах и составлять примерно по всем факторам – 31%, по пространственно-временным режимам – 38, а вместе с режимами – 39%. Информативность классификаций по общей матрице исходных (подекадных) данных и полученные на шести подвыборках в среднем различаются не более, чем на 1% (после округления). Средняя информативность по шести подвыборкам составила 39 ± 2 сложных процента дисперсии. Множественный коэффициент корреляции – $0,62 \pm 0,1$. Следует отметить, что анализ усреднённых данных упрощает выявление структур и структурообразующих факторов среды, а расчёты на условно-исходных данных дают более адекватные оценки связи и общей информативности полученных представлений.

Заключение

Итак, формирование пространственно-временной неоднородности населения птиц окраин г. Казани, несмотря на существенное антропогенное воздействие, определяют преимущественно природные факторы среды. Наименее изменчив облик населения птиц в посёлках и несколько более – в лесах. Орнитокомплексы застроенных территорий однотипны, лесов и садов – могут быть разделены на весенне-летние и осенне-зимние варианты (соответственно, гнездового или

тёплого и внегнездового или холодного времени). При инвазии большого пёстрого дятла зимние сообщества птиц существенно отличаются. Максимальная изменчивость свойственна населению птиц садов. В холодное время за счёт деревьев и окружения высоко сходство орнитокомплексов в садах с лесными сообществами, а в весенне-летнее – из-за наличия пищевых отходов людей, которые летом живут здесь постоянно, они похожи также на орнитокомплексы посёлков, хотя и образуют отдельный тип населения.

Расположение сезонных аспектов относительно друг друга имеет эллипсоидную форму. Наименее похожи (наиболее удалены на схеме) летние и зимние варианты населения. Ближе расположены (более похожи) весенние и осенние варианты за счёт того, что основная масса перелётных видов ещё не прилетела или уже улетела.

Таким образом, пространственно-временную неоднородность прежде всего определяют пространственные отличия среды. На втором месте – внутригодовые изменения теплообеспеченности и связанное с ними сезонное развитие природы. На третьем месте по значимости стоят годовые отличия среды, которые, как правило, не объяснимы местной динамикой условий, так как, видимо, связаны с отличиями в них за пределами обследованных территорий. Их значимостью можно пренебречь, поскольку в проанализированной совокупности она очень невелика, по сравнению с территориальными и сезонными изменениями. Тем не менее, на выровненных средних по всей территории исследований чётко прослеживается незначительное, но неуклонное снижение плотности населения птиц, а также его видового и фоновое богатства.

Исследования, послужившие основой для настоящего сообщения, выполнены по программе ВНИ государственных академий наук на 2008-2020 гг., проект № VI.51.1.8 и частично в рамках «Программы повышения конкурентоспособности ТГУ».

Список литературы

1. Иванов А.И. Каталог птиц СССР. Л.: Наука, 1976. 276 с.
2. Козлов Н.А. Птицы Новосибирска. Новосибирск: Наука, 1988. 159 с.
3. Куперштох В.Л., Трофимов В.А. Классификация упорядоченных объектов // Алгоритмы статистической обработки информации. Новосибирск, 1974. С. 88-89.
4. Куперштох В.Л., Трофимов В.А. Автоматическое выявление макроструктуры системы // Проблемы анализа дискретной информации. Новосибирск, 1975. Ч. 1. С. 67-83.

5. Наумов Р.Л. Птицы в очагах клещевого энцефалита. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1964, 19 с.

6. Равкин Е.С. Пространственно-временная и временная структура населения птиц. Подмосковные смешанные леса // Пространственно-временная динамика животного населения. Новосибирск: Наука, 1985. С. 176-187.

7. Равкин Ю.С., Куперштох В.Л., Трофимов В.А. Пространственная организация населения птиц // Птицы лесной зоны Приобья. Новосибирск: Наука, 1978. С. 253-269.

8. Штегман Б.К. Основы орнитогеографического деления Палеарктики. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1938 (Фауна СССР. Птицы). Т. 1. Вып. 2. 158 с.

9. Jaccard P. Lois de distribution florale dans la sone alpine // Bull. Soc. Vaud Sci. Nat. 1902. Vol. 38. P. 69-130.

V.G. Ivliev, Y.S. Ravkin, I.N. Bogomolova. Seasonal and annual dynamics of birds population in Kazan suburbs.

Studies were carried out in four habitats in Kazan city suburbs, covering territory over than 19 sq. km: in pine and broad-leaved forests, used for recreation, collective gardens and in low-rise buildings in villages. We counted birds all over a year from December 1972 till November 2015 on constant routs. In this paper we present results in records, which were done in pine forests from the first decade of December 1972 and in all habitats – from July 1986. Records were carried out in each decade. Their total spread was over 16 thousands km. Cluster analysis revealed 10 seasonal aspects, aggregated into two types: Spring – summer (nesting or warm) and Autumn-winter (out nesting or cold). The informativeness of aspects classification and their types is 69% of matrix coefficients dispersion coefficients of the population similarity in average by decades over the years of observations, the graph – 61%, and together – 80% (correlation coefficient – 0.89). Six environmental factors significantly affected ornithological complexes heterogeneity: tree species composition, forest cover, built-up, plowing, seasonal heat supply and invasions of a large spotted woodpecker. The other annual environmental fluctuations appeared to be insignificant. Correlation with the first two pointed factors was most expressed. Multiple relation of birds population variation with all revealed spatial-temporal factors and regimes composes about 78% of similarity matrix dispersion which approximately corresponds to the correlation coefficient equal to 0.88.

The collected materials and the results of their analysis can be used for ecology-economic expertise of projects and the development of environmental measures.

Keywords: ornithological complexes; seasonal dynamics; annual fluctuations; birds population density; species richness.