

Оригинальная статья

УДК 591.9(4-013)

<https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-4-452-473>

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ ЛЕТА

Ю. С. Равкин , И. Н. Богомолова

Институт систематики и экологии животных СО РАН

Россия, 630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, д. 11

Поступила в редакцию 04.10.2022 г., после доработки 05.11.2022 г., принята 05.11.2022 г.

Аннотация. Для выявления особенностей распределения птиц Северной Евразии проанализированы усреднённые за первую половину лета (16.05 – 15.07) результаты учётов, проведённых в период с 1880 по 2019 гг. (с перерывами и преимущественно с 1960 г.). В сборе материала участвовали 354 исследователя (в течение 110 лет). Обработка данных проведена с использованием методов многомерной статистики, включая кластерный анализ и линейную качественную аппроксимацию матриц связи. Классификация видов птиц по их распределению учитывает 42% его сходства. При вдвое большем числе проанализированных видов, значительно большем количестве обследованных местообитаний и площади исследованной территории (в сравнении с ранее обследованными Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнинами и Алтаем) информативность представлений уменьшилась всего на 10 – 15% (в среднем на 12%). Этот уровень объяснения можно считать удовлетворительным (коэффициент корреляции – 0.65). Летнее распределение видов птиц так же, как неоднородность их распределения в целом определяют изменения гидротермического режима в зонально-поясном и провинциальном аспектах. Соотношение тепла и влаги формирует тип растительности и её продуктивность как на суше, так и в водно-околоводных местообитаниях. Специфика типа растительности территорий и акваторий, с учётом антропогенной трансформации, совпадает с неоднородностью распределения птиц и формированием орнитокомплексов в целом. С делением географического пространства на зоны, подзоны и особенно физико-географические страны изменчивость распределения птиц и их населения сопряжена в меньшей степени, занимая в иерархии значимости второе и третье места.

Ключевые слова: орнитокомплексы, территориальная неоднородность, распределение птиц, кластерный анализ, факторы среды, линейная качественная аппроксимация, Северная Евразия

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

Для цитирования. Равкин Ю. С., Богомолова И. Н. Распределение и структура населения птиц Северной Евразии в первой половине лета // Поволжский экологический журнал. 2022. № 4. С. 452 – 473. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-4-452-473>

 Для корреспонденции. Лаборатория зоологического мониторинга Института систематики и экологии животных СО РАН.

ORCID и e-mail адреса: Равкин Юрий Соломонович: <https://orcid.org/0000-0002-9761-6455>, yuravkin@bk.ru; Богомолова Ирина Николаевна: <https://orcid.org/0000-0002-8806-701X>, i3335907@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Исследование, послужившее основой для написания статьи, предлагаемой вниманию читателей, выполнено в рамках факторной зоогеографии (Равкин, Ливанов, 2008). Ее особенность заключена не только в обязательном выявлении факторов среды, определяющих или объясняющих географическую изменчивость населения животных и их распределение, но и в переходе при анализе и описании в виртуальное типологическое многомерное факторное пространство из реального хорологического. Методической особенностью работ, выполняемых в рамках факторной зоогеографии, служат факторный (в математическом понимании) и кластерный анализы (последний ранее называли автоматической классификацией). После этого оценивают силу и общность связи изменчивости населения и основных структурообразующих факторов из числа, выявленных в процессе анализа и предметной интерпретации его результатов. По распределению видов оценку информативности представлений рассчитывают через дисперсию матрицы сходства, учтённую их классификацией. Эти показатели рассчитывают с помощью линейной качественной аппроксимации – одного из методов регрессионного анализа. Классификацию и оценку связи выполняют на основе матрицы коэффициентов сходства, обычно для количественных признаков.

Подобные исследования, помимо чисто познавательного, теоретического смысла, имеют и важное прикладное значение. Они сводятся к возможности вторичного использования собранных для анализа данных, составления прогнозов в пространстве для заполнения «белых пятен» на необследованных территориях по известным для них факторам среды, и во времени, для предсказаний грядущих изменений в населении животных и их распределении. Для этого используют прогнозные сведения об изменении площадей местообитаний и отличий в основных факторах среды – антропогенных и природно-географических.

Наша статья впервые дает представление о распределении и структуре населения птиц по всей территории Северной Евразии в границах СССР на 1990 г. Предшествующие обобщения были проведены лишь частично или по отдельным регионам в пределах этой территории, или выполнены без использования информации по обилию птиц в местообитаниях ранга ландшафтного урочища. Работа выполнена на огромной территории как материковой, так и на прилежащих морских акваториях и островах. В статьях, опубликованных в иностранных журналах, обычно приводят результаты анализа, проведённого в ограниченных рамках выдвинутых гипотез, которые касаются простых факторов среды и взаимоотношений отдельных видов животных. Наши подходы и методы – факторные, компонентные, кластерные традиционны в отечественных зоогеографических работах и хорошо зарекомендовали себя. Они позволяют целенаправленно выявлять не только основные факторы среды, определяющие распределение животных, но и природно-антропогенные режимы – неразделимые сочетания простых факторов. Это не только увеличивает информативность получаемых представлений, что улучшает качество получаемых прогнозов, но и сокращает время, затрачиваемое на расчёты и анализ. За рубежом такие исследования нередко проводят по квадратам (трапециям) местности, что позволяет говорить лишь о наименее изменчивых во времени

факторах (зональность, континентальность, высотная поясность). В наших исследованиях наименьшей ранговой (масштабной) единицей рассмотрения принято ландшафтное урочище. Это делает возможным проводить более детальное рассмотрение, включая влияние состава растительности и почв, минерального питания болот, степени антропогенной трансформации среды, кормности угодий, их заболоченности, водности и значимые сочетания этих факторов. В свою очередь это позволяет сократить число анализируемых факторов до целесообразного уровня рассмотрения с оптимально возможной полнотой объяснения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для расчётов и анализа взяты материалы из банка данных лаборатории зоологического мониторинга Института систематики и экологии животных СО РАН (Равкин, Ефимов, 2009). Значительная часть их опубликована. Всего использованы оценки обилия 649¹ видов птиц по 8335 орнитокомплексам, часть которых обследована в течение более чем одного года. В сборе материала участвовали 354 орнитолога. Все учёты проведены на территории Советского Союза в границах 1990 г. и на островах архипелага Шпицберген (Норвегия). Последние обследованы И. В. Покровской и Г. М. Тertiцким. Эти материалы включены в анализ в связи с недостатком сведений по островным арктическим тундрам.

Проведение кластерного анализа больших массивов данных сопряжено с рядом серьёзных затруднений. В предыдущих работах мы «избавлялись» от обилия материалов, усредняя их по выделам карт растительности после предварительного расчёта средних по данным, собранным в одних и тех же местообитаниях в разные годы, поскольку анализ межгодовых отличий в сообществах птиц и их распределении представляет собой отдельную задачу. Её можно решать по территориям, обследованным в течение многих лет. Большинство использованных нами данных собраны в один из сезонов.

В исследованиях, послуживших основой для написания настоящей статьи, мы попытались ничего не усреднять, за исключением материалов, собранных за один летний сезон с недельной, двухнедельной или подекадной повторностью на одних и тех же маршрутах. Для анализа использованы результаты учётов птиц с 16 мая по 15 июля в периоды с 1880 по 1907, с 1935 по 1941 и с 1945 по 2019 гг. При этом основной массив данных собран после 1960 г. Большая часть участников работ упомянута в наших предыдущих публикациях. В этой статье из-за ограниченности допустимого объёма мы упоминаем только часть обобщающих монографий и статей (Равкин Е., Равкин Ю., 2005; Жуков, 2006; Цыбулин, 2009; Торопов, Бочкарева, 2014; Железнова, Леппа, 2016; Равкин и др., 2016, 2020; Железнова, 2017; Железнова, Вартапетов, 2018; Железнова, Костылева, 2018; Климова, Торопов, 2018; Железнова и др., 2021; Ливанов, 2021). В этих публикациях приведён почти полный список участников исследований и библиографическое описание использо-

¹ Один из этих видов (*Numenius tenuirostris*) исключён из рассмотрения, поскольку встречен всего один раз (Пантелеев, 1972), при этом учётчик в личном сообщении не гарантировал правильность определения встреченной особи. Кроме того, в расчеты включена помесь *Corvus corone* и *C. cornix*, так называемая *C. corone cornix*.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

ванных публикаций, откуда взяты сведения по обилию птиц. Места проведения работ показаны на рис. 1. На нём, с одной стороны, чётко видна сравнительно высокая «густота» мест проведения учётов на исследуемой территории. С другой стороны, нельзя не отметить некоторую неоднородность их распределения. Так, в окрестностях ряда городов, где больше орнитологов (Москва, Казань, Екатеринбург, Новосибирск, Томск, Владивосток), собран материал больший по числу мест проведения учётов. В ряде регионов, наоборот, количество таких участков явно недостаточно (часть Средней Азии, а также Средней, Северо-Восточной и Северо-Притихоокеанской Сибири). Однако в целом материала уже достаточно для первого варианта анализа распределения птиц на столь обширной и разнородной территории как Северная Евразия.

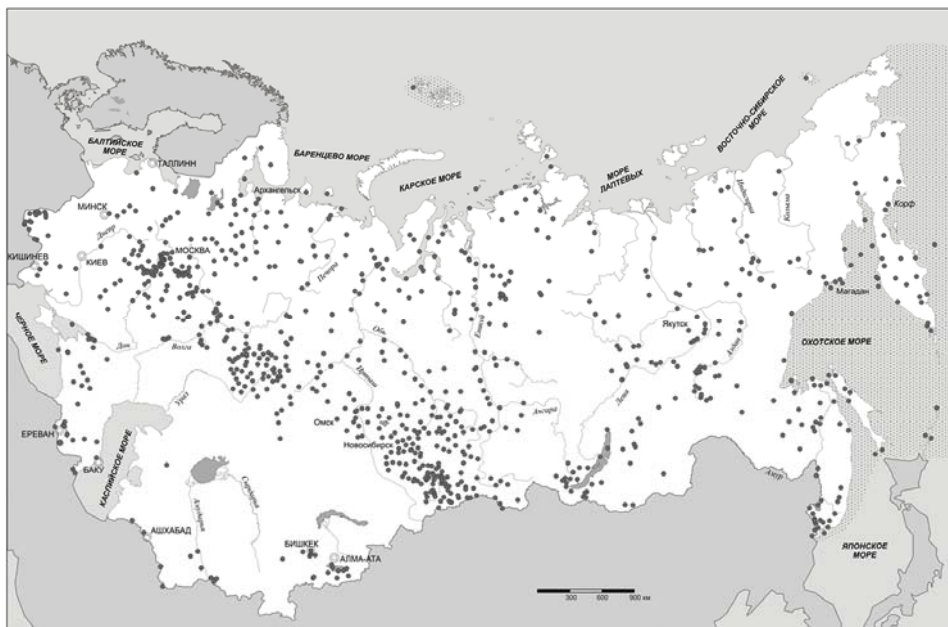


Рис. 1. Районы работ (картографическая основа – по Атласу СССР, 1983)

Fig. 1. Areas of surveys (cartographic basis – according to the Atlas of the USSR, 1983)

Методы подсчёта птиц на маршрутах и пересчёта результатов относительных учётов на площадь, в том числе в водно-околоводных местообитаниях, описаны ранее (Равкин, 1967; Равкин Е., Челинцев, 1999; Равкин, Ливанов, 2008; Равкин и др., 2020; Науе, 1949). При обработке данных для настоящего сообщения применены в основном программы факторной классификации (для групп видов со сходным распределением и выявления основных факторов среды, определяющих его или коррелирующих с ним) и линейной качественной аппроксимации для оценки информативности классификаций птиц по сходству их распределения (Куперштох, Трофимов, 1975; Трофимов, 1976; Равкин и др., 1978; Равкин, Ливанов, 2008).

Для оценки сходства в распределении ранее мы использовали качественный (ранговый) коэффициент корреляции или обычный коэффициент корреляции, при расчёте которого исключена процедура центрирования, т.к. использованная нами программа кластерного анализа не работает с отрицательными числами. Ещё одним недостатком коэффициентов корреляции можно считать увеличение значений за счёт сходства по отсутствию. Например, два вида, встреченные в двух разных местообитаниях и не встреченные в остальных, будут иметь высокую скоррелированность за счёт сходства по нулевым значениям, что противоречит предметным представлениям о сходстве в распределении. Поэтому мы использовали для оценки сходства коэффициент Жаккара для количественных признаков (Наумов, 1964) после нормирования показателей по максимальному обилию. Подробнее о методах и подходах к классификации видов написано ранее (Равкин, 1984).

Трудности проведения кластерного анализа значительных по объёму массивов информации описаны при анализе неоднородности орнитокомплексов (Равкин и др., 2022). При классификации видов птиц по сходству в распределении количество затруднений при анализе увеличивается за счёт большего числа случайных встреч птиц на близком расстоянии и недостаточности материалов по обилию редко встречающихся видов, особенно встреченных только в одном местообитании. Эти недостатки данных усугубляются при нормировании показателей, так как в случае встречи того или иного вида даже в небольшом количестве лишь в одном местообитании после нормировки оценка (доля) его максимально велика (100%), что явно не соответствует действительности. Избежать такого искажения можно переходом при анализе на баллы численности или логарифмировании значений. Однако при этом появляются другие недостатки, в частности избыточное выравнивание значений, которое приводит к огрублению представлений о различиях в распределении. Поэтому для устранения искажающего влияния при кластерном анализе видов, встреченных один раз и лишь в одном местообитании, их сначала исключали из расчетов. После этого интерпретируемость результатов существенно возросла. Выделенные кластеры стали с предметной точки зрения понятнее и определеннее, и идеализация была необходима для незначительного числа видов. После этого была проведена повторная агрегация на матрице межкластерных связей. В результате становится ясным, что деление видов птиц на типы преференции и орнитокомплексов в целом по всем видам существенно совпадает. Так стало возможным говорить о группах видов «предпочитающих»: 1 – тундры, стланики и луга в их пределах как на равнинах, так и в гольцово-подгольцовых поясах гор; 2 – леса и редколесья; 3 – относительно сухие луга, степи, полупустыни и пустыни; 4 – болота и мари; 5 – города, поселки, свалки; 6 – реки и материковые водоемы; 7 – моря и территории птичьих базаров. После этого разделения виды были вновь подвергнуты кластерному анализу и идеализации разбиения. Затем каждый тип распределения отдельно был вновь подвергнут кластерному анализу с последующей идеализацией. Виды, встреченные лишь в одном местообитании, были экспертно разнесены по выделенным подтипам. На этом кластеризация и идеализация были завершены. В результате мы получили двухуровневую классификацию, где

все виды были разделены на типы и подтипы предпочтения (предпочтения местобитаний при распределении).

В принципе нередко были ситуации объединения в один таксон при кластеризации трёх и более групп видов, которые в идеальном случае чётко различались ранее, но при значительном материале в выборке появляется много переходных вариантов, за счёт которых совокупность их не может быть разделена по условиям использованного алгоритма. Игнорирование таких случаев снижает информативность представлений за счёт разнородности состава «сборного» таксона и объединения части «чистых» проб, нередко близких к другим совокупностям. Для отображения таких случаев помогла бы программа с выделением таксонов, входящих одновременно в разные группы. Но такие программы классификации нам не известны. В экономической географии в таких ситуациях используют понятие о кондоминиумах, т.е. территориях с двойным подчинением (Энциклопедический словарь ..., 1968). Поэтому при классифицировании видов птиц по сходству их распределения мы выделили такой кондоминиум. В него вошли водоплавающие материковых водоёмов и рек, включая *Anseriformes*, *Phalaropinae*, *Phalacrocoracidae*, *Gaviidae*, *Podicipitiformes*, *Stercorariidae*, *Larinae*, *Sternidae* и *Fulica atra*, а также *Haliaeetus albicilla*, *Pandion haliaetus* и *Cinclus cinclus*. Помимо этого, оценена связь разделения по типам фауны. Оценка информативности этих представлений приведена в завершающей части статьи.

Названия видов птиц даны по А. И. Иванову (1976), кроме отдельных, позднее описанных видов, а типов фауны – по Б. К. Штегману (1938) с некоторыми дополнениями.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Классификация видов птиц по сходству распределения в первой половине лета

Птицы, предпочитающие² местообитания³

1 – тундрово-стланиковые (кроме арчовых) и луга в их пределах (106 видов):

1.1 – тундры, болота, луга арктических островов и от Урала до Тихого океана (68 видов — *Gavia stellata*, *G. adamsi*, *G. arctica*, *G. pacifica*, *Ciconia nigra*, *Cygnus bewickii*, *Anser albifrons*, *A. erythropus*, *A. fabalis*, *A. fabalis brachyrhynchus*, *Chen caerulescens*, *Branta canadensis*, *B. leucopsis*, *B. bernicla*, *Rufibrenta ruficollis*, *Polyptila stelleri*, *Somateria mollissima*, *S. spectabilis*, *Aythya marila*, *Melanitta nigra*, *M. americana*, *Clangula hyemalis*, *H. albicilla*, *Buteo lagopus*, *Falco peregrinus*, *Lagopus mutus*, *L. lagopus*, *Grus canadensis*, *G. leucogeranus*, *Squatarola squatarola*, *Pluvialis dominica*, *Pl. apricarius*, *Tringa erythropus*, *Phalaropus lobatus*, *Ph. fulicarius*, *Arenaria interpres*, *Philomachus pugnax*, *Calidris minutus*, *C. ruficollis*, *C. ferruginea*, *C. alpina*, *C. bairdi*, *C. maritima*, *C. acuminata*, *C. tenuirostris*, *C. canutus*, *C. ptilocne-*

² Термин «предпочитающие» не совсем корректен, точнее принципу классификации видов соответствует понятие «имеющие наибольшее перекрытие в предпочитаемых местообитаниях», то есть это не максимальное их предпочтение.

³ 1 – 7 – типы распределения птиц; 1.1 – 7.3 – подтипы.

mis, *C. melanotos*, *C. alba*, *Tryngites subruficollis*, *Limosa lapponica*, *Limnodromus griseus*, *L. semipalmatus*, *Stercorarius pomarinus*, *S. parasiticus*, *S. longicaudus*, *Larus fuscus*, *L. marinus*, *Pagophila eburnea*, *Rhodostethia rosea*, *Xema sabini*, *Sterna paradisaea*, *Nyctea scandiaca*, *Anthus gustavi*, *A. pratensis*, *A. cervina*, *Calcarius lapponicus*, *Plectrophenax nivalis*);

1.2 – тундры Алтае-Саянские (36 – *Haliaeetus leucoryphus*, *Buteo hemilasius*, *Aquila chrysaetos*, *Gypaetus barbatus*, *Aegypius monachus*, *Gyps fulvus*, *G. himalayensis*, *Tetraogallus himalayensis*, *T. altaicus*, *Perdix daurica*, *Charadrius mongolus*, *Eudromias morinellus*, *Gallinago stenura*, *G. solitaria*, *Columba rupestris*, *Anthus spinoletta*, *A. rubescens*, *Laiscopus collaris*, *L. himalayensis*, *Prunella fulvescens*, *P. atrogularis*, *Caliope pectoralis*, *Cyanosylvia svecica*, *Phoenicurus erythronotus*, *Ph. erythrogaster*, *Ph. ochruros*, *Leptopoeile sophiae*, *Emberiza pallasii*, *Cannabina cannabina*, *Serinus pusillus*, *Leucosticte nemoricola*, *L. arctoa*, *Carpodacus rhodochlamys*, *Mycerobas carnipes*, *Pyrrhonorax pyrrhonorax*, *Graculus graculus*);

1.3 – альпийские луга Закавказья (2 – *Tetraogallus caspius*, *Prunella ocularis*).

2 – лесные и редколесные (226):

2.1 – Восточно-Европейской равнины (47 – *Pernis apivorus*, *Buteo buteo*, *Aquila pomarina*, *Columba palumbus*, *Cuculus canorus*, *Tyto alba*, *Strix uralensis*, *Jynx torquilla*, *Picus viridis*, *P. canus*, *Dendrocopos major*, *D. leucotos*, *D. medius*, *D. syriacus*, *Lullula arborea*, *Anthus trivialis*, *Troglodytes troglodytes*, *Prunella modularis*, *Erithacus rubecula*, *Luscinia luscinia*, *Turdus torquatus*, *T. philomelos*, *T. viscivorus*, *Locustella fluviatilis*, *Hippolais icterina*, *Sylvia borin*, *S. atricapilla*, *Phylloscopus trochilus*, *Ph. sibilatrix*, *Ph. trochiloides*, *Ph. nitidus*, *Regulus regulus*, *Ficedula hypoleuca*, *F. albicollis*, *F. semitorquata*, *Parus ater*, *P. cristatus*, *P. major*, *P. caeruleus*, *Sitta europaea*, *Certhia familiaris*, *C. brachydactyla*, *Emberiza citronella*, *E. hortulana*, *Fringilla coelebs*, *Pyrrhula pyrrhula*, *Garullus glandarius*);

2.2 – Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин, Алтая и Саян (14 – *Milvus corschun*, *Accipiter gentilis*, *Aesalon columbarius*, *Falco gyrfalco*, *Streptopelia decaocto*, *Asio otus*, *Phoenicurus phoenicurus*, *Turdus atrogularis*, *T. pilaris*, *T. iliacus*, *Locustella naevia*, *Phylloscopus collybita*, *Loxia curvirostra*, *Sturnus vulgaris*);

2.3 – Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин и Средней Сибири (9 – *Hieraaetus pennatus*, *Tetrao urogallus*, *Numenius minutus*, *Bombycilla garrulus*, *Emberiza pusilla*, *Fringilla montifringilla*, *Loxia pityopsittacus*, *L. leucoptera*, *Perisoreus infaustus*);

2.4 – от Восточно-Европейской равнины до амуро-сахалинских местообитаний (16 – *Pernis ptilorhynchus*, *Butastur indicus*, *Hypotriorchis subbuteo*, *Tetrastes bonasia*, *Scolopax rusticola*, *Glaucidium passerinum*, *Aegolius funereus*, *Strix nebulosa*, *Dryocopus martius*, *Picoides tridactylus*, *Phylloscopus schwarzi*, *Aegithalos caudatus*, *Parus montanus*, *P. songarus*, *Spinus spinus*, *Carpodacus grandis*);

2.5 – крымско-кавказских (1 – *Sitta krueperi*);

2.6 – закавказских (2 – *Lyrurus mlokosiewiczi*, *Irania gutturalis*);

2.7 – Западно-Сибирской равнины, Алтая и Саян (5 – *Accipiter nisus*, *Phylloscopus inornatus*, *Carduelis carduelis*, *Carpodacus erythrinus*, *C. corone*);

2.8 – от Алтая и Саян до Прибайкалья (3 – *Caliope caliope*, *Lanius isabellinus*, *Turdus ruficollis*);

2.9 – средне-сибирских (4 – *Ardeola bacchus*, *Prunella montanella*, *Cichloselys sibiricus*, *Acanthis flammea*);

2.10 – прибайкальских (7 – *Erythropus amurensis*, *Accipiter virgatus*, *Carpodacus roseus*, *Pinicola enucleator*, *Sturnia sturnina*, *Spodiopsar cineraceus*, *Corvus dauuricus*);

2.11 – от Прибайкалья до Тихого океана (7 – *Tetrao parvirostris*, *Surnia ulula*, *Anthus hodgsoni*, *Tarsiger cyanurus*, *Phylloscopus proregulus*, *Muscicapa griseisticta*, *Chloris sinica*);

2.12 – северо-притихоокеанских (14 – *Heteroscelus brevipes*, *Cuculus saturatus*, *Dendrocopos minor*, *Pseudaedon sibilans*, *Catharus minimus*, *Turdus obscurus*, *T. eunomus*, *Phylloscopus borealis*, *Siphia parva*, *Parus cinctus*, *Emberiza rustica*, *E. variabilis*, *Acanthis hornemanni*, *Nucifraga caryocatactes*);

2.13 – амуро-сахалинских (63 – *Butorides striatus*, *Ciconia boyciana*, *Aix galericulata*, *Spizaetus ornatus*, *Falcipecten falcipecten*, *Limnobaema paykullii*, *Charadrius placidus*, *Sphenurus sieboldii*, *Hierococcyx fugax*, *Cuculus Micropterus*, *C. poliocephalus*, *Otus bakkamoena*, *O. sunia*, *Ninox scutulata*, *Caprimulgus indicus*, *Hirundapus caudacutus*, *Eurystomus orientalis*, *Yungipicus canicapillus*, *Y. kizuki*, *Dendronanthus indicus*, *Pericrocotus divaricatus*, *Lanius bucephalus*, *Bombycilla japonica*, *Larvivora cyane*, *Phoenicurus aureus*, *Petrophila gularis*, *Oreocincla dauma*, *Turdus hortulorum*, *T. cardis*, *T. pallidus*, *T. naumanni*, *Urosphena squameiceps*, *Horeites diphone*, *Tribura thoracica*, *Tr. taczanowskia*, *Phragamaticola aedon*, *Locustella fasciolata*, *Phylloscopus tenellipes*, *Ph. occipitalis*, *Muscicapa sibirica*, *M. latirostris*, *Xanthopygia zanthopygia*, *Cyanoptila cyanomelana*, *Poliomyias mugimaki*, *Parus palustris*, *P. minor*, *Zosterops erythroleura*, *Emberiza yessoensis*, *E. tristrami*, *E. fucata*, *E. chrysophrys*, *E. elegans*, *E. rutila*, *E. spodocephala*, *Uragus sibiricus*, *Pyrrhula cineracea*, *P. griseiventris*, *Eophona migratoria*, *E. personata*, *Sturnia philippensis*, *Oriolus chinensis*, *Cyanopica cyanus*, *Corvus macrorhynchos*);

2.14 – средне-азиатских (33 – *Accipiter badius*, *Certhia naumanni*, *C. tinnunculus*, *Columba oenas*, *Streptopelia turtur*, *S. orientalis*, *Strix aluco*, *Caprimulgus europaeus*, *Dendrocopos leucopterus*, *Lanius collurio*, *L. minor*, *Hypocolius ampelinus*, *Oenanthe picata*, *Myophonus caeruleus*, *Turdus merula*, *Monticola solitarius*, *Cettia cetti*, *Acrocephalus dumetorum*, *Sylvia hortensis*, *S. mystacea*, *S. althaea*, *S. curruca*, *Terpsiphone paradisi*, *Muscicapa striata*, *Parus rufonuchalis*, *P. cyanus*, *P. flavipectus*, *Sitta tephronota*, *Certhia himalayana*, *Emberiza stewarti*, *Chloris chloris*, *Carduelis caniceps*, *Coccothraustes coccothraustes*, *Podiceps panderi*).

3 – лугов, степей и пустынь (128 – *Podiceps ruficollis*, *Ixobrychus minutus*, *Nycticorax nycticorax*, *Ardeola ralloides*, *Ardea purpurea*, *Bubulcus ibis*, *Egretta alba*, *E. garzetta*, *Buteo rufinus*, *Hieraaetus fasciatus*, *Aquila nipalensis*, *A. heliaca*, *Neophron percnopterus*, *Circus ferox*, *Circus macrourus*, *Erythropus vespertinus*, *Falco cherrug*, *Alectoris kakelik*, *Ammoperdix griseogularis*, *Perdix perdix*, *Francolinus francolinus*, *Coturnix coturnix*, *C. japonicus*, *Phasianus colchicus*, *Turnix tanki*, *Anthropoides virgo*, *Otis tarda*, *Tetrax tetrax*, *Chlamydotis undulata*, *Burhinus oedipnemus*, *Charadri-*

us asiaticus, *Ch. veredus*, *Chettusia gregaria*, *Vanellochettusia leucura*, *Himantopus himantopus*, *Limicola falcinellus*, *Gallinago hardwickii*, *Glareola pratincola*, *Larus genei*, *Gelochelidon nilotica*, *Columba eversmanni*, *Pterocles orientalis*, *Syrnhaptes paradoxus*, *Otus scops*, *O. brucei*, *Athene noctua*, *Caprimulgus aegyptius*, *Apus affinis*, *Merops apiaster*, *M. superciliosus*, *Coracias garullus*, *Upupa epops*, *Ammomanes deserti*, *Melanocorypha calandra*, *M. bimaculata*, *M. mongolica*, *M. leucoptera*, *M. yeltoniensis*, *Calandrella cinerea*, *C. acutirostris*, *C. rufescens*, *Galerida cristata*, *Eremophila alpestris*, *Alauda arvensis*, *A. gulgula*, *Hirundo smithii*, *Anthus richardi*, *A. campestris*, *A. godlewskii*, *Lanius phoenicuroide*, *L. excubitor*, *L. sphenocercus*, *L. senator*, *L. nubicus*, *Luscinia megarhynchos*, *Phoenicurus caeruleocephala*, *Saxicola torquata*, *S. caprata*, *Oenanthe oenanthe*, *O. isabellina*, *O. deserti*, *O. hispanica*, *O. finschii*, *O. pleischanka*, *Erythropygia galactotes*, *Monticola saxatilis*, *Garrulax lineatus*, *Suthora webbiana*, *Luscinia melanopogon*, *Acrocephalus bistrigiceps*, *Ac. agricola*, *Ac. scirpaceus*, *Ac. stentoreus arundinaceus*, *Hippolais languida*, *H. pallida*, *H. caligata*, *Sylvia nisoria*, *S. communis*, *S. nana*, *S. curruca*, *Phylloscopus griseolus*, *Scotocerca inquieta*, *Remiz pendulinus*, *Parus bokharensis*, *Sitta neumayer*, *Tichodroma muraria*, *Emberiza calandra*, *E. cia*, *E. godlewskii*, *E. cioides*, *E. buehneri*, *E. melanocephala*, *E. bruniceps*, *Cannabina flavirostris*, *Bucanetes mongolicus*, *Rhodospiza obsoleta*, *Carpodacus rubicilla*, *Passer indicus*, *P. hispaniolensis*, *P. simplex*, *Carpodacus brachydactyla*, *Petronia petronia*, *Montifringilla nivalis*, *Pyrgilauda davidiana*, *Pastor roseus*, *Oriolus oriolus*, *Podoces panderi*, *Corvus ruficollis*).

4 – верховых и открытых болот и марей (48):

4.1 – верховых европейско-западносибирских (4 – *Lyrurus tetrrix*, *Tringa nebularia*, *Numenius phaeopus*, *Emberiza leucocephalos*);

4.2 – открытых низинных и переходных европейско-западносибирских (32 – *Botaurus stellaris*, *Aquila clanga*, *Circus cyaneus*, *C. pygargus*, *C. aeruginosus*, *Crex crex*, *Porzana porzana*, *P. parva*, *P. pusilla*, *Rallus aquaticus*, *Grus grus*, *Vanellus vanellus*, *Tringa glareola*, *T. totanus*, *T. stagnatilis*, *Lymnocyrtus minimus*, *Gallinago media*, *G. gallinago*, *G. megala*, *Numenius arquata*, *Limosa limosa*, *Glareola nordmanni*, *Larus glaucooides*, *Asio flammeus*, *Motacilla flava*, *M. feldegg*, *Saxicola rubetra*, *Locustella luscinioides*, *Acrocephalus paludicola*, *Ac. palustris*, *Ac. schoenobaenus*, *Emberiza aureola*);

4.3 – марей (12 – *Ixobrychus eurythmus*, *Circus melanoleucus*, *Grus monacha*, *Tringa guttifer*, *Calidris subminuta*, *Numenius madagascariensis*, *Motacilla lutea*, *M. taivana*, *Lanius cristatus*, *Locustella certhiola*, *L. lanceolata*, *Phylloscopus fuscatus*).

5 – городов, посёлков и свалок (19 – *Ciconia ciconia*, *Columba livia*, *Streptopelia senegalensis*, *Apus melba*, *A. pacificus*, *Hirundo rustica*, *Cecropis daurica*, *Motacilla lugens*, *Locustella ochotensis*, *Serinus serinus*, *Leucosticte brandti*, *Passer domesticus*, *P. montanus*, *Acridotheres tristis*, *Pica pica*, *Corvus monedula*, *C. frugilegus*, *C. corone cornix*, *C. corax*).

6 – рек, материковых водоёмов и их берегов (80 видов):

6.1 – Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин, прибайкальских и забайкальских (16 – *Podiceps cristatus*, *Casarca ferruginea*, *Aythya nyroca*, *A. collaris*, *Mergus merganser*, *Gallinula chloropus*, *Charadrius dubius*, *Ch. leschenaultii*, *Larus*

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

ridibundus, *Sterna albifrons*, *Apus apus*, *Delichon urbica*, *Motacilla cinerea*, *M. personata*, *Lanius schach*, *C. cinclus*);

6.2 – западно-сибирских (20 – *Pelekanus crispus*, *Anas strepera*, *A. querquedula*, *A. clypeata*, *F. atra*, *Charadrius hiaticula*, *Haematopus ostralegus*, *Tringa ochropus*, *Actitis hypoleucos*, *Xenus cinereus*, *Calidris temminckii*, *Larus canus*, *Riparia riparia*, *Ptyonoprogne rupestris*, *Motacilla citreola*, *M. alba*, *Panurus biarmicus*, *Acrocephalus arundinaceus*, *Emberiza schoeniclus*, *C. cornix*);

6.3 – западно-сибирских, прибайкальских и забайкальских (43 – *Podiceps nigricollis*, *P. auritus*, *P. griseigena*, *Pelekanus onocrotalus*, *Phalacrocorax carbo*, *Ph. pygmeus*, *Ardea cinerea*, *Platalea leucorodia*, *Plegadis falcinellus*, *Cygnus olor*, *C. cygnus*, *Anser anser*, *Eulabeia indica*, *Tadorna tadorna*, *Anas platyrhynchos*, *A. poecilorhynchos*, *A. crecca*, *A. formosa*, *A. falcata*, *A. penelope*, *A. americana*, *A. acuta*, *Netta rufina*, *Aythya ferina*, *Ay. fuligula*, *Melanitta deglandi*, *Bucephala clangula*, *Mergus albellus*, *M. serrator*, *Oxyura leucocephala*, *P. haliaetus*, *Grus vipio*, *Charadrius alexandrinus*, *Recurvirostra avosetta*, *Larus argentatus*, *L. minutus*, *L. ichthyaeus*, *Chlidonias hybrida*, *Ch. leucoptera*, *Ch. nigra*, *Sterna hirundo*, *Hydroprogne caspia*, *Alcedo atthis*);

6.4 – среднеазиатских (1 – *Cinclus pallasii*).

7 – морей (41 вид):

7.1 – акваторий – полярных и северной части Охотского моря (7 – *Fulmarus glacialis*, *Larus hyperboreus*, *Rissa tridactyla*, *Cephus grylle*, *Uria lomvia*, *Alle alle*, *Fratercula arctica*);

7.2 – прилежащих к Северо-Притихоокеанской физико-географической провинции (17 – *Pterodroma inexpectata*, *Puffinus tenuirostris*, *Oceanodroma furcata*, *O. leucorhoa*, *Diomedea immutabilis*, *Phalacrocorax urile*, *Larus glaucescens*, *Rissa brevirostris*, *Cephus columba*, *Uria aalge*, *Synthliboramphus antiquus*, *Aethia pusilla*, *A. cristatella*, *A. pygmaea*, *Cyclorhynchus psittacula*, *Cerorhinca monocerata*, *Lunda cirrhata*);

7.3 – притихоокеанских (17 – *Puffinus griseus*, *Calonectris leucomelas*, *Oceanodroma monorhis*, *Diomedea nigripes*, *Phalacrocorax filamentosus*, *Ph. pelagicus*, *Melanitta fusca*, *Histrionicus histrionicus*, *Haliaeetus pelagicus*, *Larus crassirostris*, *L. schistisagus*, *Sterna camtschatica*, *Cephus carbo*, *Brachyramphus marmoratus*, *B. brevirostris*, *Synthliboramphus wumizusume*, *Fratercula corniculata*).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ выполненной классификации свидетельствует, что наибольшее число видов предпочитает леса и редколесья (226; 35%). В 1.7 и 2.1 раза меньшее число видов свойственно лугам, степям, пустыням, а также тундрам, стланикам (20 и 16%). Ещё меньше – материковым водоёмам, водотокам, болотам и морским акваториям (80, 48 и 41 видов; в сумме 26%). Наименьшее число птиц предпочитает – посёлки, города, свалки (19; 3%). Информативность составленной классификации – 39% (коэффициент корреляции – 0.6 (таблица)).

Структурный граф сходства летнего предпочтения птицами местообитаний Северной Евразии на уровне типа преференции позволяет говорить о пяти трендах, связанных с теплообеспеченностью, водностью, заболоченностью, облесённостью

стью и застроенностью, а само разбиение определяется типом растительности (рис. 2). Информативность структурных представлений – 17% (коэффициент корреляции – 0.41). Все типы распределения, кроме птиц, встреченных над морскими акваториями, значимо связаны между собой – 5 – 6% сходства, последние – значительно меньше (0.4%). Внутритиповое сходство колеблется в пределах от 11 до 28%. В наименьшей степени похоже распределение птиц, свойственных лесам, редколесьям и открытым южным местообитаниям, а также тундрам и стланныкам (11 – 14%; остальным – 20 – 28%).

Информативность представлений о неоднородности в распределении птиц Северной Евразии в первой половине лета

Table. Information content of ideas about heterogeneity in the bird distribution of Northern Eurasia in the first half of summer

Таксоны классификации по предпочтениям / Taxa classified by preference	Доля учтённой дисперсии, % / Proportion of the variance taken into account, %
Типы / Types	16
Подтипы / Subtypes	39
Иерархическая классификация / Hierarchical classification	40
Структура на уровне типа / Structure at the type level	17
Классификация и структура / Classification and structure	41
Кондоминиумы / Condominiums	2
Типы фауны / Types of fauna	7
Всего / Total	43

Итак, оценена информативность структуры и классификации по типам предпочтения, включая один кондоминиум по водоплавающим видам, вместе со *Pandion haliaetus*, *Haliaeetus albicilla* и *Cinclus cinclus*, а также разбиением на группы видов в соответствии с типами фауны. Расчеты проведены по распределению 648 видов в 8335 местообитаниях. Эта подборка учитывает 43% дисперсии матрицы сходства (коэффициент корреляции – 0.66). По Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнинам вместе по 371 виду птиц в тот же период года классификация, состоящая из пяти таксонов (от надтипа до рода предпочтения), учитывает 52% (коэффициент корреляции – 0.72), т. е. на 21 сложный процент выше (коэффициент корреляции выше на 9%; Равкин Е., Равкин Ю., 2005). Следует учитывать, что объем данных как по числу видов, так и по количеству местообитаний и площади, на которой проведены исследования, по этим равнинам существенно меньше – по видам на 75%, по числу местообитаний более чем втрое (в 3.2 раза). По Алтаю (Цыбулин, 2009) оценка информативности представлений о неоднородности в распределении птиц в тот же период еще выше – 57% дисперсии (коэффициент корреляции – 0.75). По этой территории проанализировано распределение по 271 виду, встреченному в 246 местообитаниях. Это в 2.3 раза меньше, чем по всей выборке. А по числу обследованных местообитаний различия еще больше – их в 34 раза меньше, чем по Северной Евразии.

Вообще-то увеличение ошибки выборочности с возрастанием выборки противоречит положениям классической статистики. Это связано с тем, что одно из требований ее заключается в возможности обработки данных, относящихся к единой

совокупности и при условии нормальности распределения в ней. Наше исследование строится на данных, относящихся одновременно ко многим совокупностям, и данных, собранных разными учетчиками и в разные годы, хотя известна значительность годовых колебаний, не говоря уже о том, что учеты охватывают особей, различающихся по поведению, заметности, обнаруживаемости и т.д. Примерность подобных оценок общеизвестна, но другого выхода из такой ситуации, как собирать и анализировать как можно больше данных, нет. Тем более, что классическая статистика вообще не оперирует коэффициентами сходства, на которых строятся все наши представления. Поэтому оценки информативности классификации и примерные множественные коэффициенты корреляции распределения видов птиц по их распределению по Северной Евразии в первой половине лета и матрицы коэффициентов сходства можно считать вполне удовлетворительными.

Структура населения птиц на уровне типа сообществ коррелирует и, видимо, определяется типом растительности, хотя в основном эта связь причинна только на незастроенной

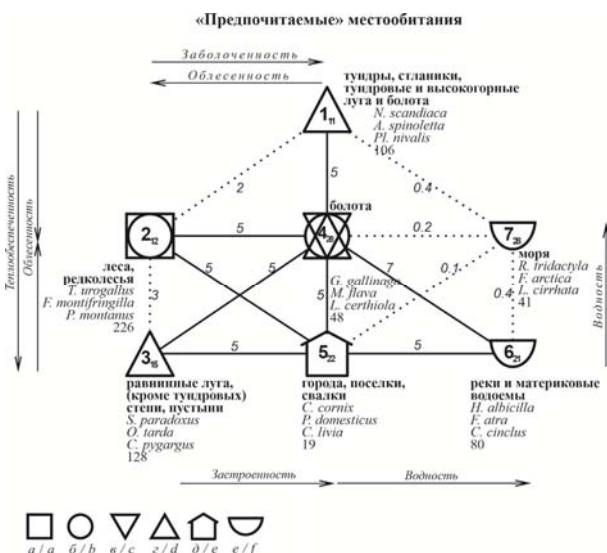


Рис. 2. Структура пространственных изменений в летнем распределении птиц Северной Евразии: *a* – лесов, *b* – полуоблесенных местообитаний, *c* – открытых бедных по продуктивности территорий, *d* – более богатых, *e* – сельтебных ландшафтов, *f* – рек, материковых водоемов и морей. Номера типов как в иерархической классификации. Сходство по таксонам показано у связей между ними. Значимое сходство отображено сплошной линией, прерывистой – максимальное сходство при отсутствии значимого, пунктиром – дополнительная информация; стрелки направлены в сторону усиления влияния фактора среды, коррелирующего с трендом. Для каждого типа на рис. 2 приведено по три характерных вида птиц и общее число видов, отнесенных к каждому типу распределения

Fig. 2. Structure of spatial changes in the summer distribution of birds in Northern Eurasia: *a* – forests, *b* – semi-forested habitats, *c* – open areas with poor productivity, *d* – richer ones, *e* – residential landscapes, *f* – rivers, continental water bodies and seas. Numbers of types as in the hierarchical classification. The taxon similarity is shown in the links between them. Significant similarity is shown by a solid line, a broken line is the maximum similarity in the absence of any significant one, and a dotted line is additional information; the arrows are directed towards strengthening the influence of the environmental factor, which correlates with the trend. For each type, three characteristic bird species and the total number of species assigned to each type of distribution was shown on Fig. 2

суше. В селитебно-рекреационных и рудеральных местообитаниях отличия определяет количество кормов антропогенного происхождения, а в водно-околоводных сообществах – специфика водоёмов и водотоков. Формально, в какой-то мере рудеральная и водная растительность, включая фитопланктон, несомненно, коррелируют с неоднородностью орнитокомплексов. В целом их изменчивость определяют застроенность (антропогенная кормность), тепло- и влагообеспеченность (зональность), облесённость, заболоченность и водность (рис. 3). На уровне подтипа, кроме ранее названных факторов, различия орнитокомплексов тоже, но в большей степени, связаны с зональностью, а также с рельефом (горы, равнины) и минеральным питанием фитоценозов болот и, в отдельных случаях, с провинциальностью (рис. 4). На уровне классов населения граф сходства состоит из трёх параллельных рядов, отличающихся расположением орнитокомплексов на западе или на востоке исследованной территории (рис. 5). Между этими рядами расположен ещё один, в который вошло население птиц всей рассматриваемой территории или срединных участков. Анализ на уровне классов проведен без материалов по Передней, Центральной и Средней Азии, так как эти физико-географические страны расположены только в середине материка.

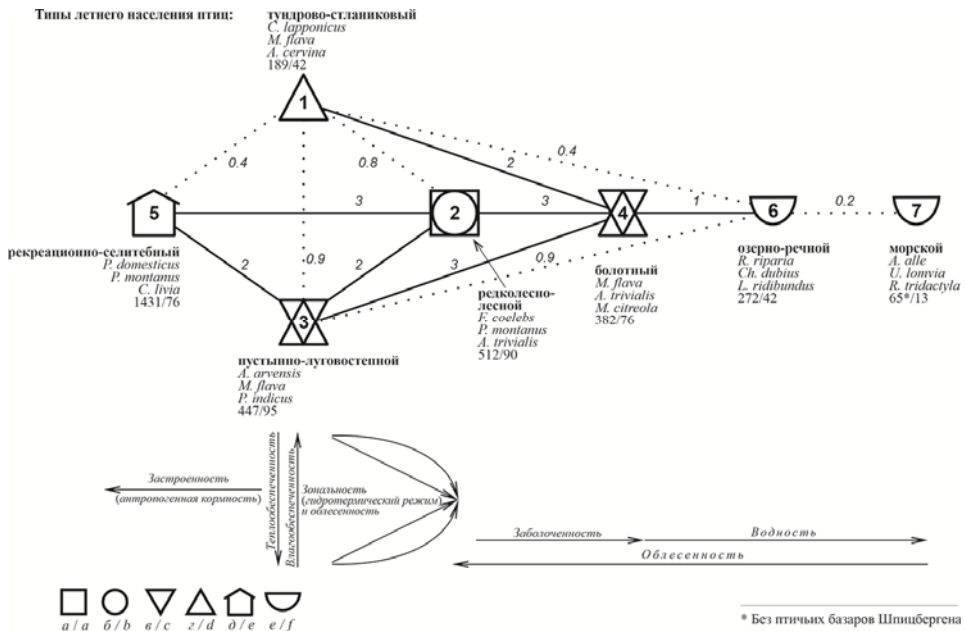


Рис. 3. Пространственно-типологическая структура летнего населения птиц Северной Евразии в первой половине лета (на уровне типа). Условные обозначения см. рис. 2

Fig. 3. Spatial and typological structure of the summer bird population of Northern Eurasia in the first half of summer (at the type level). See Fig. 2 for designations

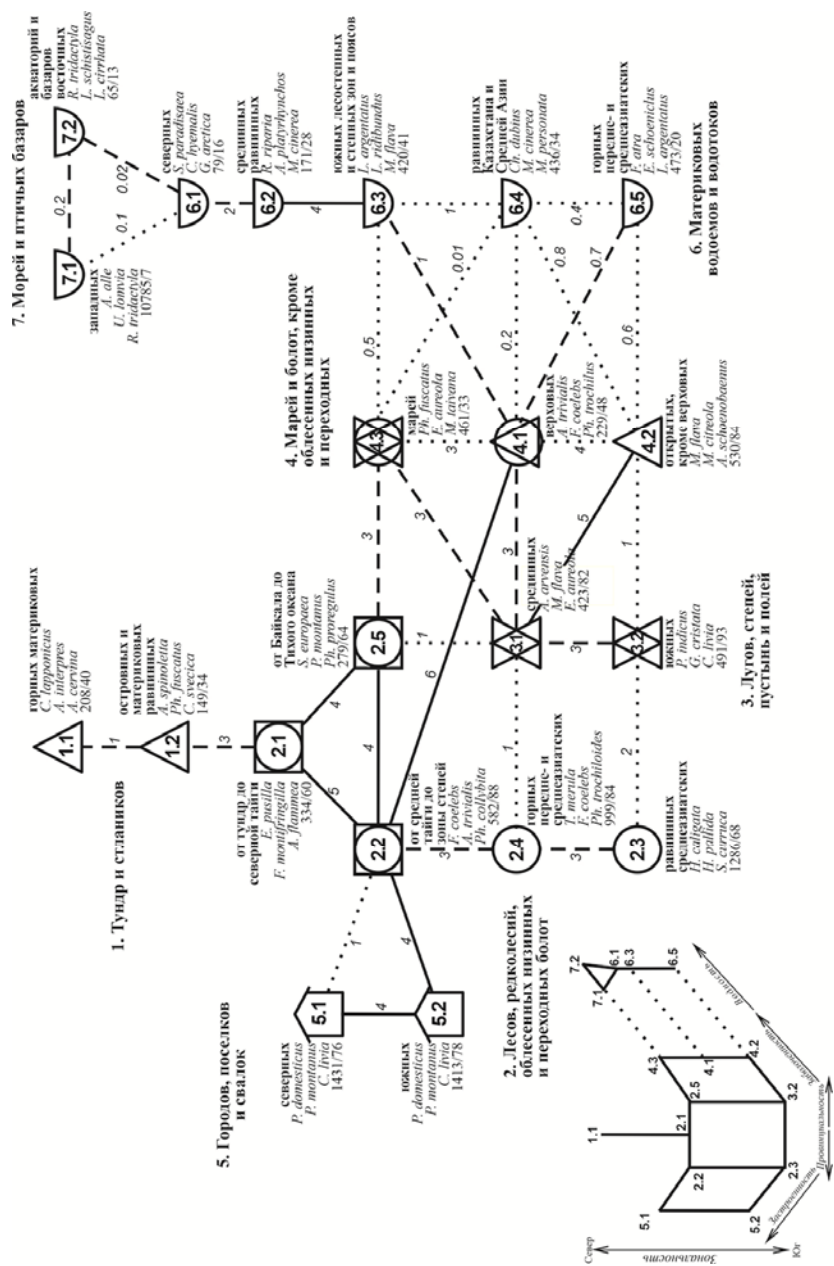


Рис. 4. Пространственно-типологическая структура летнего населения птиц Северной Евразии в первой половине лета (на уровне подтипа). Условные обозначения см. рис. 2
 Fig. 4. Spatial and typological structure of the summer bird population of Northern Eurasia in the first half of summer (at the sub-type level). See Fig. 2 for designations

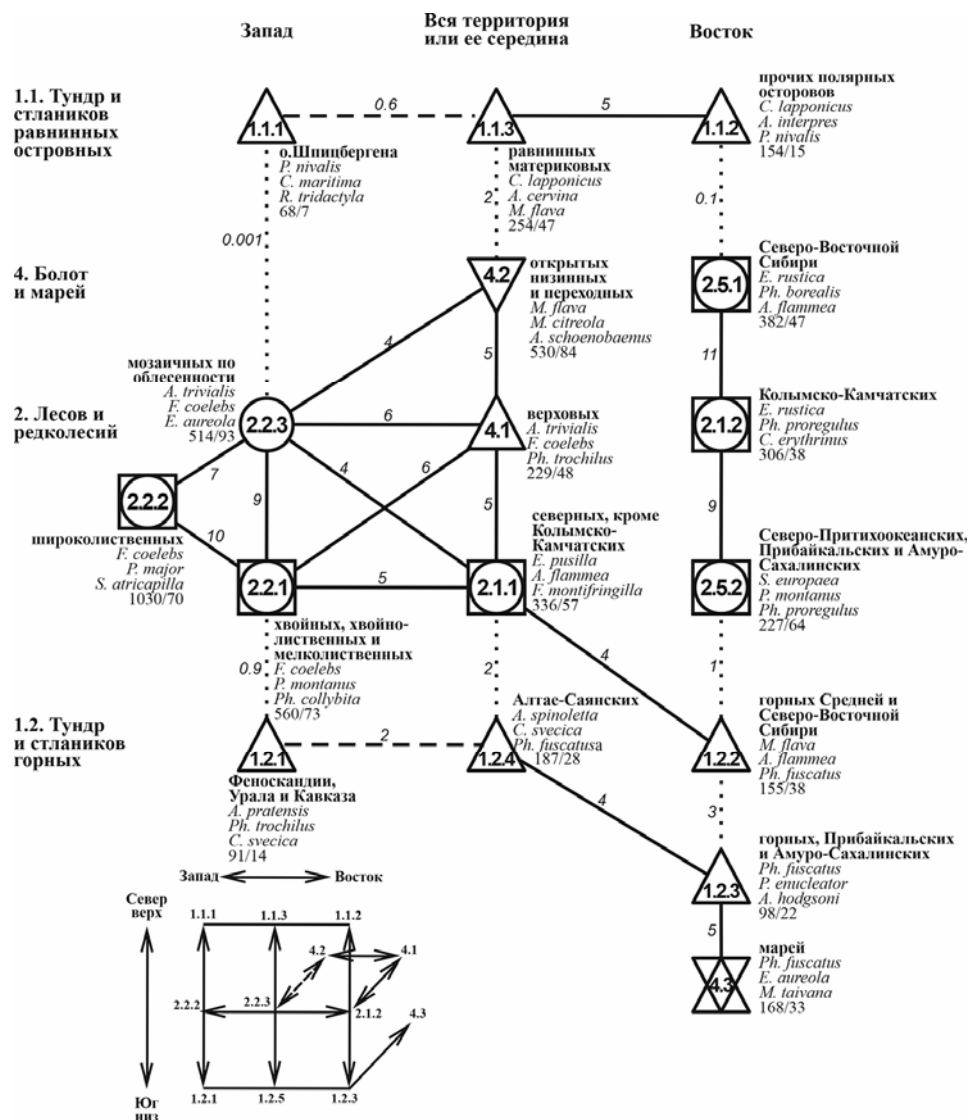


Рис. 5. Пространственно-типологическая структура летнего населения птиц Северной Евразии в первой половине лета (на уровне класса сообществ). Условные обозначения см. рис. 2
Fig. 5. Spatial and typological structure of the summer bird population of Northern Eurasia in the first half of summer (at the assemblage class level)). See Fig. 2 for designations

Правда, Средняя Азия расположена несколько восточнее первых двух стран, но отличия их населения связаны в основном с абсолютными высотами местности, а не с широтой. Следует отметить, что западный и срединный ряды значимо

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

связаны между собой, в то время как восточный имеет лишь одну такую связь со срединным рядом. Порог значимости сходства в этой схеме равен 19%, в то время как на графах по типам населения – 1%, а по подтипам – 4%. Таким образом, величина выбранного порога значимости сходства увеличивается с возрастом дробности разделения орнитокомплексов.

В абстрактной (идеализированной) форме эти закономерности можно представить в виде наложенных друг на друга ромбов и треугольников (см. рис. 4). Ромбы в своей середине отражают зону максимальной плотности населения птиц и уменьшение её к вершинам по мере снижения благоприятности среды. Такой вертикально расположенный ромб, состоящий из треугольников, совмещённых основаниями, иллюстрирует зональные изменения животного населения с севера на юг и по высотам местности в горах. Горизонтальная фигура из треугольников, сопряжённых вершинами, отражает континентальность (провинциальность), когда от морей и океанов вглубь материка уменьшается безморозный период, который определяет рост и развитие растений и, соответственно, плотность населения птиц. Все шесть фигур на рис. 6 отображают всё это вместе, совмещённое послойно в пределах единой фигуры, отражая многомерность и континуальность (типологическую постепенность) территориальных изменений животного населения. В целом схема иллюстрирует многомерность изменений и их наложение или взаимопроникновение. Весь набор этих трендов и приводит к зональности, континентальности и диагональности сообществ.

Конечно, это только имитация модельных представлений в двухмерном пространстве. В действительности они как минимум трёхмерны, а чаще многомерны, т.е. отражают зависимость населения от значительного числа факторов и не только населения животных в целом, но и отдельных видов или их наборов. Задача исследователя сводится к выявлению наиболее значимых связей, трендов и факторов среды, которые определяют изменчивость сообществ на конкретных территориях.

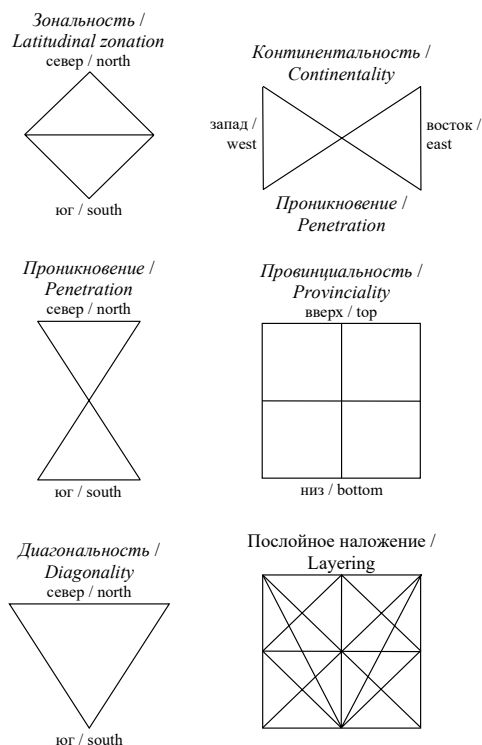


Рис. 6. Основные тренды пространственно-типологической изменчивости летнего населения птиц Северной Евразии

Fig. 6. Main trends in the spatial and typological variability of the summer bird population of Northern Eurasia

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Следует отметить, что составленную классификацию, таким образом, нельзя использовать в качестве информации о наиболее предпочитаемых птицами местообитаниях. Как всякому обобщению, с одной стороны, ей свойственна значительная потеря информации, касающейся деталей распределения каждого вида в отдельности. Эти потери особенно велики из-за высокой степени уникальности в распространении видов. Однако, даже несмотря на значительные потери, есть некоторый выигрыш, который сводится к получению представлений об общих свойствах в распределении птиц. Во-первых, это возможность утверждать, что принципы организации его и населения весьма сходны. Несмотря на уникальность распределения видов, суммарный, интегральный результат формирования орнитокомплексов в целом определяют наиболее характерные для таксонов виды, причем в основном специфика их распространения, распределения и обилия, то есть также как в неоднородности населения, судя по первому разбиению, в организации преобладает влияние типа растительности, хотя в застроенных и рудеральных участках влияяет на специфику сообществ не растительность, а количество кормов антропогенного происхождения, а в водно-околоводных местообитаниях это тоже не столько прибрежная растительность, как продуктивность водных сообществ, зависящая от биоценоза в целом.

Вторая по значимости группа структурообразующих факторов связана с последним распространением птиц в соответствии с формированием биоценологических сообществ, в первую очередь той же растительности. Ближе всего делению на подтипы эти особенности соответствуют провинциальности, континентальности и специфике физико-географических стран, в то время как деление на типы предпочтения территории видами и неоднородность сообществ с зональностью.

Информативность этих представлений по классификации видов для Северной Евразии в целом в общем невелика. Объяснено 43% дисперсии матрицы сходства (коэффициент корреляции – 0.66 при уровне доверия в 0.95). Учитывая, что данные собраны в течение столетия разными учетчиками, индивидуальные различия которых и использованные ими методы учета не абсолютно одинаковы, корреляцию в 0.66 можно считать удовлетворительной.

Итак, в отношении орнитокомплексов в целом можно утверждать, что деление населения птиц при классификации на три уровня в основном совпадает сначала с типом растительности, по подтипам – с зональностью, а на классы – с провинциальностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас СССР. М. : ГУГК при СМ СССР, 1983. 260 с.
- Железнова Т. К. Птицы в нефтегазовых районах Приволжья. М. : ИПО «У Никитских ворот», 2017. 140 с.
- Железнова Т. К., Вартапетов Л. Г. Птицы среднетаёжного Притымыя (Западная Сибирь). М. : ИПО «У Никитских ворот», 2018. 196 с.
- Железнова Т. К., Костылева Н. А. Птицы болот лесной зоны Западной Сибири. М. : ИПО «У Никитских ворот», 2018. 160 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

- Железнова Т. К., Лепта В. А.* Птицы Томского Прикетья. М. : Проспект, 2016. 224 с.
- Железнова Т. К., Миловидов С. П., Блинов Л. В.* Птицы города Томска. М. : ИПО «У Никитских ворот», 2021. Т. 1. 376 с.
- Жуков В. С.* Птицы лесостепи Средней Сибири. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2006. 492 с.
- Иванов А. И.* Каталог птиц СССР. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1976. 275 с.
- Климова Н. В., Торопов К. В.* Птицы города Кемерово и его окрестностей. Новосибирск : Академическое издательство «Гео», 2018. 178 с.
- Куперитох В. Л., Трофимов В. А.* Автоматическое выявление макроструктуры системы // Проблемы анализа дискретной информации. Новосибирск : Ин-т экономики и организации промышленного производства СО АН СССР, 1975. Ч. 1. С. 67 – 83.
- Ливанов С. Г.* Птицы Урала: численность, распределение и пространственно-временная дифференциация населения. Новосибирск : Изд-во СО РАН. 2021. 226 с.
- Наумов Р. Л.* Птицы природного очага клещевого энцефалита Красноярского края: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1964. 19 с.
- Пантелеев П. А.* Материалы к количественной характеристике авифауны южной тайги Зауралья // Орнитология. 1972. Вып. 10. С. 374 – 377.
- Равкин Е. С., Равкин Ю. С.* Птицы равнин Северной Евразии: численность, распределение и пространственная организация сообществ. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2005. 304 с.
- Равкин Е. С., Челинцев Н. Г.* Методические рекомендации по маршрутному учёту населения птиц в заповедниках // Организация научных исследований в заповедниках и национальных парках. Сборник докладов семинара-совещания. М. : Всемирный фонд дикой природы, 1999. С. 143–155.
- Равкин Ю. С.* К методике учёта птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1967. С. 66 – 75.
- Равкин Ю. С.* Пространственная организация населения птиц лесной зоны (Западная и Средняя Сибирь). Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1984. 264 с.
- Равкин Ю. С., Ефимов В. М.* Банк данных по численности и распределению животных в пределах бывшего СССР // Формирование баз данных по биоразнообразию – опыт, проблемы, решения: материалы Международной научно-практической конференции. Барнаул : Артика, 2009. С. 205 – 214.
- Равкин Ю. С., Ливанов С. Г.* Факторная зоогеография. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2008. 205 с.
- Равкин Ю. С., Куперитох В. Л., Трофимов В. А.* Пространственная организация населения птиц // Птицы лесной зоны Приобья (пространственная организация летнего населения). Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1978. С. 253 – 269.
- Равкин Ю. С., Богомолова И. Н., Цыбулин С. М., Железнова Т. К., Торопов К. В., Вартапетов Л. Г., Миловидов С. П., Юдкин В. А., Жуков В. С., Гуреев С. П., Покровская И. В., Касыбеков Э. Ш., Ананин А. А., Бочкарева Е. Н.* Пространственно-типологическая неоднородность и экологическая организация летнего населения птиц Среднего региона Северной Евразии // Сибирский экологический журнал. 2016. № 1. С. 103 – 116.
- Равкин Ю. С., Бабенко В. Г., Стишов М. С., Пронкевич В. В., Лялина М. И.* Эколого-географическая изменчивость летнего населения птиц притихоокеанской части России // Сибирский экологический журнал. 2020. № 6. С. 689 – 703.
- Равкин Ю. С., Цыбулин С. М., Ананин А. А., Железнова Т. К., Вартапетов Л. Г., Юдкин В. А., Жуков В. С., Преображенская Е. С., Стишов М. С., Торопов К. В., Равкин Е. С., Богомолова И. Н., Чеснокова С. В., Лялина М. И.* Эколого-географическая организация и

структура летнего населения птиц Северной Евразии // Журнал общей биологии. 2022. Т. 83, № 4. С. 302 – 320. <https://doi.org/10.31857/S0044459622040066>

Торопов К. В., Бочкарева Е. Н. Птицы подтаежных лесов Западной Сибири: 30 – 40 лет спустя. Новосибирск : Наука-центр, 2014. 394 с.

Трофимов В. А. Модели и методы качественного факторного анализа матрицы связи // Проблемы анализа дискретной информации. Новосибирск : Ин-т экономики и организации промышленного производства СО АН СССР, 1976. Ч. 2. С. 24 – 36.

Цыбулин С. М. Птицы Алтая : пространственно-временная дифференциация, структура и организация населения. Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 2009. 234 с.

Штегман Б. К. Основы орнитофаунистического деления Палеарктики // Фауна СССР. Птицы. М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1938. Т. 1, вып. 2. 156 с.

Энциклопедический словарь географических терминов. М. : Советская энциклопедия, 1968. 437 с.

Hayne D. W. An examination of the strip census method for estimating animal populations // Journal of Wildlife Management. 1949. Vol. 13, № 2. P. 145 – 147. <https://doi.org/10.2307/3796084>

Distribution and structure of bird assemblage in Northern Eurasia in the first half of summer

Yu. S. Ravkin , I. N. Bogomolova

*Institute of Systematics and Ecology of Animals,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
11 Frunze St., Novosibirsk 630091, Russia*

Received: 4 October 2022 / revised: 5 November 2022 / accepted: 5 November 2022

Abstract. To reveal features of the distribution of birds in Northern Eurasia, the results of surveys carried out in the period from 1880 to 2019 (with interruptions and mainly since 1960) averaged over the first half of the summer (May 16–July 15) were analyzed. 354 researchers participated in the collection of material (for 110 years). Data processing was carried out using multivariate statistics methods, including cluster analysis and linear qualitative approximation of connection matrices. The classification of bird species by their distribution accounts for 42% of its similarity. The information content of representations decreased by 10–15% only (by 12% on average) with twice as many species analyzed, a significantly larger number of surveyed habitats and the area of the studied territory (as compared to the previously surveyed East European and West Siberian Plains and Altai). This level of explanation can be considered satisfactory (the correlation coefficient is 0.65). The summer distribution of bird species, as well as the heterogeneity of their distribution as a whole, is determined by changes in the hydrothermal regime in the zonal-belt and provincial aspects. The heat-to-moisture ratio determines the type of vegetation and its productivity both on land and in aquatic and semiaquatic habitats. The specificity of the vegetation type in territories and water areas, taking into account anthropogenic transformation, coincides with the heterogeneity of the bird distribution and the formation of ornithocomplexes as a whole. With the division of geographical space into zones, subzones, and especially physiographic countries, the variability in the distribution of birds and their communities is associated to a lesser extent, occupying the second and third places in the hierarchy of significance, respectively.

Keywords: ornithocomplexes, territorial heterogeneity, distribution of birds, cluster analysis, environmental factors, linear qualitative approximation, Northern Eurasia

Funding. The study made by the Fundamental Science Research Program of the state academies for 2021–2025 years (project FWGS – 2021-0002).

For citation: Ravkin Yu. S., Bogomolova I. N. Distribution and structure of bird assemblage in Northern Eurasia in the first half of summer. *Povolzhskiy Journal of Ecology*, 2022, no. 4, pp. 452–473 (in Russian). <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-4-452-473>

REFERENCES

Atlas SSSR [Atlas of the USSR]. Moscow, GUGK pri SM SSSR Publ., 1983. 260 p. (in Russian).

 *Corresponding author.* Laboratory of Zoomonitoring of the Institute of Systematics and Ecology of Animals of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Russia.

ORCID and e-mail addresses: Yury S. Ravkin: <https://orcid.org/0000-0002-9761-6455>, yrvakin@bk.ru; Irina N. Bogomolova: <https://orcid.org/0000-0002-8806-701X>, i3335907@mail.ru.

- Zheleznova T. K. *Birds in Oil-and-Gas Areas of Vasugan-River Basin*. Moscow, IPO "U Nikitskikh vorot" Publ., 2017. 140 p. (in Russian).
- Zheleznova T. K., Vartapetov L. G. *Birds of the Pritymya's Middle-boreal Coniferous Forest (Western Siberia)*. Moscow, IPO "U Nikitskikh vorot" Publ., 2018. 196 p. (in Russian).
- Zheleznova T. K., Kostyleva N. A. *The Birds of the Moors in Forest Zone of Western Siberia*. Moscow, IPO "U Nikitskikh vorot" Publ., 2018. 160 p. (in Russian).
- Zheleznova T. K., Leppa V. A. *Ptitsy Tomskogo Priket'ya* [Birds of Tomsk Priket'ye]. Moscow, Prospekt Publ., 2016. 234 p. (in Russian).
- Zheleznova T. K., Milovidov S. P., Blinov L. V. *Birds of the Tomsk City*. Moscow, IPO "U Nikitskikh vorot" Publ., 2021, vol. 1. 376 p. (in Russian).
- Zhukov V. S. *Birds of Middle Siberia Forest-Steppe*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2006. 492 p. (in Russian).
- Ivanov A. I. *Katalog ptits SSSR* [Catalog of Birds of the USSR]. Leningrad, Nauka Publ., 1976. 275 p. (in Russian).
- Klimova N. V., Toropov K. V. *Birds of the City of Kemerovo and Its Vicinities*. Novosibirsk, Academic Publishing House "Geo", 2018. 178 p. (in Russian).
- Kuperstokh V. L., Trofimov V. A. Automatic detection of the macrostructure of the system. In: *Problemy analiza diskretnoj informacii* [Problems of Analysis of Discrete Information]. Novosibirsk, Institut ekonomiki i organizacii promyshlennogo proizvodstva SO AN SSSR Publ., 1975, part 1, pp. 674–83 (in Russian).
- Livanov S. G. *Birds of Urals: Abundance, Distribution and Spatio-Temporal Differentiation of Assemblages*. Novosibirsk, Izdatel'stvo SO RAN, 2021. 226 p. (in Russian).
- Naumov R. L. *Birds of the Natural Focus of Tick-borne Encephalitis of the Krasnoyarsk Territory*. Thesis Diss. Cand. Sci. (Biol.). Moscow, 1964. 19 p. (in Russian).
- Panteleev P. A. Materials for the quantitative characterization of the avifauna of the southern taiga of the Trans-Urals. *Ornitologiya*, 1972, iss. 10, pp. 374–377 (in Russian).
- Ravkin E. S., Ravkin Yu. S. *Birds of North Euroasin Plains: Numbers, Distribution and Spatial Organization of Communities*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2005. 304 p. (in Russian).
- Ravkin E. S., Chelintsev N. G. Methodological recommendations on route accounting of the bird population in nature reserves. In: *Organizatsiia nauchnykh issledovanii v zapovednikakh i natsional'nykh parkakh. Sbornik dokladov seminar-soveshchaniia* [Organization of Scientific Research in Nature Reserves and National Parks. Collection of Reports of the Seminar-Meeting]. Moscow, World Wildlife Fund Publ., 1999, pp. 143–155 (in Russian).
- Ravkin Yu. S. To a method of the accounting of birds of forest landscapes. In: *Priroda ochagov kleshchevogo entsefalita na Altai* [Nature of the Centers of Tick-borne Encephalitis in Altai]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1967, pp. 66–75 (in Russian).
- Ravkin Yu. S. *Prostranstvennaia organizatsiia naseleniia ptits lesnoi zony (Zapadnaia i Srednaia Sibir')* [Spatial Organization of the Bird Population of the Forest Zone (Western and Middle Siberia)]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1984. 264 p. (in Russian).
- Ravkin Yu. S., Efimov V. M. Data bank on the number and distribution of animals within the Former USSR. In: *Development of the Biodiversity Databases – Experience, Problems, Decisions: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*. Barnaul, Arktika Publ., 2009, pp. 205–214 (in Russian).
- Ravkin Yu. S., Livanov S. G. *Faktornaja zoogeografiia* [Factor Zoogeography]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2008. 205 p. (in Russian).
- Ravkin Yu. S., Kupershtokh V. L., Trofimov V. A. Spatial organization of the bird population. In: *Ptitsy lesnoi zony Priob'ia (prostranstvennaia organizatsiia letnego naseleniia)* [Birds of the Forest Zone of the Ob Region (Spatial Organization of the Summer Population)]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1978, pp. 253–269 (in Russian).

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СТРУКТУРА НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

Ravkin Yu. S., Bogomolova I. N., Tsybulin S. M., Zheleznova T. K., Toropov K. V., Vartapetov L. G., Milovidov S. P., Yudkin V. A., Zhukov V. S., Gureev S. P., Pokrovskaya I. V., Kasibekov E. Sh., Ananin A. A., Bochkareva E. N. Spatial-typological heterogeneity and environmental organization of the summer population of birds in the Middle region of Northern Eurasia. *Contemporary Problems of Ecology*, 2016, vol. 9, no. 1, pp. 86–97.

Ravkin Yu. S., Babenko V. G., Stishov M. S., Pronkevich V. V., Lyalina M. I. Ecogeographical variability of the summer bird population in the Pacific Part of Russia. *Contemporary Problems of Ecology*, 2020, vol. 13, no. 6, pp. 577–589.

Ravkina Yu. S., Tsybulina S. M., Ananin A. A., Zheleznova T. K., Vartapetov L. G., Yudkin V. A., Zhukov V. S., Preobrazhenskaya E. S., Stishov M. S., Toropov K. V., Ravkin E. S., Bogomolova I. N., Chesnokova S. V., Lyalina M. I. Ecological and geographical organization and structure of the summer bird assemblages of Northern Eurasia. *Zhurnal obshchei biologii*, 2022, vol. 83, no. 4, pp. 302–320 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0044459622040066>

Toropov K. V., Bochkareva E. N. *Birds of Subtaiga Forest of Western Siberia: 30–40 Years Later*. Novosibirsk, Nauka-Center Publ., 2014. 394 p. (in Russian).

Trofimov V. A. Models and methods of qualitative factor analysis of communication matrix. In: *Problemy analiza diskretnoj informacii* [Problems of Analysis of Discrete Information]. Novosibirsk, Institut ekonomiki i organizacii promyshlennogo proizvodstva SO AN SSSR Publ., 1976, part 2, pp. 24–36 (in Russian).

Tsybulin S. M. *The Birds of Altai: The Spatiotemporal Differentiation and the Community Structure and Organization*. Novosibirsk, Nauka Publ., 2009. 234 p. (in Russian).

Stegmann B. K. Principes Generaux des Subdivisions Ornithogeographiques de la Region Paléarctique. In: *Faune de l'URSS. Oiseaux*. Moscou, Leningrad, Edition de l'academie des Sciences de L'URSS, vol. 1, iss. 2. 156 p. (in Russian).

Entsiklopedicheskii slovar' geograficheskikh terminov [Encyclopedic Dictionary of Geographical Terms]. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya Publ., 1968. 437 p. (in Russian).

Hayne D. W. An examination of the strip census method for estimating animal populations. *Journal of Wildlife Management*, 1949, vol. 13, no. 2, pp. 145–147. <https://doi.org/10.2307/3796084>