# ГНЕЗДОВАЯ АВИФАУНА НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БУЗУЛУКСКИЙ БОР» (РОССИЯ) И ЕЕ ЛАНДШАФТНО-БИОТОПИЧЕСКАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ

**Е. В. Барбазюк*, П. В. Вельмовский**

*Институт степи УрО РАН, Россия*
**e-mail: argentatus99@yandex.ru*

Поступила: 12.02.2026. Исправлена: 16.03.2026. Принята к опубликованию: 27.05.2026.

Исследование посвящено гнездовой авифауне и ее биотопической дифференциации в лесах национального парка «Бузулукский бор» – изолированного лесного массива площадью 866 км$^2$, расположенного на границе степной и лесостепной зон, на юго-востоке Восточно-Европейской равнины. Несмотря на масштабные лесовосстановительные работы, проведенные в середине XX в., по-прежнему оставалось неясным влияние нового привнесенного биотопа – искусственных сосновых посадок – на разнообразие и обилие птиц в пределах данной особо охраняемой природной территории. Неизвестным было также распределение птиц и в других, естественных, лесных местообитаниях. Наша работа до некоторой степени восполняет данные пробелы в экологических исследованиях авифауны национального парка «Бузулукский бор». Маршрутные учеты проводили во второй половине мая – начале июня 2024–2025 гг. в трех лесных местообитаниях, хорошо различимых на лесоустроительных картах: лиственном лесу, естественном сосновом лесу и сосновых посадках. В каждом местообитании было заложено по пять пятикилометровых пеших маршрутов, проходимых однократно. Полная протяженность учетного маршрута составила 75 км (по 25 км в каждом типе леса). В общей сложности на маршрутах было учтено 59 видов птиц, из них 48 видов в лиственном лесу, 44 вида в естественном сосновом лесу и 21 вид в сосновых посадках. Лиственный лес и естественный сосновый лес достоверно отличались от посадок средним обилием птиц по критерию Вилкоксона. Различия в обилии между лиственным и естественным сосновым лесом по данному критерию были недостоверными. Значения обилия птиц в лиственном лесу и естественном сосновом лесу оказалось сопоставимыми (1295.6 особей на 1 км$^2$ и 1118.1 особей на 1 км$^2$, соответственно), но при этом превосходили таковые сосновых посадок (633.6 особей на 1 км$^2$) примерно в два раза. Вместе с тем, естественные сосняки и сосновые посадки, несмотря на существенные различия в обилии и количестве видов, обладали наибольшим сходством авифауны (SIMPER: 44.5%; ANOSIM: R = 0.42, p = 0.008; минимальные расхождения полигонов на диаграмме NMDS анализа). Это, очевидно, связано с наличием основной лесообразующей породы *Pinus sylvestris* в обоих типах леса и более сухими условиями, в которых растет этот типичный для рассматриваемого лесного массива вид. Далее, в лиственном лесу зарегистрировано 11 видов-индикаторов со значением индекса IndVal 60% и выше: *Dendrocopos minor*, *Turdus merula*, *Turdus philomelos*, *Erithacus rubecula*, *Luscinia luscinia*, *Ficedula hypoleuca*, *Ficedula parva*, *Phylloscopus trochiloides*, *Sylvia atricapilla*, *Parus caeruleus*, *Parus major*. В естественных сосняках оказалось четыре вида-индикаторов: *Streptopelia orientalis*, *Lullula arborea*, *Anthus trivialis* и *Spinus spinus*. В сосновых посадках выявлен всего один вид со статистически подтвержденным индексом IndVal 60%: *Turdus viscivorus*. Сосновые посадки характеризуются сниженным видовым богатством авифауны и являются, по сути, производной формой естественного соснового леса. В настоящее время доля посадок составляет 50.8% от всего соснового леса национального парка «Бузулукский бор». Наше исследование выявило необходимость поиска путей для восстановления естественного соснового леса. При проведении различных фаунистических исследований нецелесообразно объединять посадки с различными вариантами естественного соснового леса в один биотоп во избежание получения заниженных результатов.

**Ключевые слова:** вид-индикатор, лиственный лес, местообитание, обилие, птицы, разнообразие, сосновые посадки

## Введение

Национальный парк «Бузулукский бор» – уникальный островной лесной массив, расположенный на стыке степной и лесостепной природных зон, на юго-востоке Восточно-Европейской равнины. В растительном плане эта территория представляет собой сочетание лиственных лесов (49.2%) и сосновых лесов естественного и искусственного происхождения (50.8%). Более половины (51%) всех сосновых лесов, образованных *Pinus sylvestris* L., в настоящее время занимают сосновые посадки, или так называемые лесные культуры (Литвинова, 2020). Известно, что с конца XIX в. территория национального парка «Бузулукский бор» подвергалась масштабным пожарам и в меньшей степени, по сравнению с другими лесными массивами, рубкам леса. Уже к 1940-м гг. эти факторы привели к образованию обширных зарастающих степной растительностью гарей (Кнорре, 1941; Краснов, 1950), которые в 1950-х гг. были засажены сосновыми посадками в ходе масштабных лесовосстановительных работ (Вельмовский, Чибилев, 2019).

Многочисленные исследования, проведенные в различных экологических условиях, показывают, что птицы являются хорошими биоиндикаторами среды и играют важную роль в функционировании экосистем (Gregory, 2006;

Padoa-Schioppa et al., 2006; Gil-Tena et al., 2007; Fraixedas et al., 2020), а плотность и разнообразие птиц определяет качество местообитания для других организмов (Gregory et al., 2003). Поэтому данные о численности птиц учитываются в вопросах управления земельными ресурсами и охраны природы (Веселин, 2002; Bock & Jones, 2004). Тем не менее, несмотря на серьезные сукцессионные перестройки в растительных сообществах, документируемые как минимум с конца XIX в., и попытки создания небольшого заповедника на территории национального парка «Бузулукский бор» еще в 1930-х гг. (Кнорре, 1941; Краснов, 1950; Климентьев, 2010), биотопическая структура авифауны, ее возможные изменения, в пределах данной особо охраняемой природной территории (ООПТ) никогда не изучалась, как и не проводились другие исследования по экологии птиц, что обуславливает актуальность работы.

Сравнительно недавно были проанализированы изменения качественного состава птиц оренбургской части национального парка «Бузулукский бор» по экологическим группам за последние 100 лет (Барбазюк, Вельмовский, 2024а) на основе сохранившегося архивного и неопубликованного ранее списка птиц Бузулукского заповедника (Кнорре, 1941), дающего ценный сравнительный материал. В 2024 г. впервые был проведен также анализ количественных учетных данных по зимней авифауне национального парка «Бузулукский бор» в различных типах леса. В частности, было установлено полное отсутствие зимних видов-индикаторов в сосновом лесу, что, как предполагается, связано с изолированностью бора, расположением его на южном пределе лесостепной зоны и оторванностью от ареалов бореальной авифауны (Барбазюк, Вельмовский, 2025). Настоящая работа является продолжением предыдущего исследования (Барбазюк, Вельмовский, 2025) и посвящена распределению птиц в различных типах леса национального парка «Бузулукский бор». Основной целью было количественное сравнение видов в различных лесных местообитаниях и определение гнездовых биотопических предпочтений птиц в пик гнездового сезона на данной ООПТ. Сравнение авифауны проводили в лесах разного состава и происхождения: лиственном лесу, естественном сосновом лесу и сосновых посадках. Исследование актуализирует проблему поиска путей восстановления естественного соснового леса в национальном парке «Бузулукский бор»; в этом заключается его практическая значимость.

## Материал и методы

### *Район исследования*

Национальный парк «Бузулукский бор» площадью 866 км$^2$ получил статус ООПТ в 2007 г. Этот островной лесной массив расположен на границе лесостепной и степной зон, на стыке Самарской и Оренбургской областей, на юго-востоке Восточно-Европейской равнины (53.020628° N, 52.094635° E) (рис. 1).

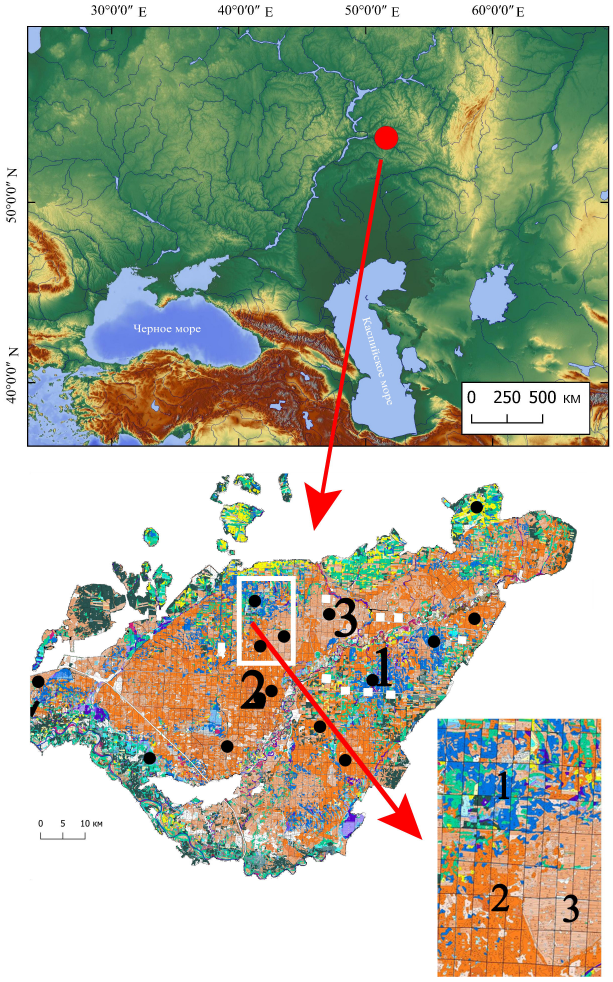



**Рис. 1.** Район исследования и лесоустроительная карта национального парка «Бузулукский бор» (Россия). Цифрами на цветной карте отображены примеры типов леса в различном масштабе: 1 – лиственный лес (синий, зеленый, желтый цвета); 2 – естественный сосновый лес (насыщенный оранжевый цвет); 3 – сосновые посадки (бледно-оранжевый цвет с горизонтальной штриховкой). Цепочка белых квадратов в восточной и северо-восточной части национального парка «Бузулукский бор» – проектируемые и действующие нефтяные площадки. Черные точки – места проведения учетов.

**Fig. 1.** The study area and forest-management map of the Buzuluksky Pine Forest National Park, Russia. The numbers on the coloured map show examples of forest types at various scales: 1 – deciduous forests (blue, green, yellow colours); 2 – natural pine forest (dark-orange colour); 3 – pine plantations (pale-orange colour with horizontal shading). White squares in the eastern and north-eastern parts of the Buzuluksky Pine Forest National Park indicate projected and operating oil production sites. Black dots indicate bird count locations.

Национальный парк «Бузулукский бор» расположен в зоне континентального климата. Многолетние температуры воздуха варьируются от -13.8°C в январе до +20.4°C в июле. В среднем здесь выпадает за год 530 мм осадков преимущественно в виде дождя и снега. К концу зимы высота снегового покрова часто достигает 50–60 см. В гидрографическом плане район относится к бассейну р. Волги. Главные реки Самара, Боровка, Колтубанка, Малый Кинель, Кутулук и ручьи Черталык, Карачев Муштай имеют, в основном, снеговое питание. Характерны также и более мелкие постоянные и временные ручьи, озера и болота, которые наполняются талыми и родниковыми водами (Климентьев, 2010; Вельмовский, Чибилев, 2019).

Древесный ярус растительности национального парка «Бузулукский бор» хорошо соотносится с орографией местности, где на верхних частях песчаных дюн доминирует *Pinus sylvestris*, а на выровненных ландшафтах формируются смешанные леса. В понижениях рельефа доминирование в древесном ярусе полностью переходит к лиственным породам с образованием чистых березняков, черноольшаников, тополевников, а по окраинам лесного массива – дубрав.

В настоящее время наблюдается прогрессирующее усыхание всех ландшафтов национального парка «Бузулукский бор». Продолжающаяся аридизация климата, которая выражается в устойчивом линейном росте среднегодовых температур воздуха, фиксируется как минимум с 1920-х гг. и приводит к иссушению водно-болотных угодий, а также миграции подземных вод в более глубокие горизонты (Климентьев, 2010). Аридизация является одной из причин серьезного обеднения видового состава авифауны в первую очередь водно-болотного комплекса и дневных хищных птиц за последние 100 лет (Барбазюк, Вельмовский, 2024а), а также вероятно, возможной причиной снижения обилия ряда мелких воробьиных птиц за предыдущее десятилетие (Барбазюк, Вельмовский, 2024б). Из района исследования полностью исчез некогда обычный *Accipiter gentilis* (Linnaeus, 1758), а *Accipiter nisus* (Linnaeus, 1758) сейчас встречается чаще в периоды миграций. В несколько раз сократилась гнездовая численность другого тривиального вида: *Buteo buteo* (Linnaeus, 1758). В весенне-летний сезон 2024 г. зафиксирована депрессия численности всех видов Piciformes, которая могла быть связана с аномальным резким и краткосрочным потеплением в марте 2024 г.

Существенными антропогенными факторами на протяжении XX–XXI вв. выступали природные пожары и рубки леса с последующими попытками искусственного лесовосстановления. В последние годы на территории национального парка «Бузулукский бор» возобновила свою деятельность нефтяная промышленность (Вельмовский, Чибилев, 2019).

***Материалы и описание местообитаний***

Материалами настоящего исследования послужили собственные учетные данные второй половины мая – начала июня 2024 и 2025 гг. Учетные маршруты проходили по лиственному лесу, естественному сосновому лесу и сосновым посадкам. В каждом местообитании были заложены по пять однократно пройденных пеших учетных маршрутов протяженностью 5 км каждый в различных районах национального парка «Бузулукский бор» (рис. 1). Таким образом, протяженность учетов в каждом местообитании составила 25 км, а общая протяженность учетного маршрута – 75 км.

Для анализа местообитаний мы опирались на местную лесоустроительную карту со стандартной цветовой схемой обозначения пород деревьев в верхнем ярусе, которая позволила выделить три основных типа леса (лесных местообитания), подходящих для сравнения видового состава и обилия птиц, и хорошо различимых на карте: 1) лиственный лес, 2) естественный сосновый лес, 3) сосновые посадки (рис. 1). Наша типология отличается от типологии леса, разработанной Сукачевым (1931), имеет меньшую дробность и позволяет проводить протяженные и непрерывные маршрутные учеты птиц. Лиственные леса формируют виды древесных растений, которые встречаются в национальном парке «Бузулукский бор» и образуют относительно чистые скопления лиственных пород: тополевники, липняки, березняки, ольховники, дубняки, а также их комбинации (рис. 2). В этом типе леса *Pinus sylvestris* либо полностью отсутствует, либо встречается единично. Доля лиственного леса составляет 49.2% от всех лесообразующих пород национального парка «Бузулукский бор» (Литвинова, 2020).

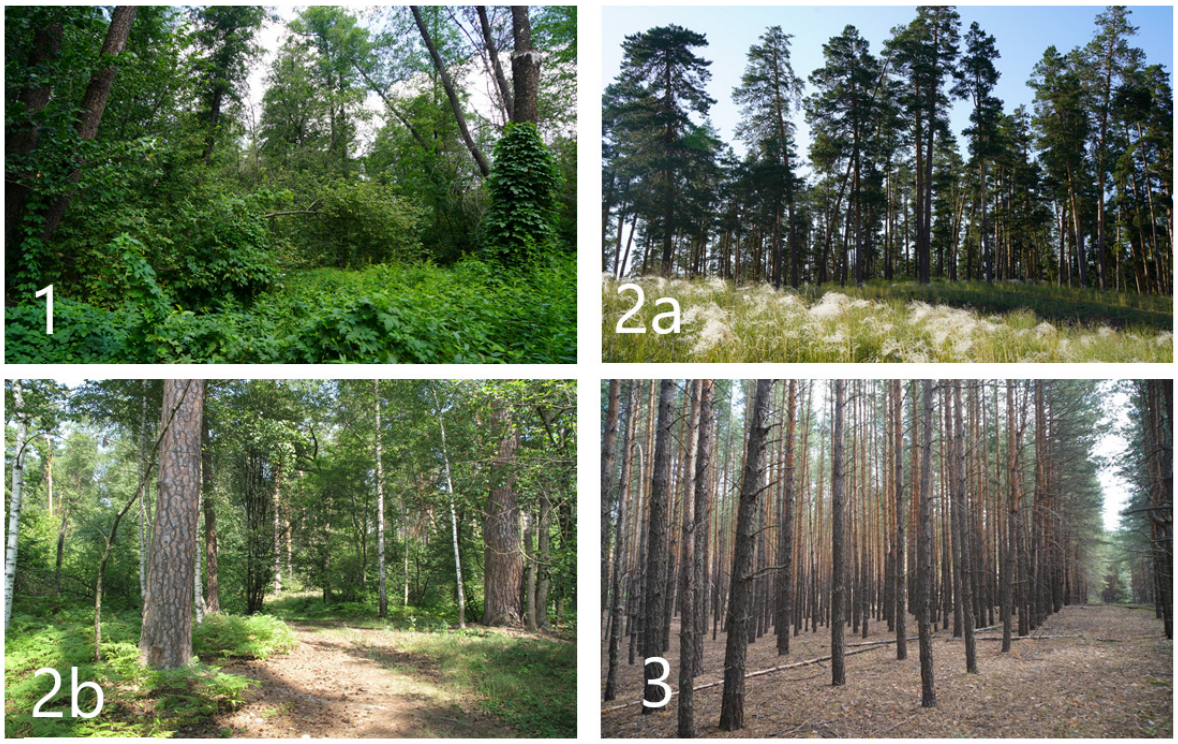



**Рис. 2.** Типы леса в национальном парке «Бузулукский бор» (Россия). Обозначения: 1 – пойменный лиственный; 2a – чистый естественный сосновый; 2b – естественный смешанный с доминированием *Pinus sylvestris* в верхнем древесном ярусе, с выраженным вторым древесным подъярусом и кустарниковым ярусом; 3 – сосновые посадки (Авторы фото: П.В. Вельмовского, Н.О. Кин).

**Fig. 2.** Forest types in the Buzuluksky Pine Forest National Park (Russia). Designations: 1 – floodplain deciduous forest; 2a – pure natural pine forest; 2b – natural mixed forest dominated by *Pinus sylvestris* in canopy layer, with distinct understory layer and shrub layer; 3 – pine plantations (Authors of the photos: P.V. Velmovsky, N.O. Kin).

Естественный сосновый лес подразделяется на a) чистый сосновый лес с невысоким подростом из молодых сосен и редких кустарников (например, *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woł.) Klásk., *Prunus fruticosa* Pall., *Genista tinctoria* L.) на возвышенностях серповидных дюн и b) смешанный лес с доминированием *Pinus sylvestris* в верхнем древесном ярусе, выраженным или фрагментарным вторым подъярусом древесного яруса (например, *Ulmus glabra* Huds., *Betula pendula* Roth, *Tilia cordata* Mill.) и выраженным или фрагментарным кустарниковым ярусом (например, *Frangula alnus* Mill., *Euonymus verrucosus* Scop., *Rhamnus cathartica* L.). На лесоустроительной карте естественный сосновый лес обоих подтипов (a и b) образует обширные, сплошные участки и закрашен одним (оранжевым) цветом на рис. 1. Естественный сосновый лес отличается от посадок определенной структурой: наличием разновозрастных деревьев с хорошо сформированной кроной, разреженностью полога с полянами и прогалинами (рис. 2). Доля естественного соснового леса составляет 27.4% от всех лесообразующих пород национального парка «Бузулукский бор» (Литвинова, 2020).

В отличие от естественного соснового леса сосновые посадки плотно посажены на местах бывших, часто обширных гарей (рис. 2). Пик активного лесовосстановления пришелся на период 1950–1960-х гг. Основной метод предполагал сплошную механическую посадку саженцев сосновых культур и сгребание верхнего слоя почвы для удаления семян лиственных пород деревьев. Засаживание производилось плотными ровными рядами с последующим обязательным прореживанием, которое в большинстве случаев никогда не проводилось (Камышова, 2003). В результате, несмотря на средне- и старовозрастность, средний диаметр стволов в посадках на данный момент не превышает 20–25 см. Прослеживается поврежденность сосен различными дендрофильными филлофагами (в частности *Neodiprion sertifer* (Geoffroy, 1785)). Иногда внутри посадок присутствует слабо выраженный кустарниковый ярус (например, *Chamaecytisus ruthenicus*, *Sambucus racemosa* L., *Euonymus verrucosus*). В насто-

ящее время доля посадок составляет 23.4% от всех лесообразующих пород, или 50.8% от всего соснового леса национального парка «Бузулукский бор» (Литвинова, 2020).

При выборе учетных маршрутов мы максимально дистанцировались от лесных водных объектов и местами еще сохраняющихся водно-болотных участков, поскольку они не столько влияют в современных климатических и экологических условиях на видовой состав учитываемой авифауны, сколько затрудняют продвижение учетчика и в целом проведение учетов. Столетняя аридизация климата в регионе, наряду с другими факторами, негативно сказалась на водной и околоводной авифауне рассматриваемого лесного массива, и сегодня ее набор фактически сведен до нескольких гнездящихся видов птиц (Барбазюк, Вельмовский, 2024а). Учетные маршруты в лиственном лесу проходили по сухим местам, в связи с чем доля водных и околоводных видов в учетах была ничтожно мала – по одной особи *Anas platyrhynchos* Linnaeus, 1758 и *Anas querquedula* Linnaeus, 1758, а также выводок *Tringa ochropus* Linnaeus, 1758 на мелком озерце-блюдце площадью примерно 150 м$^2$. В контексте данного исследования все эти виды могут быть отнесены к обитателям лиственного леса. В условиях сухих сосновых лесов, занимающих возвышенные песчаные дюны, не было встречено ни одного представителя водно-болотной авифауны.

***Методы***

Учеты птиц проведены по методике Ю.С. Равкина (Равкин, Ливанов, 2008). В анализе данных использовали стандартный показатель «число особей на 1 км$^2$». Дополнительно расчеты проводили по относительному показателю – «число особей на 1 км маршрута в неограниченной по ширине учетной полосе». В расчетах обилия птиц учитывали только фактически встреченных и вокализирующих птиц без удвоений количества особей на основе приоритета встреч самцов или самок некоторых видов. Расстояние на местности измеряли по оцифрованной лесоустроительной карте с квартальной сеткой в навигационном приложении Locus Map 4.32.3 (Asamm Software, s.r.o., 2026). Время проведения учетов выбирали таким образом, чтобы максимально зафиксировать привязку всех видов к гнездовому местообитанию: от времени нахождения птиц в гнезде на кладках, птенцах и сохранения территориальности, обозначаемой вокализацией самцов, до начала активного перемещения выводков по лесу после их вылета из гнезда. Таким периодом в районе исследования является условно вторая половина мая – первая декада июня, сроки которого могут несколько смещаться в зависимости от погодных условий. Во второй половине мая достигается оптимум, когда виды более ранних волн прилета еще находятся на гнездовых участках (например, виды рода *Turdus*), а более поздно прилетающие птицы уже вокализируют в подходящих гнездовых местообитаниях (например, виды родов *Phylloscopus*, *Sylvia*). К середине июня перемещение выводков по лесу становится более интенсивным, и возрастает риск смешения видов из разных типов леса из-за случайных залетов в прилегающие биотопы или в результате перехода птиц на кормовые объекты в других местообитаниях. Избежать этого помогает ограничение сроков проведения учетов началом июня и подбор учетных маршрутов таким образом, чтобы исключить на пути следования смешанные участки леса и переходные зоны – экотоны. Оценку видового разнообразия в трех местообитаниях оценивали на основе количества видов и их обилия в статистической программе PAST 4.09 (Hammer et al., 2001) пятью способами.

1. Строили кривые разрежения сообществ видов птиц в трех местообитаниях на основе оценки числа особей в выборках одинаковых размеров (Individual Rarefaction). Кривые визуализируют распределение количества видов в различных местообитаниях. Для их построения использовали абсолютные значения количества учтенных особей вида на каждом маршруте одинаковой протяженности.

2. Далее различия видового состава авифауны в трех местообитаниях анализировали по всем выборкам методом ANOSIM (Analysis Of Similarities) с учетом количества видов и их обилия. Непараметрический метод ANOSIM проверяет значимые различия между двумя или более группами на основе определенной меры расстояния (Clarke, 1993), в частности Брея-Кертиса. Процедура сравнивает ранги расстояний между группами с рангами расстояний внутри групп. На основе средних значений этих двух типов рангов формируется итоговый статистический показатель R-тест.

Если R = 1, то сообщества очень сильно различаются, если R = 0 – они полностью сходны. Показатель R > 0.75 говорит о хорошем уровне различий, R > 0.5 – о наличии различий, R < 0.25 свидетельствует о едва заметных различиях (Anderson & Walsh, 2013).

3. Затем мы визуально оценивали различия в трех местообитаниях по обилию и числу встреченных видов с помощью неметрического многомерного масштабирования (NMDS – Non-metric Multidimensional Scaling) путем вычисления матрицы расстояний на основе меры расстояния Брея-Кертиса. Перед построением графика было проведено логарифмирование данных (log10 (x + 1)).

4. Связь между видом и местообитанием измеряли с помощью индикатора IndVal (Indicator Value), который выявляет виды-индикаторы в группах выборок (Dufrêne & Legendre, 1997). Сначала вычисляется специфичность вида для местообитания – отношение среднего количества особей вида по всем выборкам в группе к сумме средних количеств особей вида во всех группах. Далее вычисляется привязанность вида к местообитанию – отношение количества выборок в группе, где вид присутствует, к общему количеству выборок в группе. Индекс IndVal представляет собой произведение специфичности и привязанности вида, выраженное в процентах. Статистическая значимость (p-значение) индикатора оценивается путем теста 9999 случайных перестановок выборок в разных группах (Hammer et al., 2001). Значения индекса IndVal варьируются от 0% (не является индикаторным видом) до 100% (идеальный индикатор). Таким образом, к видам-индикаторам относятся не только специфические виды (т.е. виды, которые встречались исключительно в одном местообитании во время учетов и полностью отсутствовали в другом), но и виды, встреченные в нескольких местообитаниях, но со значительным перевесом в одном из них.

5. Оценку вклада видов в различия между тремя местообитаниями оценивали тестом SIMPER (SIMilarity of PERcentage) на основе меры сходства Брея-Кертиса. Этот метод позволяет выявить виды, которые наиболее характерны для того или иного местообитания (Clarke, 1993). В отличие от IndVal, SIMPER сравнивает относительные обилия видов в парах биотопов и выявляет те, которые вносят наибольшие различия, а не указывает на их связь с биотопом. Из результатов теста SIMPER в таблице использовали показатели «Вклад в различия в %» и «Среднее различие в %». Итоговым результатом анализа степени несхожести двух или нескольких местообитаниях выступал показатель «Общее среднее различие в %».

Обилие сравнивали стандартным непараметрическим методом в программе Statistica 10 (Боровиков, 2003). Номенклатура видов птиц приведена по работе Коблика, Архипова (2014).

## Результаты

### *Видовой состав и обилие видов в лиственном лесу, естественном сосновом лесу и сосновых посадках. Результаты по тесту SIMPER*

В общей сложности в 2024 и 2025 гг. на маршрутах было учтено 59 видов птиц, из них 48 видов в лиственном лесу, 44 вида в естественном сосновом лесу и 21 вид в сосновых посадках. Общими для трех местообитаний являлись 18 видов. В лиственном лесу зафиксировано 15 специфических видов, в естественном сосновом лесу – девять специфических видов. В сосновых посадках не отмечено ни одного специфического вида (табл. 1). Значения обилия птиц в лиственном и естественном сосновом лесу в целом оказались сопоставимыми, при этом они превышали таковые посадок примерно в два раза (табл. 1).

Попарное сравнение обилия видов (число особей на 1 км$^2$) по критерию Вилкоксона показало значимое различие в лиственном лесу и посадках (Z = 3.3; p = 0.0009; n = 50), а также в естественном сосновом лесу и посадках (Z = 4.4; p = 0.00001; n = 44). Различия в обилии видов в лиственном лесу и естественном сосновом лесу по данному критерию оказались незначимыми (Z = 1.6; p = 0.1; n = 59).

Наибольший вклад в различия видового состава всех трех анализируемых биотопов по тесту SIMPER вносили восемь видов. Их индивидуальный вклад в различия составлял 5% и более, а совокупный – 66.1% (табл. 1). Наибольшие различия видового состава по тесту SIMPER прослеживалась в паре «лиственный лес – сосновые посадки» – 65.9%, а наименьшие отмечены в паре «естественный сосновый лес – сосновые посадки» – 44.5%. Различия видового состава всех трех местообитаний составили 55.1%, а двух естественных (лиственный и естественный сосновый лес) – 55.0%.

**Таблица 1.** Видовой состав, обилие видов гнездящихся птиц и их вклад в ландшафтно-биотопическую дифференциацию в лиственном лесу (DF), естественном сосновом лесу (PF) и сосновых посадках (PP) в национальном парке «Бузулукский бор» (Оренбургская, Самарская области, Россия), данные маршрутных учетов, 2024 и 2025 гг.
**Table 1.** Species list, abundance of breeding bird species, and their contribution to landscape and biotopic differentiation in deciduous forest (DF), natural pine forest (PF), and pine plantations (PP) in the Buzuluksky Pine Forest National Park (Orenburg Region, Samara Region, Russia), bird route count data, 2024 and 2025

| № | Вид | Обилие по биотопам, особей на 1 км$^2$ | | | SIMPER по трем местообитаниям | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | DF | PF | PP | Среднее различие, % | Вклад в различия, % |
| 1. | *Tetrao urogallus* | – | 0.1 | 0.4 | 0.0175 | 0.0317 |
| 2. | *Anas platyrhynchos* | 0.006 | – | – | 0.0002 | 0.0004 |
| 3. | *Anas querquedula* | 0.5 | – | – | 0.0133 | 0.0242 |
| 4. | *Falco subbuteo* | – | 3.2 | – | 0.1114 | 0.2021 |
| 5. | *Milvus migrans* | 0.08 | – | – | 0.0022 | 0.0040 |
| 6. | *Buteo buteo* | 0.006 | – | – | 0.0003 | 0.0006 |
| 7. | *Tringa ochropus* | 4.1 | – | – | 0.1287 | 0.2334 |
| 8. | *Columba oenas* | – | 0.4 | – | 0.0137 | 0.0249 |
| 9. | *Columba palumbus* | 0.1 | 1.6 | – | 0.0576 | 0.1045 |
| 10. | *Streptopelia orientalis* | – | 1.4 | – | 0.0515 | 0.0933 |
| 11. | *Cuculus canorus* | 0.6 | – | – | 0.0172 | 0.0312 |
| 12. | *Strix uralensis* | 0.1 | 1.6 | – | 0.0638 | 0.1157 |
| 13. | *Caprimulgus europaeus* | – | 0.4 | – | 0.0137 | 0.0249 |
| 14. | *Apus apus* | – | 0.8 | – | 0.0298 | 0.0540 |
| 15. | *Merops apiaster* | 0.2 | 0.1 | – | 0.0057 | 0.0103 |
| 16. | *Jynx torquilla* | – | 0.4 | – | 0.0144 | 0.0260 |
| 17. | *Dendrocopos minor* | 5.5 | – | – | 0.1671 | 0.3031 |
| 18. | *Dendrocopos leucotos* | 3.7 | – | – | 0.1098 | 0.1992 |
| 19. | *Dendrocopos medius* | 0.5 | – | – | 0.0145 | 0.0263 |
| 20. | *Dendrocopos major* | 27.3 | 14.1 | – | 1.0300 | 1.8680 |
| 21. | *Dryocopus martius* | 2 | 0.6 | – | 0.0792 | 0.1437 |
| 22. | *Lullula arborea* | – | 3.6 | – | 0.1200 | 0.2177 |
| 23. | *Anthus trivialis* | 2.3 | 103.8 | 44.5 | 3.5060 | 6.3610 |
| 24. | *Turdus merula* | 34.4 | 0.1 | – | 1.0780 | 1.9560 |
| 25. | *Turdus philomelos* | 9.8 | 0.8 | – | 0.3099 | 0.5622 |
| 26. | *Turdus viscivorus* | 3.7 | 7.5 | 18.8 | 0.7493 | 1.3590 |
| 27. | *Phoenicurus phoenicurus* | 29.2 | 30.4 | 14 | 1.0600 | 1.9230 |
| 28. | *Erithacus rubecula* | 23.9 | 4.4 | – | 0.8728 | 1.5830 |
| 29. | *Luscinia luscinia* | 9.2 | – | – | 0.2714 | 0.4923 |
| 30. | *Muscicapa striata* | 23.9 | 80.4 | 38.4 | 2.8570 | 5.1830 |
| 31. | *Ficedula hypoleuca* | 124.8 | 62 | 13.7 | 4.0800 | 7.4020 |
| 32. | *Ficedula albicollis* | 14.2 | 1.6 | – | 0.4756 | 0.8629 |
| 33. | *Ficedula parva* | 35.3 | 1.6 | – | 1.2800 | 2.3220 |
| 34. | *Acrocephalus dumetorum* | 1.8 | – | – | 0.0572 | 0.1038 |
| 35. | *Hippolais icterina* | 3.7 | 4.8 | 12 | 0.4938 | 0.8958 |
| 36. | *Phylloscopus trochilus* | 1.8 | 1.2 | – | 0.0889 | 0.1613 |
| 37. | *Phylloscopus collybita* | 30 | 15.7 | 9 | 1.2110 | 2.1970 |
| 38. | *Phylloscopus sibilatrix* | 13.3 | 11.7 | 0.8 | 0.7271 | 1.3190 |
| 39. | *Phylloscopus trochiloides* | 5.5 | – | – | 0.2028 | 0.3679 |
| 40. | *Sylvia atricapilla* | 15.6 | 0.4 | – | 0.5037 | 0.9139 |
| 41. | *Sylvia borin* | 13.8 | 0.4 | – | 0.4675 | 0.8481 |
| 42. | *Aegithalos caudatus* | 9.2 | – | – | 0.2643 | 0.4796 |
| 43. | *Parus palustris* | 1.8 | – | – | 0.0572 | 0.1038 |
| 44. | *Parus montanus* | 17.6 | 125.2 | 115.2 | 4.8420 | 8.7840 |
| 45. | *Parus ater* | – | 4.8 | – | 0.1672 | 0.3033 |
| 46. | *Parus caeruleus* | 77.5 | 3.2 | – | 2.3540 | 4.2700 |
| 47. | *Parus major* | 133.1 | 26.4 | 11.6 | 4.0960 | 7.4310 |
| 48. | *Sitta europaea* | 106 | 117.6 | 20.8 | 4.4530 | 8.0780 |
| 49. | *Certhia familiaris* | 9.2 | 17.6 | – | 0.8272 | 1.5010 |
| 50. | *Oriolus oriolus* | 6 | 4.9 | 7.3 | 0.4022 | 0.7296 |
| 51. | *Garulus glandarius* | – | 0.1 | – | 0.0041 | 0.0074 |
| 52. | *Corvus corax* | 0.1 | 1 | 0.1 | 0.0391 | 0.0709 |
| 53. | *Fringilla coelebs* | 409.3 | 287 | 245.5 | 9.4320 | 17.1100 |
| 54. | *Chloris chloris* | 6.4 | 6 | 2.2 | 0.3832 | 0.6953 |
| 55. | *Spinus spinus* | 0.04 | 85 | 29.6 | 3.1650 | 5.7420 |
| 56. | *Carduelis carduelis* | 7.3 | 4.8 | 9.6 | 0.5953 | 1.0800 |
| 57. | *Carpodacus erythrinus* | 3.7 | – | – | 0.1055 | 0.1914 |
| 58. | *Coccothraustes coccothraustes* | – | 11.2 | 9.6 | 0.6556 | 1.1890 |
| 59. | *Emberiza citrinella* | 11.5 | 18.5 | 8 | 0.9255 | 1.6790 |
| | Неопределенные | 56.4 | 49.6 | 22.5 | – | – |
| Всего | | 1295.6 | 1118.1 | 633.6 | 100 | 100 |
| Всего видов | | 48 | 44 | 21 | 59 | 59 |

*Примечание*: Неопределенные особи не входили ни в один статистически анализ и приведены в таблице только для уточнения общей картины обилия птиц в различных местообитаниях.

***Анализ кривых разрежения видов в трех местообитаниях***

Анализ кривых разрежения, построенных по совокупным выборкам, показывает, что, в целом, число видов в лиственном лесу выше, чем в естественном сосновом, а сосновые посадки значительно уступают по количеству видов двум естественным местообитаниям. При этом кривая разрежения в посадках приближается к асимптоте, когда кривая выходит на плато, и число видов перестает увеличиваться при дальнейшем увеличении числа встреченных особей. Кривые разрежения в лиственном и естественном сосновом лесу находятся в стадии перехода в горизонтальную плоскость, что указывает на некоторый потенциал встреч новых видов в этих двух местообитаниях (рис. 3).

***Сравнение видового разнообразия в трех местообитаниях методом ANOSIM***

Сравнение видового разнообразия в трех местообитаниях по всем имеющимся выборкам методом ANOSIM показало средний и статистически достоверный уровень различий для показателя «число особей на 1 км$^2$» ($R = 0.62$; $p = 0.0001$). При попарном сравнении этим методом наибольшие различия в видовом разнообразии наблюдались между сосновыми посадками и лиственным лесом ($R = 0.82$; $p = 0.008$). Немногим меньше различия были между лиственным лесом и естественным сосновым лесом ($R = 0.68$; $p = 0.008$). Наименьшие различия выявлены между естественным сосновым лесом и сосновыми посадками ($R = 0.42$; $p = 0.008$). Для показателя «число особей на 1 км маршрута» были получены очень схожие результаты.

***Анализ ординационной диаграммы NMDS для сообществ птиц в трех местообитаниях***

На диаграмме NMDS отображены три полигона, или три выпуклые оболочки, построенные по облаку точек-видов (рис. 4). Внутри полигонов находятся виды, встречающиеся только или преимущественно в этом местообитании. Приведем несколько примеров. С лиственным лесом хорошо ассоциируются, например, виды *Dendrocopos minor* (Linnaeus, 1758), *D. leucotos* (Bechstein, 1802), *Turdus merula* Linnaeus, 1758, *Luscinia luscinia* (Linnaeus, 1758), *Ficedula parva* (Bechstein, 1794), *Phylloscopus trochiloides* (Sundevall, 1837), *Sylvia atricapilla* (Linnaeus, 1758), *Aegithalos caudatus* (Linnaeus, 1758), *Parus caeruleus* Linnaeus, 1758. Для естественного соснового леса наиболее типичны виды *Streptopelia orientalis* (Latham, 1790), *Muscicapa striata* (Pallas, 1764), *Lullula arborea* (Linnaeus, 1758), *Parus ater* Linnaeus, 1758, *Spinus spinus* (Linnaeus, 1758). Специфические виды есть только в лиственном и естественном сосновом лесу. В посадках не наблюдали ни одного специфического вида, количество видов было ограниченным, а обилие низким. В наибольшей степени удалены друг от друга и, соответственно, различаются полигоны «Лиственный лес» и «Сосновые посадки». Полигоны «Естественный сосновый лес» и «Сосновые посадки» расположены ближе друг к другу, что подтверждает их большее сходство (рис. 4). Очень похожие, практически идентичные, получаются паттерны распределения полигонов по показателю «число особей на 1 км маршрута».

***Оценка биотопических связей с помощью индекса IndVal***

Анализ диаграмм видов по индексу IndVal в трех местообитаниях подтверждает слабую биотопическую связь птиц с сосновыми посадками. В сосновых посадках выявлен всего один вид со статистически подтвержденным индексом и обилием выше, чем в естественном сосновом лесу: *Turdus viscivorus* Linnaeus, 1758 (IndVal = 60.8%; $p = 0.01$). Все другие виды имели показатели индекса IndVal в диапазоне от 44.5% до 0% и были статистически недостоверными (рис. 5).

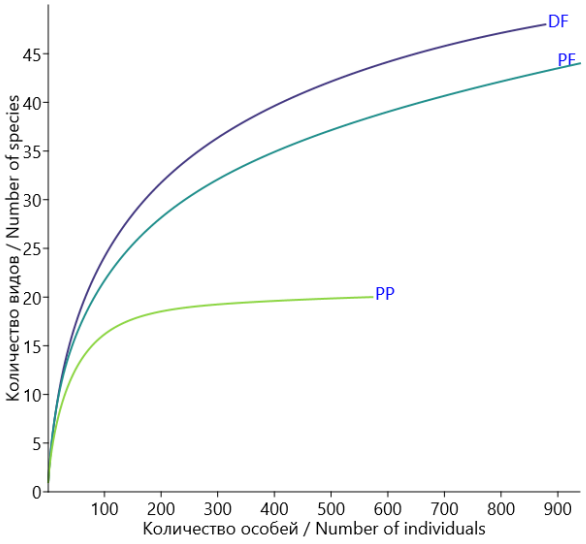



**Рис. 3.** Кривые разрежения для сообществ птиц в лиственном лесу (DF), естественном сосновом лесу (PF) и сосновых посадках (PP) в национальном парке «Бузулукский бор» (Оренбургская, Самарская области, Россия), 2025, 2025 гг.
**Fig. 3.** Rarefaction curves for bird communities in deciduous forest (DF), natural pine forest (PF) and pine plantations (PP) in the Buzuluksky Pine Forest National Park (Orenburg Region, Samara Region, Russia), 2024, 2025.

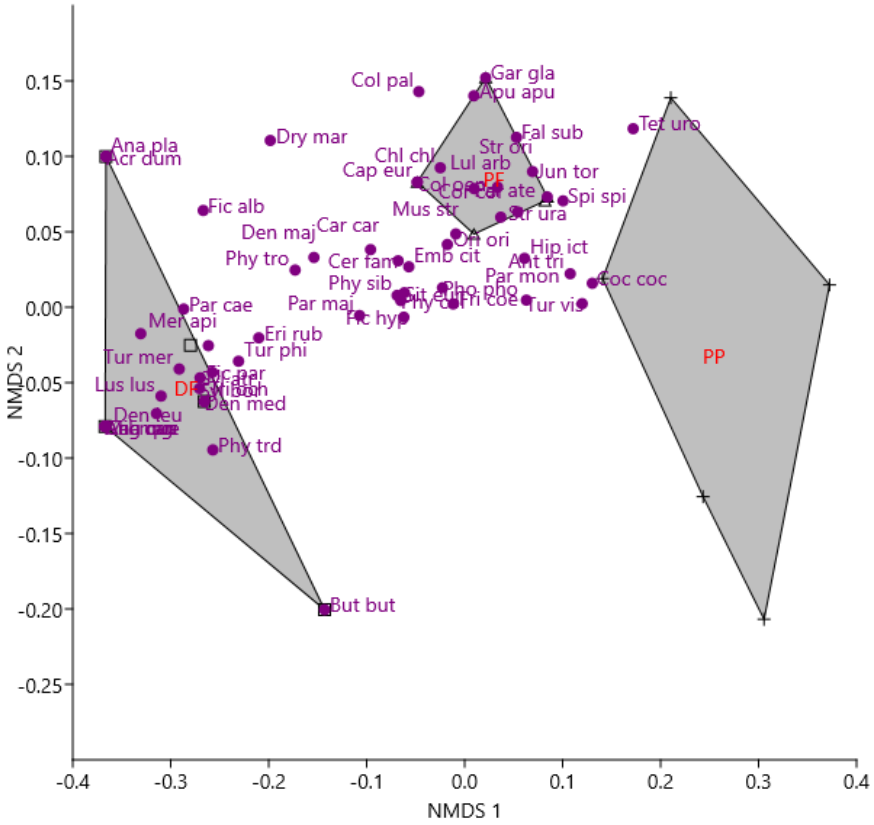



**Рис. 4.** Ординационная диаграмма NMDS для сообществ птиц в лиственном лесу (DF), естественном сосновом лесу (PF) и сосновых посадках (PP) по показателю «число особей на 1 км$^2$» в национальном парке «Бузулукский бор» (Оренбургская, Самарская области, Россия), 2024 и 2025 гг. Обозначения: квадраты, треугольники и крестики – выборки, по которым построены соответствующие полигоны. Синие точки с латинскими аббревиатурами – распределение соответствующих видов птиц на логарифмированной шкале двухмерной системы координат. Аббревиатуры: Tet uro – *Tetrao urogallus*, Ana pla – *Anas platyrhynchos*, Ana que – *Anas querquedula*, Fal sub – *Falco subbuteo*, Mil mig – *Milvus migrans*, But but – *Buteo buteo*, Tri och – *Tringa ochropus*, Col oen – *Columba oenas*, Col pal – *Columba palumbus*, Str ori – *Streptopelia orientalis*, Cuc can – *Cuculus canorus*, Str ura – *Strix uralensis*, Cap eur – *Caprimulgus europaeus*, Apu apu – *Apus apus*, Mer api – *Merops apiaster*, Jun tor – *Jynx torquilla*, Den min – *Dendrocopos minor*, Den leu – *Dendrocopos leucotos*, Den med – *Dendrocopos medius*, Den maj – *Dendrocopos major*, Dry mar – *Dryocopus martius*, Lul arb – *Lullula arborea*, Ant tri – *Anthus trivialis*, Tur mer – *Turdus merula*, Tur phi – *Turdus philomelos*, Tur vis – *Turdus viscivorus*, Pho pho – *Phoenicurus phoenicurus*, Eri rub – *Erithacus rubecula*, Lus lus – *Luscinia luscinia*, Mus str – *Muscicapa striata*, Fic hyp – *Ficedula hypoleuca*, Fic alb – *Ficedula albicollis*, Fic par – *Ficedula parva*, Acr dum – *Acrocephalus dumetorum*, Hip ict – *Hippolais icterina*, Phy tro – *Phylloscopus trochilus*, Phy col – *Phylloscopus collybita*, Phy sib – *Phylloscopus sibilatrix*, Phy trd – *Phylloscopus trochiloides*, Syl atr – *Sylvia atricapilla*, Syl bor – *Sylvia borin*, Aeg cau – *Aegithalos caudatus*, Par pal – *Parus palustris*, Par mon – *Parus montanus*, Par ate – *Parus ater*, Par cae – *Parus caeruleus*, Par maj – *Parus major*, Sit eur – *Sitta europaea*, Cer fam – *Certhia familiaris*, Ori ori – *Oriolus oriolus*, Gar gla – *Garulus glandarius*, Cor cor – *Corvus corax*, Fri coe – *Fringilla coelebs*, Chl chl – *Chloris chloris*, Spi spi – *Spinus spinus*, Car car – *Carduelis carduelis*, Car ery – *Carpodacus erythrinus*, Coc coc – *Coccothraustes coccothraustes*, Emb cit – *Emberiza citrinella*

**Fig. 4.** NMDS ordination diargam for bird communities in the deciduous forest (DF), pine forest (PF) and pine plantation (PP) based on the parameter «number of individuals per 1 km$^2$» in the Buzuluksky Pine Forest National Park (Orenburg Region, Samara Region, Russia), 2024 and 2025. Designations: squares, triangles, and crosses are samples, suggesting the corresponding polygons. Blue dots with scientific abbreviations indicate the distribution of the corresponding bird species on a logarithmic scale of a two-dimensional co-ordinate system. Abbreviations: Tet uro – *Tetrao urogallus*, Ana pla – *Anas platyrhynchos*, Ana que – *Anas querquedula*, Fal sub – *Falco subbuteo*, Mil mig – *Milvus migrans*, But but – *Buteo buteo*, Tri och – *Tringa ochropus*, Col oen – *Columba oenas*, Col pal – *Columba palumbus*, Str ori – *Streptopelia orientalis*, Cuc can – *Cuculus canorus*, Str ura – *Strix uralensis*, Cap eur – *Caprimulgus europaeus*, Apu apu – *Apus apus*, Mer api – *Merops apiaster*, Jun tor – *Jynx torquilla*, Den min – *Dendrocopos minor*, Den leu – *Dendrocopos leucotos*, Den med – *Dendrocopos medius*, Den maj – *Dendrocopos major*, Dry mar – *Dryocopus martius*, Lul arb – *Lullula arborea*, Ant tri – *Anthus trivialis*, Tur mer – *Turdus merula*, Tur phi – *Turdus philomelos*, Tur vis – *Turdus viscivorus*, Pho pho – *Phoenicurus phoenicurus*, Eri rub – *Erithacus rubecula*, Lus lus – *Luscinia luscinia*, Mus str – *Muscicapa striata*, Fic hyp – *Ficedula hypoleuca*, Fic alb – *Ficedula albicollis*, Fic par – *Ficedula parva*, Acr dum – *Acrocephalus dumetorum*, Hip ict – *Hippolais icterina*, Phy tro – *Phylloscopus trochilus*, Phy col – *Phylloscopus collybita*, Phy sib – *Phylloscopus sibilatrix*, Phy trd – *Phylloscopus trochiloides*, Syl atr – *Sylvia atricapilla*, Syl bor – *Sylvia borin*, Aeg cau – *Aegithalos caudatus*, Par pal – *Parus palustris*, Par mon – *Parus montanus*, Par ate – *Parus ater*, Par cae – *Parus caeruleus*, Par maj – *Parus major*, Sit eur – *Sitta europaea*, Cer fam – *Certhia familiaris*, Ori ori – *Oriolus oriolus*, Gar gla – *Garulus glandarius*, Cor cor – *Corvus corax*, Fri coe – *Fringilla coelebs*, Chl chl – *Chloris chloris*, Spi spi – *Spinus spinus*, Car car – *Carduelis carduelis*, Car ery – *Carpodacus erythrinus*, Coc coc – *Coccothraustes coccothraustes*, Emb cit – *Emberiza citrinella*.

Наибольшее количество видов, а именно 11, со значением индекса IndVal 60% и выше было зафиксировано в лиственном лесу: *Dendrocopos minor* (IndVal = 60%; p = 0.0001), *Turdus merula* (IndVal = 99.7%; p = 0.0001), *Turdus philomelos* C.L. Brehm, 1831 (IndVal = 93.1%; p = 0.0008), *Erithacus rubecula* (Linnaeus, 1758) (IndVal = 84.9%; p = 0.0005), *Luscinia luscinia* (IndVal = 60%; p = 0.0001), *Ficedula hypoleuca* (Pallas, 1764) (IndVal = 62.2%; p = 0.008), *Ficedula parva* (IndVal = 95.7%; p = 0.0002), *Phylloscopus trochiloides* (IndVal = 80%; p = 0.003), *Sylvia atricapilla* (IndVal = 97.5%; p = 0.0001), *Parus caeruleus* (IndVal = 76.8%; p = 0.001), *Parus major* Linnaeus, 1758 (IndVal = 79.1%; p = 0.0001). Еще три вида имели статистически подтвержденный индекс, но со значением ниже 60%: *Dendrocopos major* (Linnaeus, 1758) (IndVal = 53.2%; p = 0.03) и *Sylvia borin* (Boddaert, 1783) (IndVal = 58.3%; p = 0.02), *Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758 (IndVal = 44.3%; p = 0.03). В естественном сосновом лесу количество видов со статистически подтвержденным индексом IndVal равным 60% и более оказалось четыре: *Streptopelia orientalis* (IndVal = 60%; p = 0.0001), *Lullula arborea* (IndVal = 80%; p = 0.002), *Anthus trivialis* (Linnaeus, 1758) (IndVal = 69%; p = 0.0001), *Spinus spinus* (IndVal = 74.1%; p = 0.003). Еще один вид, *Muscicapa striata*, имел статистически подтвержденный индекс IndVal со значением ниже 60% (IndVal = 55.4%; p = 0.03).

Анализ диаграмм видов по индексу IndVal по показателю «число особей на 1 км маршрута» в целом давал похожую картину распределения видов-индикаторов по местообитаниям, за небольшими исключениями. Из лиственного леса выпадал индикаторный вид *Fringilla coelebs*. В естественном сосновом лесу появлялись три вида-индикатора: *Phoenicurus phoenicurus* (Linnaeus, 1758) (IndVal = 45.6%; p = 0.04), *Phylloscopus sibilatrix* (Bechstein, 1793) (IndVal = 56.6%; p = 0.02), *Sitta europaea* Linnaeus, 1758 (IndVal = 49.5%; p = 0.03). В посадках значение вида-индикатора *Turdus viscivorus* снижалось ниже 60% (IndVal = 54%; p = 0.02) и появлялся второй вид – *Parus montanus* (Conrad von Baldenstein, 1827) (IndVal = 49%; p = 0.045).

Сравнение двух естественных местообитаний без включения в анализ посадок давал более четкое представление о характерных обитателях лиственного и естественного соснового леса; при этом индекс IndVal выявленных видов-индикаторов не опускался ниже 60%. Для лиственного леса индикаторными видами оказались *Dendrocopos minor*, *Turdus merula*, *Turdus philomelos*, *Erithacus rubecula*, *Luscinia luscinia*, *Ficedula parva*, *Phylloscopus trochiloides*, *Sylvia atricapilla*, *Parus caeruleus* и *Parus major*. В естественных сосняках видами-индикаторами были *Streptopelia orientalis*, *Lullula arborea*, *Anthus trivialis*, *Muscicapa striata*, *Parus montanus* и *Spinus spinus* (рис. 6). Помимо видов-индикаторов, в лиственном лесу чаще встречаются *Dendrocopos major*, *Ficedula hypoleuca*, *Phylloscopus collybita* (Vieillot, 1817), *Fringilla coelebs*. Только в лиственном лесу отмечены *Dendrocopos leucotos* и ряд других немногочисленных специфических видов. В естественных сосняках, помимо наличия здесь видов-индикаторов, чаще встречались *Hippolais icterina* (Vieillot, 1817), *Phylloscopus sibilatrix*, *Chloris chloris* (Linnaeus, 1758), *Emberiza citrinella* Linnaeus, 1758, а также специфические виды *Falco subbuteo* Linnaeus, 1758, *Apus apus* (Linnaeus, 1758) и *Parus ater*. Интересно, что *Oriolus oriolus* (Linnaeus, 1758) не являлся индикатором лиственного леса. Представители этого вида довольно равномерно встречались во всех типах леса, включая иногда даже посадки. При сравнении только двух естественных местообитаний вид *Turdus viscivorus* не являлся индикатором естественного соснового леса (рис. 6).

***Обитатели сосновых посадок***

Сосновые посадки отличаются от естественных сосновых лесов примерно двукратно меньшим обилием птиц, приблизительно так же, как и от лиственных (табл. 1), но при этом схожи с естественными сосняками по видовому составу, что наглядно подтверждает диаграмма NMDS (рис. 4). Для посадок был характерен ограниченный набор видов. Значительная доля в обилии принадлежала широко распространенным видам *Fringilla coelebs*, *Parus montanus*, *Muscicapa striata*, *Anthus trivialis*, *Spinus spinus* (74.7% от всего обилия птиц в посадках). Из редких видов встречен одиночный *Tetrao urogallus* (Linnaeus, 1758) (табл. 1).

В сосновых посадках мы отметили некоторые интересные особенности. Так, обилие и число встреч *Turdus viscivorus* в сосновых посадках было заметно выше, чем в других типах леса. Как упоминалось ранее, при сравнении только двух естественных местообитаний и исключении из анализа посадок *Turdus viscivorus* не становился индикатором для

естественного соснового леса, что подтверждает его большую связь именно с сосновыми посадками, а не с естественными сосняками. Затем в посадках на трех маршрутах наблюдали одиночных особей и мелкие группы *Oriolus oriolus*, вероятно, привлеченные в несвойственный им биотоп насекомыми, возможно, массовыми хвойными вредителями, что требует дополнительного изучения. В сосновых посадках зарегистрировано также максимальное обилие *Hippolais icterina*, превышающее даже значения для естественного соснового леса. На двух пятикилометровых маршрутах было учтено, соответственно, пять и шесть особей *Hippolais icterina*, преимущественно поющих самцов. Максимальная расчетная плотность, таким образом, на отдельных маршрутах по сосновым посадкам достигала 28 особей на 1 км$^2$. Расстояние между поющими самцами в двух случаях не превышало 100 м.

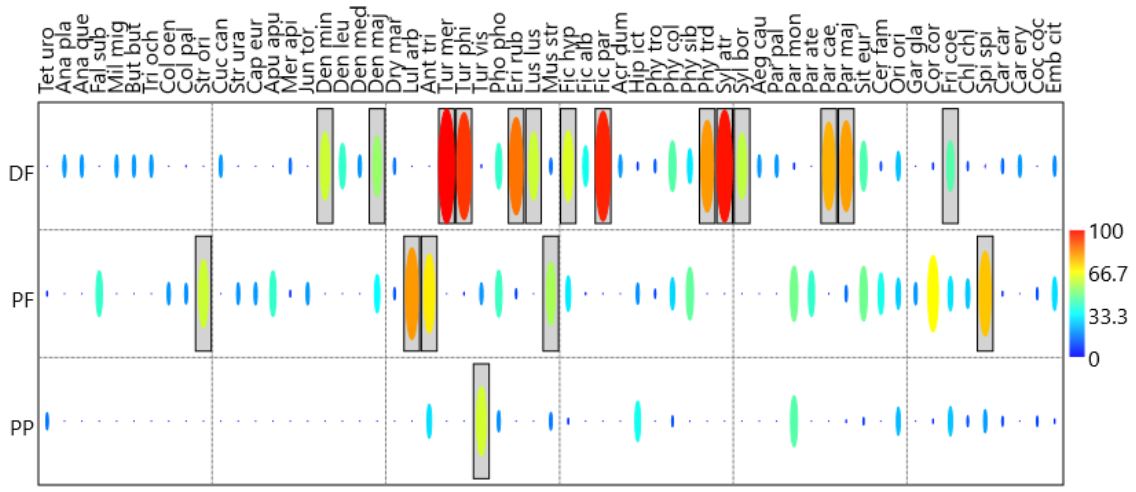



**Рис. 5.** Результаты анализа видов по индексу IndVal в лиственном лесу (DF), естественном сосновом лесу (PF) и сосновых посадках (PP) по показателю «число особей на 1 км$^2$» в национальном парке «Бузулукский бор» (Оренбургская, Самарская области, Россия), 2024, 2025 гг. Цветовая шкала показывает градации индекса IndVal от 0% до 100%. Прямоугольник обозначает достоверную значимость индикатора ($p < 0.05$). Аббревиатуры: см. рис. 4.

**Fig. 5.** The analysis of the species according to the IndVal index in the deciduous forest (DF), natural pine forest (PF) and pine plantations (PP) based on the parameter «number of individuals per 1 km$^2$» in the Buzuluksky Pine Forest National Park (Orenburg Region, Samara Region, Russia), 2024, 2025. The colour scale shows the IndVal index variation from 0% to 100%. Rectangles indicate statistical significance of the IndVal index ($p < 0.05$). Abbreviations: see Fig. 4.

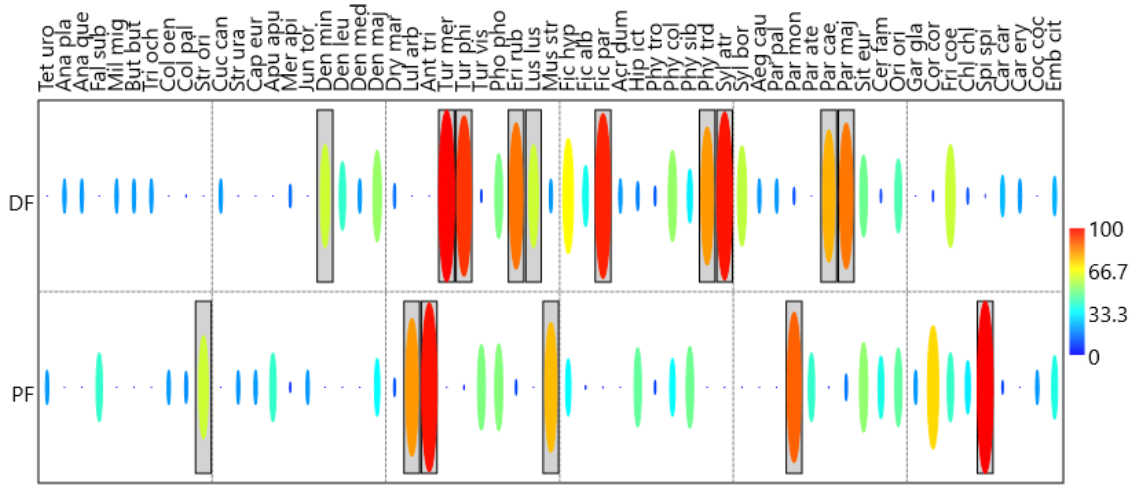



**Рис. 6.** Результаты анализа видов по индексу IndVal в лиственном лесу (DF) и естественном сосновом лесу (PF) по показателю «число особей на 1 км$^2$» в национальном парке «Бузулукский бор» (Оренбургская, Самарская области, Россия), 2024, 2025 гг. Цветовая шкала показывает градации индекса IndVal от 0% до 100%. Прямоугольник обозначает достоверную значимость индикатора ($p < 0.05$). Аббревиатуры: см. рис. 4.

**Fig. 6.** Results of the analysis of species according to the IndVal index in the deciduous forest (DF) and natural pine forest (PF) based on the parameter «number of individuals per 1 km$^2$» in Buzuluksky Pine Forest National Park (Orenburg Region, Samara Region, Russia), 2024, 2025. The colour scale shows the IndVal index variation from 0% to 100%. Rectangles indicate statistical significance of the IndVal index ($p < 0.05$). Abbreviations: see Fig. 4.

## Обсуждение

Полученные данные указывают на то, что лиственный лес и естественный сосновый лес в меньшей степени различаются между собой по обилию птиц, но превосходят по обилию сосновые посадки примерно в два раза. Вместе с тем различия в видовом разнообразии птиц, выявленные методами SIMPER, ANOSIM, NMDS, между посадками и естественными сосняками были минимальными, что говорит о большом сходстве видового состава авифауны этих двух типов леса. Таким образом, принимая во внимание отсутствие специфических видов и наличие всего одного индикаторного вида в сосновых посадках, наименьшие различия по методу ANOSIM между естественным сосновым лесом и посадками, а также незначительное визуальное расхождение полигонов «Естественный сосновый лес» и «Сосновые посадки» на диаграмме NMDS, можно сделать вывод, что в гнездовой сезон сосновые посадки имеют упрощенную структурную организацию и выступают буфером естественного соснового леса, его производной формой, вмещая ряд видов, типичных для естественных сосняков.

Схожесть видового состава авифауны сосновых посадок и естественного соснового леса обусловлена наличием *Pinus sylvestris* – основной лесообразующей породы в этих двух типах леса. Некоторые виды напрямую связаны с *Pinus sylvestris*, питаясь ее семенами или устраивая на ней гнезда (например, *Parus montanus*, *Spinus spinus*). Другие виды используют ксерофитные условия, которые предлагают оба местообитания, для гнездования и кормления на многочисленных прогретых полянах и в просветах более разреженного, по сравнению с лиственным лесом, древостоя (например, *Lullula arborea*, *Anthus trivialis*, *Muscicapa striata*, *Emberiza citrinella*).

Естественный сосновый лес уступал лиственному лесу в разнообразии видов, что, очевидно, объясняется относительно небольшим спектром экологических ниш, флористической бедностью и менее выраженной ярусностью монодоминантных сосняков в сравнении с различными типами лиственного леса. Похожая картина наблюдалась в других регионах Европейской России, на Урале и в Сибири, где неприхотливые сосняки занимают сухие песчаные водоразделы и часто уступают другим хвойным породам в количестве видов авифауны, поскольку выбирают менее увлажненные участки и, как следствие, имеют обедненную ярусность (Шемякина, 2001; Мельников, 2003; Барановский, Авдеева, 2012; Лупинос, Гашев, 2012; Вартапетов, Железнова, 2017).

Различия в обилии птиц между лиственным лесом и естественным сосновым лесом вероятно были бы более контрастными (становились статистически достоверными) при рассмотрении только чистых сосняков без выраженного лиственного подлеска (подтип a) и исключении из анализа смешанного леса с хорошо выраженным лиственным древесным и кустарниковым ярусами (подтип b). Различные исследования подтверждают позитивную связь между плотностью подлеска хвойных лесов и видовым разнообразием птиц этих типов леса (Sweeney et al., 2010; Vogeler et al., 2014; Dagan & Izhaki, 2019). Наличие или отсутствие кустарникового яруса и подлеска в сосновых борах существенно влияет на видовое богатство птиц (Calladine et al., 2017; Dagan & Izhaki, 2019), и там, где ярусность слабо выражена или отсутствует, сосновый лес будет более бедным в авифаунистическом плане, по сравнению с другими типами леса (Hayes & Samad, 1998).

В завершении данного раздела вновь обратимся к теме сосновых посадок в национальном парке «Бузулукский бор», авифаунистическую бедность которых отмечал еще орнитолог и лесовод Кнорре (1941), выделяя их в отдельное местообитание. Занимая более половины всего соснового леса (Литвинова, 2020), культурные насаждения *Pinus sylvestris*, как показывают наши и другие исследования, вносят свой вклад в гомогенизацию флоры и обеднение фауны рассматриваемой ООПТ. Лесовосстановление с пиком наращивания объемов в период 1950–1960-е гг. проводилось как без обязательного последующего прореживания саженцев лесных культур, так и без учета лесорастительных условий и естественных сукцессий леса. Новые флористические данные, получаемые на систематической основе в последние годы с территории национального парка «Бузулукский бор», показывают, что монокультурные посадки *Pinus sylvestris*, созданные в определенных типах леса, не соответствуют структуре естественных лесов, а лишь занимают часть данного ландшафта (Кин, Вельмовский, 2023). При этом во всех основных проектных документах сосновые посадки попрежнему приписываются к соответствующим типам естественного соснового леса (например, мшистые боры, сложные боры) (Смоляков, Литвинова, 2018), хотя таковыми не являются.

Низкое авифаунистическое разнообразие сосновых посадок, представленных различными видами хвойных, отмечается также в различных регионах мира (Barlow et al., 2007; Thinh et al., 2012; Martínez-Jauregui et al., 2016; Brahmia et al., 2025). Вместе с тем, подчеркивается возможность повышения разнообразия птиц в искусственных сосновых насаждениях посредством имитации в них естественной структуры сосновых лесов с помощью конкретных методов восстановления на местном уровне управления лесным хозяйством (Martínez-Jauregui et al., 2016) либо с помощью конкретных способов закладки посадок и ухода за ними (Hanberry et al., 2013). Наши исследования, подкрепляемые флористическими работами коллег, могли бы послужить фундаментальной научной базой для разработки и реализации в перспективе мероприятий по сокращению (или, как минимум, не наращиванию) доли лесных культур, посаженных механическим путем, в целях повышения или поддержания на исходном уровне разнообразия флоры и фауны в национальном парке «Бузулукский бор». Несомненно, что доля естественного соснового леса в будущем будет неуклонно сокращаться в результате его старения, усиливающейся аридизации климата и разнообразной хозяйственной деятельности. Поэтому в тех или иных объемах лесовосстановление в перспективе продолжится, но оно должно становиться экологичным, щадящим и сохранять естественную структуру соснового леса.

## Заключение

Проведенное исследование показало, что лиственный лес, естественный сосновый лес и сосновые посадки хорошо различаются между собой по видовому разнообразию птиц в пик гнездового сезона. Лиственный лес обладал наибольшим обилием и авифаунистическим разнообразием: 1295.6 особей на 1 км$^2$, 48 видов, 11 видов-индикаторов. Естественный сосновый лес уступал лиственному лесу по данным показателям: 1118.1 особей на 1 км$^2$, 44 вида, четыре вида-индикатора. Наиболее бедными оказались сосновые посадки: 633.6 особей на 1 км$^2$, 21 вид, один вид-индикатор. Несмотря на существенные различия в обилии и количестве видов естественные сосняки и сосновые посадки обладали наибольшим сходством авифауны, что очевидно связано с наличием основной лесообразующей породы *Pinus sylvestris* в обоих типах леса. Упрощенная авифаунистическая структура сосновых посадок позволяет рассматривать их в качестве производной формы естественного соснового леса, что подтверждается отсутствием в посадках специфических видов, наличием всего одного индикаторного вида, наименьшими различиями в видовом разнообразии между естественным сосновым лесом и посадками по методу ANOSIM, а также незначительными визуальными расхождениями соответствующих полигонов на диаграмме NMDS. В связи с тем, что естественный сосновый лес почти в два раза превосходит искусственные сосновые посадки как по обилию птиц, так и по количеству видов, нецелесообразно объединять эти два местообитания в единый тип хвойного леса при проведении орнитологических учетов или других видов научных работ во избежание получения заниженных результатов.

## Благодарности

Авторы выражают благодарность ООО «Нефтяной компании «Новый поток» и сотрудникам национального парка «Бузулукский бор» (Россия) за содействие в проведении исследований, а также глубокую признательность Н.О. Кин (Институт степи УрО РАН, Россия) за помощь в выделении и описании местообитаний, в пределах которых проводились учеты. Исследование выполнено в рамках государственного задания по теме «Геоэкологические основы и технологические аспекты оптимизации природопользования в степных регионах России и сопредельных территорий» №ГР 126013016160-7.

## Литература

Барановский А.В., Авдеева Н.В. 2012. Численность птиц в различных типах леса национального парка Мещерский // Современные наукоемкие технологии. №4. С. 9–11.

Барбазюк Е.В., Вельмовский П.В. 2024а. Многолетние изменения качественного состава авифауны Бузулукского бора (Оренбургская область) по данным ретроспективных и современных наблюдений // Труды Зоологического института РАН. Т. 328(1). С. 3–19. DOI: 10.31610/trudyzin/2024.328.1.3

Барбазюк Е.В., Вельмовский П.В. 2024б. Зимняя авифауна национального парка «Бузулукский бор» и ее количественное изменение за период 2012–2024 гг. // Вопросы степеведения. №4. С. 124–132. DOI: 10.24412/2712-8628-2024-4-124-132

Барбазюк Е.В., Вельмовский П.В. 2025. Зимняя авифауна национального парка «Бузулукский бор» (Россия) и ее ландшафтно-биотопическая дифференциация // Nature Conservation Research. Заповедная наука. Т. 10(2). С. 43–57. DOI: 10.24189/ncr.2025.010

Боровиков В.П. 2003. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов. СПб.: Питер. 688 с.

Вартапетов Л.Г., Железнова Т.К. 2017. Пространственная организация населения птиц Притымья // Вестник Томского государственного университета. Биология. №40. С. 116–131.

Вельмовский П.В., Чибилев А.А. 2019. Проблемы сохранения старовозрастных реликтовых сосняков Бузулукского бора в связи с разработкой нефтяных месторождений // Юг России: экология, развитие. Т. 14(2). С. 59–69. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-59-69

Веселин Б.В. 2002. Управление природными ресурсами в национальных парках. М.: Центр охраны дикой природы. 51 с.

Камышова Л.В. 2003. Лесные культуры в Бузулукском бору // Столетие опытных работ в Бузулукском бору. Пушкино: ВНИИЛМ. С. 151–174.

Кин Н.О., Вельмовский П.В. 2023. Роль природных и антропогенных факторов в восстановлении постпирогенных лесных экосистем Бузулукского бора // Теоретические и прикладные аспекты организации, проведения и использования мониторинговых наблюдений. Минск: ИВЦ Минфина. С. 206–210.

Климентьев А.И. 2010. Бузулукский бор: почвы, ландшафты и факторы географической среды. Екатеринбург: УрО РАН. 401 с.

Кнорре Е.П. 1941. Материалы по орнитофауне Бузулукского заповедника (итоги за 1928–1941). Рукопись // Качественная инвентаризация птиц и зверей госзаповедника «Бузулукский бор». Колтубановский: заповедник «Бузулукский бор». Папка 21. С. 31–94.

Коблик Е.А., Архипов В.Ю. 2014. Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР: списки видов. М.: Товарищество научных изданий КМК. 171 с.

Краснов М.А. 1950. Естественное возобновление сосны в связи с рубками и пожарами // Бузулукский бор. Возобновление сосны и практические мероприятия по лесному хозяйству. Т. 2. М., Л.: Гослесбумиздат. С. 3–97.

Литвинова А.С. (ред.). 2020. Проект освоения лесов, расположенных на землях национального парка Бузулукский бор», переданных в постоянное (бессрочное) пользование ФГБУ «Национальный парк «Бузулукский бор». Т. 1. Колтубановский: Минприроды РФ, национальный парк «Бузулукский бор». 346 с.

Лупинос М.Ю., Гашев С.Н. 2012. Население и экология птиц природного парка «Река Чусовая» // Вестник Томского государственного университета. №1(17). С. 95–108.

Мельников Ю.И. 2003. Видовой состав, структура и плотность населения птиц бассейна реки Голоустной (Приморский хребет) в зимний период // Русский орнитологический журнал. №231. С. 831–844.

Равкин Ю.С., Ливанов С.Г. 2008. Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления. Новосибирск: Наука. 205 с.

Смоляков Е.И., Литвинова А.С. 2018. Проект организации и ведения лесного хозяйства ФГБУ «Национальный парк «Бузулукский бор»». Таксационное описание Борового-Опытного участкового лесничества. Оренбург: НПП «Гипрозем». 539 с.

Сукачев В.Н. 1931. Типы леса Бузулукского бора. Ленинград: Издательство Ленинского лесопромышленного научно-исследовательского института. 284 с.

Шемякина О.А. 2001. Структура населения птиц основных типов местообитаний под Псковом // Русский орнитологический журнал. №155. С. 694–705.

Anderson M.J., Walsh D.C. 2013. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing? // Ecological monographs. Vol. 83(4). P. 557–574. DOI: 10.1890/12-2010.1

Asamm Software, s.r.o. 2026. Locus Map Knowledge Base. Available from https://docs.locusmap.app/doku.php/main

Barlow J., Mestre L.A.M., Gardner T.A., Peres C.A. 2007. The value of primary, secondary and plantation forests for Amazonian birds // Biological Conservation. Vol. 136(2): 212–231. DOI: 10.1016/j.biocon.2006.11.021

Bock C.E., Jones Z.F. 2004. Avian habitat evaluation: should counting birds count? // Frontiers in Ecology and the Environment. Vol. 2(8). P. 403–410. DOI: 10.2307/3868428

Brahmia Z., Machtoub R., Benyacoub S., Ziane N., Rouag R. 2025. Effects of forest composition and structure on breeding bird communities in Mount Edough (north-eastern Algeria) // Biodiversity Data Journal. Vol. 13. Article: e172987. DOI: 10.3897/BDJ.13.e172987

Calladine J., Jarrett D., Wilson M., Edwards C. 2017. Stand structure and breeding birds in managed Scots pine forests: Some likely long-term implications for continuous cover forestry // Forest Ecology and Management. Vol. 397. P. 174–184. DOI: 10.1016/j.foreco.2017.04.039

Clarke K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure // Australian Journal of Ecology. Vol. 18(1). P. 117–143. DOI: 10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x

Dagan U., Izhaki I. 2019. Understory vegetation in planted pine forests governs bird community composition and diversity in the eastern Mediterranean region // Forest Ecosystems. Vol. 6. Article: 29. DOI: 10.1186/s40663-019-0186-y

Dufrêne M., Legendre P. 1997. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach // Ecological Monographs. Vol. 67(3). P. 345–366. DOI: 10.1890/0012-9615(1997)067[0345:SAAIST]2.0.CO;2

Fraixedas S., Lindén A., Piha M., Cabeza M., Gregory R., Lehikoinen A. 2020. A state-of-the-art review on birds as indicators of biodiversity: Advances, challenges, and future directions // Ecological Indicators. Vol. 118. Article: 106728. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106728

Gil-Tena A., Saura S., Brotons L. 2007. Effects of forest composition and structure on bird species richness in a Mediterranean context: implications for forest ecosystem management // Forest Ecology and Management. Vol. 242(2–3). P. 470–476. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.01.080

Gregory R.D. 2006. Birds as Biodiversity Indicators for Europe // Significance. Vol. 3(3). P. 106–110. DOI: 10.1111/j.1740-9713.2006.00178.x

Gregory R.D., Noble D., Field R., Marchant J., Raven M., Gibbons D.W. 2003. Using birds as indicators of biodiversity // Ornis Hungarica. Vol. 12–13. P. 11–24.

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. Vol. 4(1). P. 1–9.

Hanberry B.B., Hanberry P., Riffell S.K., Demarais S., Jones J.C. 2013. Wintering birds in intensively established pine plantations of Coastal Plain Mississippi // Southern Journal of Applied Forestry. Vol. 37(2): 91–96. DOI: 10.5849/sjaf.11-028

Hayes F.E., Samad I. 1998. Diversity, abundance and seasonality of birds in a Caribbean pine plantation and native broad-leaved forest at Trinidad, West Indies // Bird Conservation International. Vol. 8(1). P. 67–87. DOI: 10.1017/S0959270900003646

Martínez-Jauregui M., Díaz M., Sánchez de Ron D., Soliño M. 2016. Plantation or natural recovery? Relative contribution of planted and natural pine forests to the maintenance of regional bird diversity along ecological gradients in Southern Europe // Forest Ecology and Management. Vol. 376. P. 183–192. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.06.021

Padoa-Schioppa E., Baietto M., Massa R., Bottoni L. 2006. Bird communities as bioindicators: the focal species concept in agricultural landscapes // Ecological Indicators. Vol. 6(1). P. 83–93. DOI: 10.1016/j.ecolind.2005.08.006

Sweeney O.F.M., Wilson M.W., Irwin S., Kelly T.C., O'Halloran J. 2010. Breeding bird communities of second-rotation plantations at different stages of the forest cycle // Bird Study. Vol. 57(3). P. 301–314. DOI: 10.1080/00063651003801713

Thinh V.T., Doherty P.F., Huyvaert K.P. 2012. Avian conservation value of pine plantation forests in northern Vietnam // Bird Conservation International. Vol. 22(2). P. 193–204. DOI: 10.1017/S0959270911000293

Vogeler J.C., Hudak A.T., Vierling L.A., Evans J., Green P., Vierling K.T. 2014. Terrain and vegetation structural influences on local avian species richness in two mixed-conifer forests // Remote Sensing of Environment. Vol. 147. P. 13–22. DOI: 10.1016/j.rse.2014.02.006

## References

Anderson M.J., Walsh D.C. 2013. PERMANOVA, ANOSIM, and the Mantel test in the face of heterogeneous dispersions: what null hypothesis are you testing?. *Ecological monographs* 83(4): 557–574. DOI: 10.1890/12-2010.1

Asamm Software, s.r.o. 2026. *Locus Map Knowledge Base*. Available from https://docs.locusmap.app/doku.php/main

Baranovsky A.V., Avdeeva N.V. 2012. The abundance of birds in various forest types in the Meshchersky National Park. *Modern High Technologies* 4: 9–11. [In Russian]

Barbazyuk E.V., Velmovsky P.V. 2024a. Long-term changes in qualitative composition of the Buzuluk Pine Forest avifauna (Orenburg Province area) based on retrospective and present-time observations. *Proceedings of the Zoological Institute RAS* 328(1): 3–19. DOI: 10.31610/trudyzin/2024.328.1.3 [In Russian]

Barbazyuk E.V., Velmovsky P.V. 2024b. The winter avifauna of the Buzuluk pine forest national park and its quantitative change over the period 2012–2024. *Problems of Steppe Science* 4: 124–132. DOI: 10.24412/2712-8628-2024-4-124-132 [In Russian]

Barbazyuk E.V., Velmovsky P.V. 2025. Winter avifauna in the Buzuluksky Pine Forest National Park (Russia) and its landscape-biotopic differentiation. *Nature Conservation Research* 10(2): 43–57. DOI: 10.24189/ncr.2025.010 [In Russian]

Barlow J., Mestre L.A.M., Gardner T.A., Peres C.A. 2007. The value of primary, secondary and plantation forests for Amazonian birds. *Biological Conservation* 136(2): 212–231. DOI: 10.1016/j.biocon.2006.11.021

Bock C.E., Jones Z.F. 2004. Avian habitat evaluation: should counting birds count?. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2(8): 403–410. DOI: 10.2307/3868428

Borovikov V.P. 2003. *STATISTICA. The art of data analysis on a computer: for professionals*. St. Petersburg: Piter. 688 p. [In Russian]

Brahmia Z., Machtoub R., Benyacoub S., Ziane N., Rouag R. 2025. Effects of forest composition and structure on breeding bird communities in Mount Edough (north-eastern Algeria). *Biodiversity Data Journal* 13: e172987. DOI: 10.3897/BDJ.13.e172987

Calladine J., Jarrett D., Wilson M., Edwards C. 2017. Stand structure and breeding birds in managed Scots pine forests: Some likely long-term implications for continuous cover forestry. *Forest Ecology and Management* 397: 174–184. DOI: 10.1016/j.foreco.2017.04.039

Clarke K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18(1): 117–143. DOI: 10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x

Dagan U., Izhaki I. 2019. Understory vegetation in planted pine forests governs bird community composition and diversity in the eastern Mediterranean region. *Forest Ecosystems* 6: 29. DOI: 10.1186/s40663-019-0186-y

Dufrêne M., Legendre P. 1997. Species assemblages and indicator species: The need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67(3): 345–366. DOI: 10.1890/0012-9615(1997)067[0345:SAAIST]2.0.CO;2

Fraixedas S., Lindén A., Piha M., Cabeza M., Gregory R., Lehikoinen A. 2020. A state-of-the-art review on birds as indicators of biodiversity: Advances, challenges, and future directions. *Ecological Indicators* 118: Article: 106728. DOI: 10.1016/j.ecolind.2020.106728

Gil-Tena A., Saura S., Brotons L. 2007. Effects of forest composition and structure on bird species richness in a Mediterranean context: implications for forest ecosystem

management. *Forest Ecology and Management* 242(2–3): 470–476. DOI: 10.1016/j.foreco.2007.01.080

Gregory R.D. 2006. Birds as Biodiversity Indicators for Europe. *Significance* 3(3): 106–110. DOI: 10.1111/j.1740-9713.2006.00178.x

Gregory R.D., Noble D., Field R., Marchant J., Raven M., Gibbons D.W. 2003. Using birds as indicators of biodiversity. *Ornis Hungarica* 12–13: 11–24.

Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 1–9.

Hanberry B.B., Hanberry P., Riffell S.K., Demarais S., Jones J.C. 2013. Wintering birds in intensively established pine plantations of Coastal Plain Mississippi. *Southern Journal of Applied Forestry* 37(2): 91–96. DOI: 10.5849/sjaf.11-028

Hayes F.E., Samad I. 1998. Diversity, abundance and seasonality of birds in a Caribbean pine plantation and native broad-leaved forest at Trinidad, West Indies. *Bird Conservation International* 8(1): 67–87. DOI: 10.1017/S0959270900003646

Kamyshova L.V. 2003. Forest cultures in Buzuluk Pine Forest. In: *A century of experimental work in Buzuluk Pine Forest*. Pushkino: VNIILM. P. 151–174. [In Russian]

Kin N.O., Velmovsky P.V. 2023. The role of natural and anthropogenic factors in the restoration of postpyrogenic forest ecosystems of the Buzuluk Pine Forest. In: *Theoretical and applied aspects of the organization, conduct and use of monitoring observations*. Minsk: ICC of the Ministry of Finance. P. 206–210. [In Russian]

Klimentyev A.I. 2010. *Buzuluk Pine Forest: soils, landscapes and factors of the geographical environment*. Yekaterinburg: Ural Branch of RAS. 401 p. [In Russian]

Knorre E.P. 1941. Materials on the ornithofauna of the Buzuluk State Nature Reserve (results for 1928–1941). The manuscript. In: *Quality inventory of birds and animals of the Buzuluk Pine Forest State Reserve*. Koltubanovsky: Buzuluk Pine Forest State Nature Reserve. Folder 21. P. 31–94. [In Russian]

Koblik E.A., Arkhipov V.Yu. 2014. *Avifauna in countries of Northern Eurasia (former USSR): Checklists*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 171 p. [In Russian]

Krasnov M.A. 1950. Natural regeneration of pine trees due to logging and fires. In: *Buzuluk Pine Forest. Pine renewal and practical forestry activities*. Vol. 2. Moscow, Leningrad: Goslesbumizdat. P. 3–97. [In Russian]

Litvinova A.S. (Ed.). 2020. The project for the development of forests located on the lands of the Buzuluksky Pine Forest National Park, transferred to Buzuluksky Pine Forest National Park for the permanent (perpetual) use. Vol. 1. Koltubanovsky: Ministry of Natural Resources of the Russian Federation, Buzuluksky Pine Forest National Park. 346 p. [In Russian]

Lupinos M.Yu., Gashev S.N. 2012. Population and ecology of birds in the «Chusovaya River» Nature Park. *Tomsk State University Journal of Biology* 1(17): 95–108. [In Russian]

Martínez-Jauregui M., Díaz M., Sánchez de Ron D., Soliño M. 2016. Plantation or natural recovery? Relative contribution of planted and natural pine forests to the maintenance of regional bird diversity along ecological gradients in Southern Europe. *Forest Ecology and Management* 376: 183–192. DOI: 10.1016/j.foreco.2016.06.021

Melnikov Yu.I. 2003. Species composition, structure and population density of birds of the Goloustnaya River basin (Primorsky Ridge) in winter. *Russian Journal of Ornithology* 231: 831–844. [In Russian]

Padoa-Schioppa E., Baietto M., Massa R., Bottoni L. 2006. Bird communities as bioindicators: the focal species concept in agricultural landscapes. *Ecological Indicators* 6(1): 83–93. DOI: 10.1016/j.ecolind.2005.08.006

Ravkin Y.S., Livanov S.G. 2008. *Factor zoogeography: principles, methods and theoretical generalizations*. Novosibirsk: Nauka. 205 p. [In Russian]

Shemyakina O.A. 2001. Structure of bird communities of the main habitats near Pskov. *Russian Journal of Ornithology* 155: 694–705. [In Russian]

Smolyakov E.I., Litvinova A.S. 2018. *The project of forestry organization and management carried out by the Buzuluksky Pine Forest National Park. Taxonomic description of the Borovoi-Experimental Forestry*. Orenburg: NPP Giprozem LLC. 539 p. [In Russian]

Sukachev V.N. 1931. *Forest types of Buzuluk Pine Forest*. Leningrad: Leninsky Forestry Research Institute. 284 p. [In Russian]

Sweeney O.F.M., Wilson M.W., Irwin S., Kelly T.C., O'Halloran J. 2010. Breeding bird communities of second-rotation plantations at different stages of the forest cycle. *Bird Study* 57(3): 301–314. DOI: 10.1080/00063651003801713

Thinh V.T., Doherty P.F., Huyvaert K.P. 2012. Avian conservation value of pine plantation forests in northern Vietnam. *Bird Conservation International* 22(2): 193–204. DOI: 10.1017/S0959270911000293

Vartapetov L.G., Zheleznova T.K. 2017. Spatial organization of bird communities of Prytymye. *Tomsk State University Journal of Biology* 40: 116–131. [In Russian]

Velmovsky P.V., Chibilyov A.A. 2019. Preservation of the old-growth relic Buzuluk pine forest under the conditions of oil field development. *South of Russia: ecology, development* 14(2): 59–69. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-59-69 [In Russian]

Veselin B.V. 2002. *Natural resource management in national parks*. Moscow: Wildlife Conservation Centre. 51 p. [In Russian]

Vogeler J.C., Hudak A.T., Vierling L.A., Evans J., Green P., Vierling K.T. 2014. Terrain and vegetation structural influences on local avian species richness in two mixed-conifer forests. *Remote Sensing of Environment* 147: 13–22. DOI: 10.1016/j.rse.2014.02.006

# BREEDING AVIFAUNA OF THE BUZULUKSKY PINE FOREST NATIONAL PARK (RUSSIA) AND ITS BIOTOPIC DIFFERENCES

**Evgeny V. Barbazyuk*, Pavel V. Velmovsky**

*Steppe Institute, Ural Branch of RAS, Russia*
**e-mail: argentatus99@yandex.ru*

This study addresses the breeding avifauna and its forest biotopic differences in the Buzuluksky Pine Forest National Park (Russia), an isolated forest with a total area of 866 km$^2$, located on the borders of steppe and forest-steppe zones in the south-east of the East European Plain. Despite the large-scale reforestation efforts carried out in the mid-XX century, the impact of the newly introduced biotope (artificial pine plantations) on the diversity and abundance of birds within this Protected Area remains unclear. The distribution of birds in natural forest habitats was unknown either. Our study, to some extent, fills these gaps in ecological research of the avifauna of the Buzuluksky Pine Forest National Park. Bird count routes were conducted between the second half of May to early June in 2024–2025 in three forest habitats that were clearly visible on forest management maps: deciduous forest, natural pine forest, and pine plantations. We set five five-kilometre bird count routes in each habitat, traversed one time on foot. The total length of the count route was 75 km (25 km in each type of forest). A total of 59 bird species were recorded on the routes, 48 of them in deciduous forest, 44 species in natural pine forest and 21 species in pine plantations. Deciduous forest and natural pine forest significantly differed in the average abundance from pine plantations according to Wilcoxon matched pairs test. Differences in abundance between deciduous forest and natural pine forest according to this test were non-significant. The bird abundance values were comparable between deciduous forest (1295.6 individuals per 1 km$^2$) and natural pine forest (1118.1 individuals per 1 km$^2$), but they were approximately two times higher than those of pine plantations (633.6 individuals per 1 km$^2$). At the same time, natural pine forests and pine plantations, despite significant differences in abundance and number of species, had the greatest similarity (least heterogeneity) of avifauna (SIMPER: 44.5%; ANOSIM: R = 0.42, p = 0.008; minimum discrepancy between the convex hulls in the NMDS diagram), which was obviously caused by the presence of the forest-forming species, *Pinus sylvestris*, in both types of forest and drier conditions preferred by this species in the studied forest area. Then, we found 11 indicator species with an IndVal index value of 60% or higher in the deciduous forest: *Dendrocopos minor*, *Turdus merula*, *Turdus philomelos*, *Erithacus rubecula*, *Luscinia luscinia*, *Ficedula hypoleuca*, *Ficedula parva*, *Phylloscopus trochiloides*, *Sylvia atricapilla*, *Parus caeruleus*, and *Parus major*. There were four indicator species in natural pine forests: *Streptopelia orientalis*, *Lullula arborea*, *Anthus trivialis*, and *Spinus spinus*. Only one species with a statistically significant index (IndVal = 60%) was identified in pine plantations: *Turdus viscivorus*. Pine plantations were characterised by lower avifaunal diversity and could be considered essentially a derivative form of natural pine forests. Currently, the proportion of pine plantations is 50.8% of the total pine forest area in the Buzuluksky Pine Forest National Park. Our research has revealed the need to find ways for restoring the natural pine forests. When conducting various faunal studies, it is impractical to combine pine plantations with various variants of natural pine forest into one biotope to avoid underestimated results.

**Key words:** abundance, birds, deciduous forest, diversity, habitat, indicator species, pine plantations