

УДК 591.582.2:598.8

СИНХРОННОЕ ПЕНИЕ ПТИЦ, СЛУЧАЙНОЕ СОВПАДЕНИЕ ИЛИ АКУСТИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

© 2021 г. М. Я. Горецкая^{1,*}, С. В. Огурцов¹, М. А. Сёмина¹, П. А. Козлова¹, В. Д. Салова¹,
П. О. Калитина¹, Д. Б. Бурькин², И. Р. Бёме¹

Представлено академиком РАН В.В. Рожновым

Поступило 23.12.2020 г.

После доработки 31.12.2020 г.

Принято к публикации 03.01.2021 г.

Одновременное пение может свидетельствовать как о наличии коммуникативного взаимодействия между птицами, так и быть случайным совпадением. Была разработана программа, позволяющая математически моделировать независимое пение птиц с заданным уровнем акустической активности. Это дало нам возможность статистически оценить, является ли синхронное пение случайным или свидетельствует о наличии акустических взаимодействий между птицами. При автоматической регистрации пения (Song Meter SM4) выявлены случаи достоверных акустических взаимодействий между особями как одного, так и разных видов. Их доля составляет 6% от общего времени пения. Наиболее многочисленные и активно поющие зяблики (при пении нескольких особей) подавляют пение других видов. Пение одиночного зяблика, напротив, может провоцировать пение других видов, вовлекая в песенные дуэли до этого молчащих соседей. Возможно, в конце сезона размножения именно акустические взаимодействия ответственны за поддержание структуры поселения.

Ключевые слова: одновременное пение, воробьинообразные, акустические взаимодействия, моделирование, *Fringilla coelebs*

DOI: 10.31857/S2686738921020098

У воробьиных птиц одним из основных способов передачи информации является пение. Изменение структуры или типа песни часто является агрессивным сигналом для оппонента [1]. Кроме того, птицы могут реагировать на пение соседа, изменяя активность и ритм пения, в том числе петь одновременно с ним, такое пение многими авторами рассматривается как провокация драки [2]. У части видов обнаружено намеренное избегание одновременного пения с особями своего и другого вида [3–7]. Пение одновременно с соседом и/или сразу за ним, независимо от изменений структуры песен, может свидетельствовать либо о наличии коммуникативного взаимодействия между птицами, либо являться случайным совпадением ритмики и активности пения нескольких особей [8–11].

Целью нашей работы было изучить случаи одновременного пения как одного, так и разных видов птиц и определить, являются ли они просты-

ми совпадениями или акустическими взаимодействиями.

Пение птиц было записано в течение двух суток с 20 по 23 июня 2019 г., двумя автоматическими регистраторами Song Meter SM4, которые висели в каждой из 4 выбранных точек в смешанном лесу Солнечногорского р-на Московской обл. Приборы работали круглосуточно, чередуя 30 мин регистрации и 30 мин перерыва. Всего проанализировано 48 ч записей. Для оценки общего уровня активности пения в поселении, в каждой записи считали количество спетых песен каждого вида. Пение считали активным, если число песен за 30 мин превышало или равнялось 100.

Нами была разработана программа, позволяющая математически моделировать случайное пение птиц с заданным уровнем активности и статистически оценивать отклонение частоты совпадения эпизодов пения двух птиц в природе от случайного уровня. Мы использовали модель случайного процесса, созданную на основе автоматизированных формул в программе MS Excel 2003. В модели на основе равномерного распределения генерировали два ряда по 30 случайных чисел (5 секундных интервала), каждое из которых равнялось либо 0 (не поет), либо 1 (поет), и оценивали, с какой частотой имело место совпадение

¹ Биологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

² Экопарк “Начинание”, Солнечногорский р-н МО, Россия

*e-mail: m.goretskaia@gmail.com

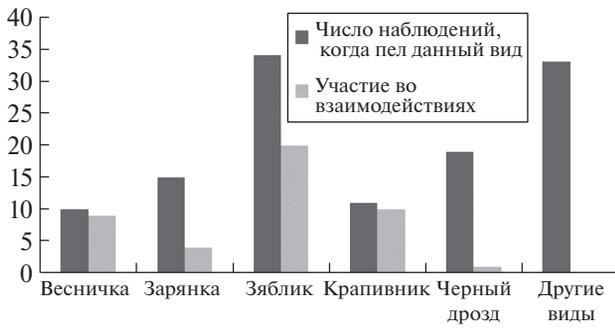


Рис. 1. Активно поющие виды и их участие в акустических взаимодействиях.



Рис. 2. Доля внутривидовых и межвидовых акустических взаимодействий.

единиц в двух рядах. Мы имели возможность изменять активность пения птиц в рамках модели от 1 до 12 песен в минуту (что соответствовало от 2 до 30 раз случаев “пения” за 30 интервалов). Процедуру генерации случайных чисел для “пары поющих птиц” повторяли 5000 раз. В результате получали ряд частот совпадений случаев “пения” птиц. Для этого ряда вычисляли 2.5% и 97.5% квантили, выбрав для последующего статистического анализа двустороннюю гипотезу с 5%-уровнем значимости.

В 30 мин записи реального пения мы выбирали периоды, в которые происходило одновременное пение двух особей. В эти периоды подсчитывали число 5-секундных интервалов, в которых имело место совместное пение. Также учитывали активность пения участников в данный интервал времени. Наши предварительные данные показали, что особи, поющие синхронно, редко поддерживают такой стиль пения дольше, чем 2–3 мин [8]. Для анализа мы выбирали виды, длительность песни которых сопоставима с 5 сек. Далее мы сравнивали частоту встречаемости совместного пения с вычисленными квантилями. Если частота одновременного пения птиц укладывалась в интервал между полученными квантилями, то совпадение в пении считали случайным ($p > 0.05$). Если частота одновременного пения превышала 97.5%-квантиль (при максимальной активности пения – 40% совпадений), то совпадение в пении считали статистически значимыми т.е. между птицами имело место акустическое взаимодействие. Мы не исследовали случаи намеренного избегания синхронного пения, так как в записях анализировали только те фрагменты, где птицы пели одновременно. Поэтому мы не выявили ни одного статистически достоверного случая намеренного избегания.

За 48 ч наблюдений было выявлено 22 случая статистически значимых ($p < 0.05$) акустических взаимодействий, а не случайных совпадений ритмов и активности пения. Они составляли 6% от общего времени пения. Были отмечены внутри-

видовые взаимодействия между зябликами (*Fringilla coelebs*), пеночками-весничками (*Phylloscopus trochilus*) и зарянками (*Erithacus rubecula*). Межвидовые акустические взаимодействия были отмечены, преимущественно, между зябликами и другими видами (пеночкой-весничкой и крапивником (*Troglodytes troglodytes*)). Между разными видами также были обнаружены акустические взаимодействия (пеночка-весничка и зарянка, пеночка-весничка и крапивник, и зарянка и черный дрозд *Turdus merula*) (рис. 1). Среди всех акустических взаимодействий наибольшую долю занимали взаимодействия между зябликом и другими видами (рис. 2).

В большинстве наблюдений было отмечено пение зябликов, у них же было обнаружено и большее количество особей, участвующих в акустических взаимодействиях. Пение пеночки-веснички и крапивника наблюдали практически только во время акустических контактов (рис. 1). Вокальные взаимодействия происходили, как правило, между активно поющими птицами (из 20 случаев активного пения птиц в 10 были выявлены акустические контакты, а из 11 случаев неактивного пения, только в двух) (различия достоверны по $\chi^2 = 70$, $p < 0.0001$). Нами выявлена положительная связь между наличием акустических взаимодействий между зябликами и активностью пения зябликов ($R = 0.42$, $p = 0.02$, ранговая корреляция по Спирмену) и отрицательная связь между активностью пения зябликов и пением других видов птиц ($R = -0.65$, $p < 0.001$, ранговая корреляция по Спирмену) (рис. 3).

Также выявлена положительная связь между акустическими взаимодействиями между зябликами и другими видами и активностью пения других видов ($R = 0.45$, $p = 0.01$, ранговая корреляция по Спирмену).

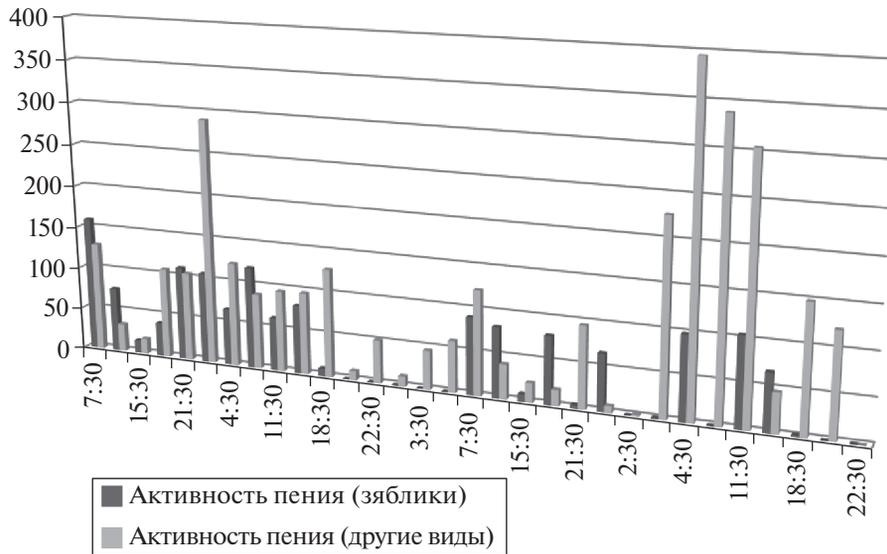


Рис. 3. Влияние пения зяблика на вокальную активность других видов птиц.

Таким образом, при автоматической регистрации пения птиц нами выявлены случаи достоверных акустических взаимодействий между особями как одного, так и разных видов. Их доля составляет 6% от общего времени пения. Наша работа проводилась ближе к концу сезона размножения, когда многие виды снижают вокальную активность. Акустические взаимодействия происходят во время активного пения птиц, и, возможно, участие в песенных дуэлях провоцирует пение особей разных видов. Наиболее многочисленные и активно поющие зяблики (при пении нескольких особей) подавляют пение других видов (рис. 3). Пение одного зяблика, видимо, может провоцировать пение других видов, вовлекая в песенные дуэли до этого молчащих соседей, т.е. зяблики являются организаторами вокальной активности всего поселения. Возможно, в конце сезона размножения именно акустические взаимодействия ответственны за поддержание структуры поселения.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны руководству экопарка “Начинание” за предоставление оборудования для проведения записей и за возможность работы на территории экопарка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беме И.Р., Горецкая М.Я. Песни птиц//Москва: КМК. 2013. 78 с.
2. Bradbury J.W., Vehrencamp S.L. Principles of Animal Communication (2nd edition). Sunderland M A: Sinauer Associates: Companion. 2011. 697 pp.
3. Cody M.L., Brown J.H. Song asynchrony in neighbouring bird species. // Nature. 1969. V. 222. № 24. P. 779–780.
<https://doi.org/10.1038/222778b>
4. Ficken R.W., Ficken M.S., Hailman J.P. Temporal pattern shifts to avoid acoustic interference in singing birds. // Science. 1974. V. 183. № 4126. P. 762–763.
<https://doi.org/10.1126/science.183.4126.762>
5. Wasserman F.E. Intraspecific acoustical interference in the white-throated sparrow. // Animal Behaviour. 1977. V. 25. № 4. P. 949–952.
[https://doi.org/10.1016/0003-3472\(77\)90045-8](https://doi.org/10.1016/0003-3472(77)90045-8)
6. Hultsch H., Todt D. Temporal performance roles during vocal interactions in nightingales (*Luscinia megarhynchos* B.) // Behaviour Ecology Sociobiology. 1982. V. 11. № 4. P. 253–260.
<https://doi.org/10.1007/BF00299302>
7. Popp J.W., Ficken R.W., Reinartz J.A. Short-term temporal avoidance of interspecific acoustic interference among forest bird. // The Auk. 1985. V. 102. № 4. P. 744–748.
<https://doi.org/10.2307/4086830>
8. Корбут В.В., Горецкая М.Я. Акустическая активность и ритмическая организация пения у некоторых видов воробьиных птиц (Passeriformes, Fringillidae, Sylviidae). // Доклады Академии наук. 1998. Т. 359. № 4. С. 569–571.
9. Иваницкий В.В. Кто дирижирует ансамблем певчих птиц? // Природа. 2002. № 6. С. 30–39.
10. Горецкая М.Я., Зайцева Н.А. Способы изучения акустических взаимодействий у воробьиных птиц (ритмика, активность, структура песни). // Развитие современной орнитологии в Северной Евразии. 2007. Ставрополь.: Из-во Ставропольского университета. С. 635–647.
11. Masco C., Allesina S., Mennill D.J., et al. The song overlap null model generator (SONG): A new tool for distinguishing between random and non-random song overlap. // Bioacoustics. 2015. V. 25. P. 29–40.
<https://doi.org/10.1080/09524622.2015.1079734>

**BIRDSONG OVERLAPPING, RANDOM COINCIDENCE
OR ACOUSTIC INTERACTIONS****M. Goretskaia^{a,#}, S. Ogurtsov^a, M. Syomina^a, P. Kozlova^a, V. Salova^a,
P. Kalitina^a, D. Burygin^b, and I. Beme^a**^a *M.V. Lomonosov Moscow State University, Biological faculty, Moscow, Russian Federation*^b *The Nachinanie Ecopark, Solnechnogorskii district, Moscow oblast, Russian Federation*#*e-mail: m.goretskaia@gmail.com*

Presented by Academician of the RAS V.V. Rozhnov

Passerine birdsong overlapping may indicate the presence of communicative interaction between birds or be a simple coincidence. We developed a program that allows us to modulate the independent singing of birds with a given level of song rate, and to statistically evaluate whether song overlapping is a random coincidence or real acoustic interactions between birds. Analysis of automatic registration of singing (Song Meter SM4), allow us to find out the cases of reliable acoustic interactions between individuals, both of conspecific and heterospecific, which made up a share of 6% of the total singing time. The most numerous and actively singing chaffinches suppress the singing of other species. Singing of a solitary chaffinch, on the contrary, can provoke the singing of other species, involving previously silent neighbors in song duels. Possibly, at the end of the breeding season, it is the acoustic interactions that are responsible for maintaining the structure of the multispecies community.

Keywords: song overlapping, passerine, acoustic interaction, modeling, *Fringilla coelebs*