

Опыт применения пассивного акустического мониторинга для оценки суточных и сезонных закономерностей вокальной активности лесных птиц Центральной России

И.И.Уколов, А.А.Салов, С.О.Насонова, В.А.Русол,
В.А.Нецветаев, М.А.Невский, М.В.Садыкова,
И.Баженова

. Союз охраны птиц России, Москва, Россия. E-mail: iiukolov@yandex.ru

Москва, Россия. E-mail: nicknichols@yandex.ru; telvani-groan@yandex.ru; badinerie@inbox.ru

. Российский национальный исследовательский медицинский институт им. Н.И.Пирогова, Москва, Россия. E-mail: tsvetkov1741@gmail.com

. Москва, Россия.

E-mail: mishkanevskiy@yandex.ru; masadykova@yandex.ru; innka94@rambler.ru

Пассивный акустический мониторинг (ПАМ) – способ наблюдений, при котором автономные звукорегистрирующие устройства длительно фиксируют звуковую обстановку без постоянного присутствия наблюдателя. За последние годы этот подход широко вошёл в международную практику как в прикладной экологии, так и в охране природы: он позволяет получать непрерывные временные ряды наблюдений, выявлять суточные особенности голосовой активности, сезонные изменения и фенологические сдвиги, а также сохраняет исходные записи, к которым можно возвращаться при повторной проверке (Sugai . 2019; Gibb . 2019; Darras . 2025).

Отдельным шагом вперёд стало распространение автоматического распознавания видов по голосам на основе алгоритмов машинного обучения. Показано, что при корректной настройке и контроле качества автоматическая идентификация может давать результаты, сопоставимые с экспертной разметкой, а сама технология открывает возможность мониторинга в больших масштабах – от локальных сообществ до сезонных процессов на ландшафтном уровне (Kahl . 2021; Funosas . 2024).

Для Центральной России такой подход особенно перспективен при изучении лесных птиц, поскольку у многих видов выражены суточные пики вокализации и резкая сезонная динамика, связанная с размножением и миграциями (Bruni . 2014; Kempenaers . 2010; Dominoni . 2016).

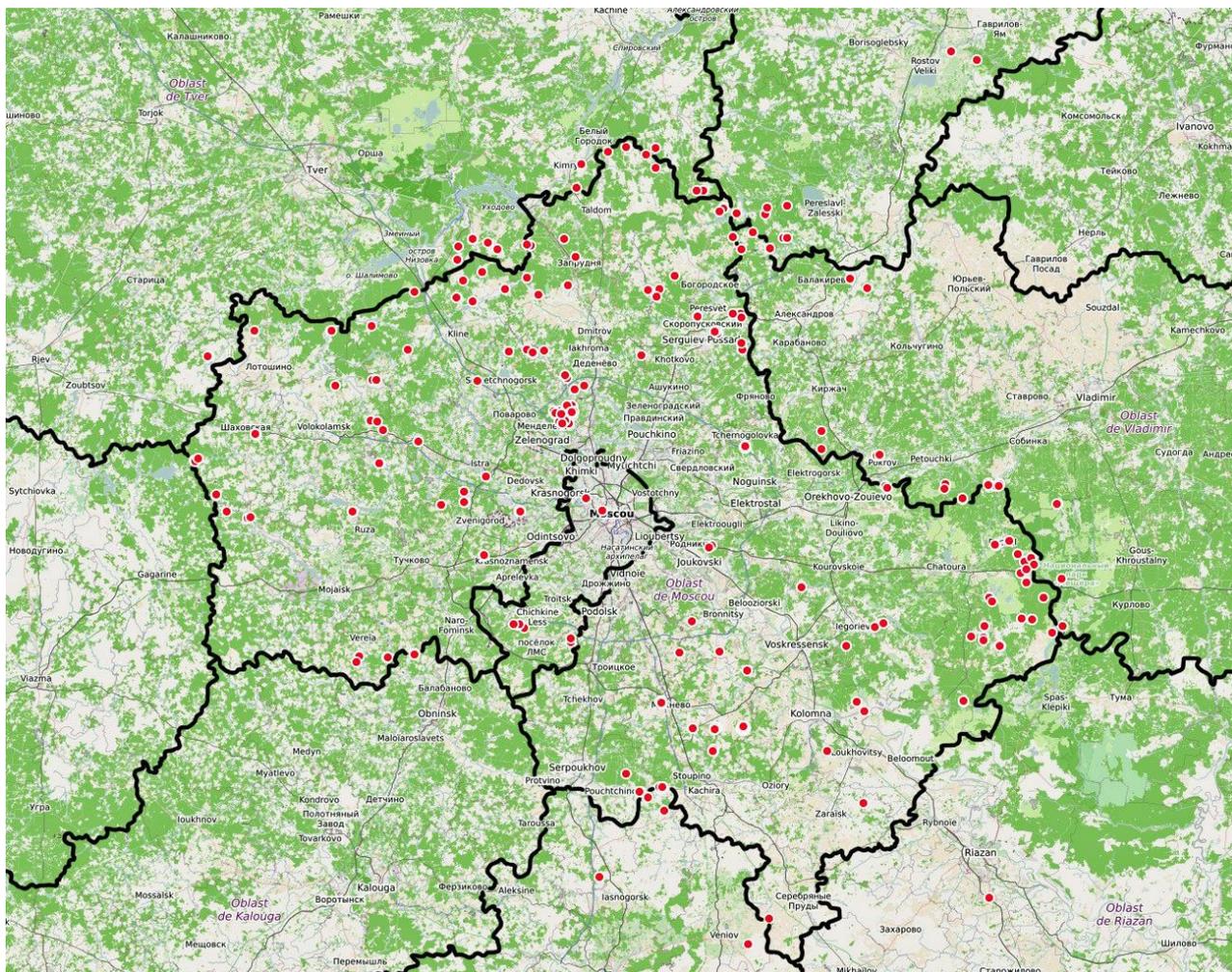
В настоящей работе нами обобщён опыт применения ПАМ для выявления суточных и сезонных закономерностей вокальной активности лесных птиц Центральной России на материалах 2025 года, получен-

ных с использованием станций BirdNET-Pi и сведённых в единую базу RU-BIRDS.

Материалы и методы

Исследование основано на данных пассивного акустического мониторинга птиц, собранных в 2025 году в Центральной России. Основной материал получен в Московской области, дополнительный – в соседних регионах. Регистрация велась сетью автономных станций BirdNET-Pi, размещённых независимыми наблюдателями; работа станций представляла собой совокупность отдельных сеансов наблюдений в течение года. Все материалы загружались в единую базу RU-BIRDS (Ukolov 2021), где проходили первичную проверку и стандартизацию.

Пространственное распределение регистрирующих станций в пределах исследуемой территории показано на рисунке 1.



Автоматическое распознавание видов выполняли средствами BirdNET-Pi; для каждой детекции учитывали вид и показатель достоверности (далее Confidence). Для уменьшения повторного учёта результаты агрегировали в 10-минутные интервалы в пределах каждой станции и каждого вида, оставляя в каждом интервале одну запись с максимальным Confidence. Использование 10-минутного шага соответствует принятой практике анализа суточных и сезонных профилей вокальной активности по данным ПАМ (Singer 2025).

Для снижения доли ложных срабатываний применяли видоспецифическую фильтрацию по Confidence. Объём наблюдений оценивали по числу уникальных пар «станция × дата» и производной величине станция-часы. В качестве показателя вокальной активности использовали число агрегированных 10-минутных событий, сопоставляя его с объёмом наблюдений по месяцам.

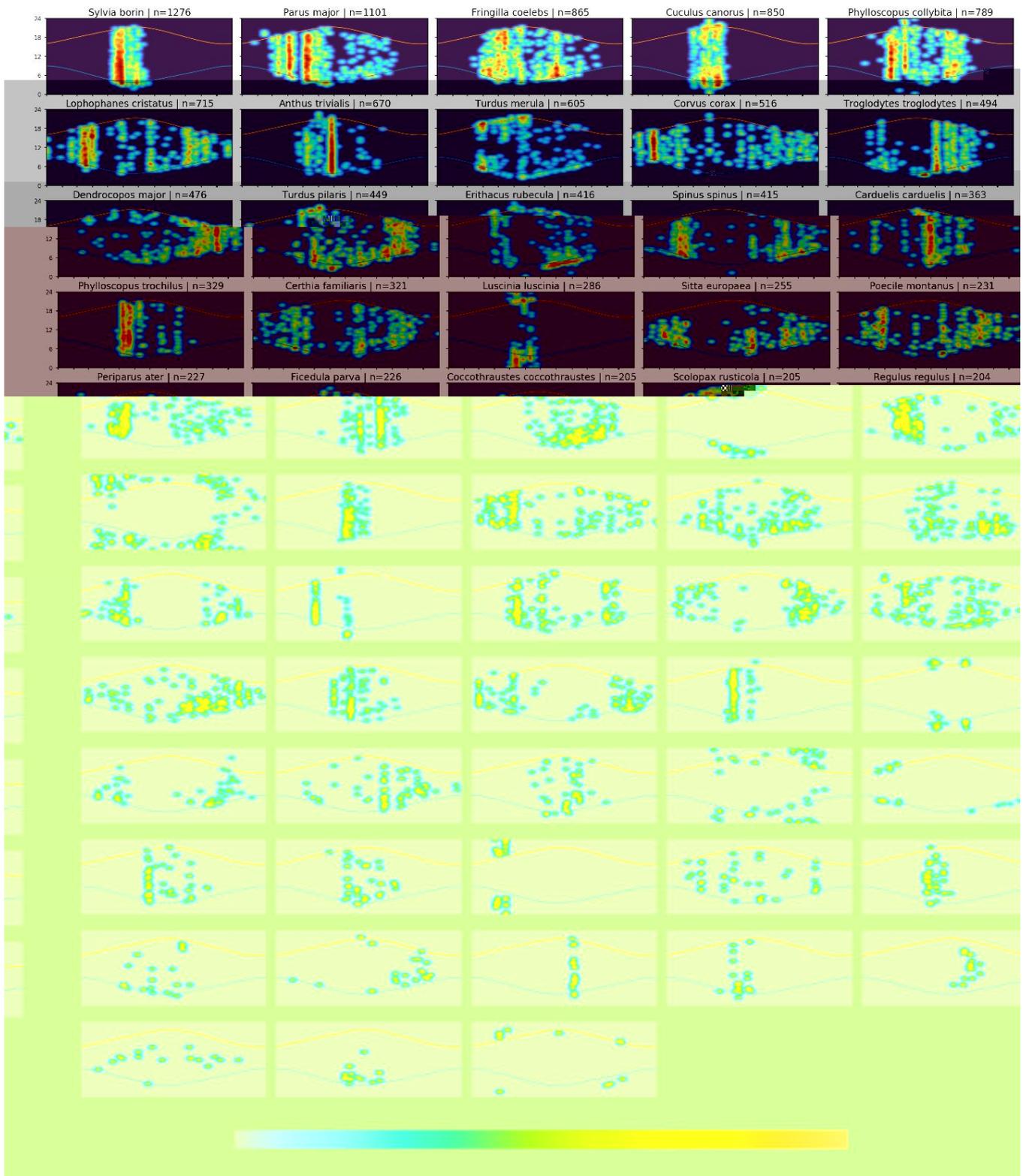
Результаты

Исходный массив данных пассивного акустического мониторинга (до фильтрации и агрегации) включал 440556 записей. Материал охватывал 328 уникальных дат и 11 станций BirdNET-Pi. Фактический объём наблюдений составил 822 уникальные пары «станция×день», что эквивалентно 19728 станция-часам. После фильтрации и стандартизации данных, а также укрупнения детекций во времени, итоговый массив включал 15430. В наборе представлены 58 видов птиц, относящихся к обычным гнездящимся (либо регулярно встречающимся в гнездовой сезон) видам Центральной России, преимущественно связанных с лесными биотопами.

Суточно-сезонные диаграммы показывают выраженные межвидовые различия как по распределению активности в пределах суток, так и по длительности сезонного «окна» вокализации (рис. 2). Для ряда массовых лесных воробьиных в период максимальной вокализации характерна высокая активность в течение значительной части светлого времени суток, формирующая широкое дневное «окно» (например, *Parus major*, *Parus cristatus*, *Parus caeruleus*). Вместе с тем у отдельных видов суточный профиль заметно неоднороден: у *Parus major* выражена предрасположенность к участию в утренних и вечерних хорах.

Для ночных и сумеречных видов выявляются иные типы суточной организации. У *Parus cristatus* активность приурочена преимущественно к вечерним и утренним сумеркам и выражена в осенний и весенний периоды. Вокальная активность *Parus cristatus* занимает ночные часы, усиливаясь ранней весной и осенью. Особый профиль демонстрирует *Parus cristatus* регистрации концентрируются в утренние и вечерние сумерки, при этом сезонное «окно» активности приходится на весну и раннее лето и закрывается к периоду летнего солнцестояния. Сезонные «окна» вокализации у разных видов различаются по длительности и положению в годовом цикле. У большинства перелётных гнездящихся видов сезонные «окна» относительно узкие и приурочены к гнездовому сезону, что хорошо видно на примере *Parus cristatus* spp., *Parus cristatus* и *Parus cristatus* (рис. 2). У пеночек *Parus cristatus* spp. сезонное окно выглядит более широким; это связано с тем, что заметную долю регистраций составляют

позывки в период миграции, а не только песни в период гнездования. У ряда оседлых видов регистрации сохраняются более растянуто в течение года (например,

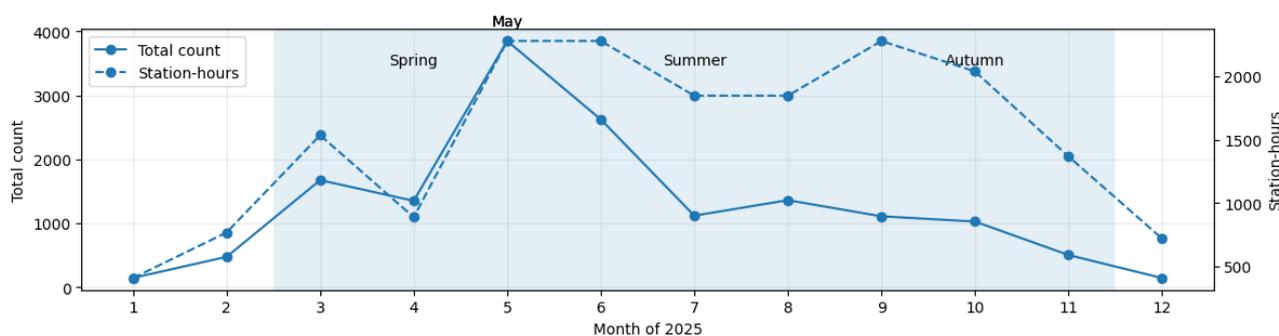


X

Y

(n)

Распределение объёма наблюдений по году было неравномерным, поэтому сезонную динамику абсолютной вокальной активности анализировали совместно с объёмом наблюдений по месяцам (рис. 3). Сопоставление числа агрегированных 10-минутных событий с объёмом наблюдений показало положительную связь ($r = 0.69$). Вместе с тем динамика активности не полностью определяется объёмом наблюдений: максимальные значения приходятся на май, после чего отмечается резкое снижение абсолютной активности при сопоставимом уровне станция-часов (рис. 3).



Обсуждение

Пассивный акустический мониторинг с автоматическим распознаванием позволяет на одном массиве данных описывать сезонные и суточные «окна» вокальной активности для широкого набора лесных видов Центральной России. Существенным условием корректной интерпретации является сопоставление активности с объёмом наблюдений, что делает сезонные сравнения более устойчивыми к неравномерной работе сети и снижает риск смешения биологических закономерностей с эффектами наблюдательного усилия.

Суточно-сезонные диаграммы демонстрируют устойчивые межвидовые различия (рис. 2). Для многих массовых воробьиных в период максимальной вокализации характерно широкое дневное «окно», тогда как у отдельных видов заметны специфические суточные профили, включая утренние и вечерние подъёмы (например, у *Parus major*). Сумеречные и ночные виды выделяются не менее отчётливо. Таким образом, ПАМ позволяет фиксировать не только сезон присутствия вида, но и типичное «время суток», в которое он наиболее вероятно регистрируется.

Отдельно следует подчеркнуть различия в длительности сезонных «окон» у перелётных гнездящихся видов. Для многих из них характерны относительно узкие периоды высокой вокальной активности, соответ-

вующие гнездовому сезону (славки, мухоловки, кукушка, соловей, чечевица), что согласуется с их фенологией и наблюдается на рисунке 2. У других видов сезонное «окно» выглядит более широким, так как для них характерна вокализация в период миграции и кочёвок.

Следует учитывать, что «вокальная активность» по данным автоматических регистраций отражает суммарный поток сигналов вида и не всегда позволяет надёжно разделить песни и позывки; кроме того, без дополнительной полевой проверки не всегда возможно чётко отличить локально гнездящихся птиц от пролётных или кочующих особей. Поэтому сезонные «окна» следует трактовать как периоды присутствия и (или) повышенной слышимости вида. Дополнительно необходимо учитывать неодинаковую «узнаваемость» голосов разных видов алгоритмом BirdNET: точность распознавания и вероятность регистрации могут различаться между таксонами, поэтому межвидовые сравнения по абсолютному числу детекций следует интерпретировать осторожно.

В целом результаты подтверждают перспективность ПАМ как инструмента регионального мониторинга обычных лесных видов. При сохранении единых правил обработки (агрегация по времени, применение видоспецифичных методик анализа данных) данные пригодны для отслеживания возможных фенологических сдвигов, а также для уточнения оптимальных сроков и времени суток при проведении традиционных учётов (Singer *et al.* 2025).

Л и т е р а т у р а

- Bruni A., Mennill D.J., Foote J.R. 2014. Dawn chorus start time variation in a temperate bird community: relationships with seasonality, weather, and ambient light // *Journal of Field Ornithology* . **155**: 877-890. doi:10.1007/s10336-014-1071-7.
- Darras K.F.A., Rountree R.A., Van Wilgenburg S.L. *et al.* 2025. Worldwide soundscapes: a synthesis of passive acoustic monitoring across realms // *Ecology Letters* . **34**: e70021. doi:10.1111/geb.70021.
- Dominoni D.M., Greif S., Nemeth E., Brumm H. 2016. Airport noise predicts song timing of European birds // *Journal of Animal Ecology* . **6**: 6151-6159. doi:10.1002/ece3.2357.
- Funosas D., Barbaro L., Schillé L. *et al.* 2024. Assessing the potential of BirdNET to infer European bird communities from large-scale ecoacoustic data // *Journal of Ecology* . **164**: 112146. doi:10.1016/j.jecol.2024.112146.
- Gibb R., Browning E., Glover-Kapfer P., Jones K.E. 2019. Emerging opportunities and challenges for passive acoustics in ecological assessment and monitoring // *Journal of Applied Ecology* . **10**, 2: 169-185. doi:10.1111/2041-210X.13101.
- Kahl S., Wood C.M., Eibl M., Klinck H. 2021. BirdNET: a deep learning solution for avian diversity monitoring // *Journal of Applied Ecology* . **61**: 101236. doi:10.1016/j.jecol.2021.101236.
- Kempnaers B., Borgström P., Loës P. *et al.* 2010. Artificial night lighting affects dawn song, extra-pair siring success, and lay date in songbirds // *Journal of Animal Ecology* . **20**: 1735-1739. doi:10.1016/j.jecol.2010.08.028.
- Singer D., Kamp J., Hondong H., Schuldt A., Hagge J. 2025. Diel and seasonal vocal activity patterns revealed by passive acoustic monitoring suggest expert recommendations for breeding bird surveys need adjustment // *Journal of Field Ornithology* . **167**: 165-180. doi:10.1007/s10336-025-02307-y.

Sugai L.S.M., Silva T.S.F., Ribeiro J.W., Llusia D. 2019. Terrestrial passive acoustic monitoring: review and perspectives // *69*, 1: 15-25. doi:10.1093/biosci/biy147.
Ukolov I.I., Romanov M.S., Arkhipov V.Yu., Kalyakin M.V., Voltzit O.V. 2021. Ru-Birds.RU, bird observations from Russia and neighbouring regions: an occurrence dataset // *9*: e76202. doi:10.3897/BDJ.9.e76202.



2592

Смешанная кладка кулика-сороки *Haematopus ostralegus* и чибиса *Vanellus vanellus*

А.М. Соколов

. ООО «Студия Соколова»,
Калуга, Россия. E-mail: sokolov-cat@mail.ru

Кулик-сорока — малочисленный гнездящийся вид Калужской области (Галченков 2017). Основными гнездовыми биотопами в области для этого вида стали песчаные карьеры в поймах Оки и Угры, а также некоторые пляжи и острова на этих реках.



Haematopus ostralegus