

Методика	Беркут	21	Вип. 1-2	2012	183 - 200
----------	--------	----	----------	------	-----------

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОАКУСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ФАУНИСТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В.Н. Грищенко, Е.Д. Яблоновская-Грищенко

*Каневский природный заповедник; г. Канев, 19000, Черкасская обл., Украина
Kaniv Nature Reserve; Kaniv, 19000, Ukraine*

✉ В.Н. Грищенко (V.N. Grishchenko), e-mail: vgrishchenko@mail.ru

Using of bioacoustic methods in faunistic studies. - V.N. Grishchenko, E.D. Yablonovska-Grishchenko. - Berkut. 21 (1-2). 2012. - Bioacoustic data can be used as an important evidence of registration of a bird species but they are not often applied by our ornithologists. The aim of this paper is to describe these tools for faunistic studies. Main aspects of working with sounds were outlined: devices, technique of sound recording, computer analysis, reading of sonograms, etc. Solutions of difficult faunistic problems with the help of sound records were showed on several samples. [Russian].

Key words: sound recording, sonogram, bird song, species identification.

Одна из главных проблем в любых фаунистических исследованиях – доказательство регистрации того или иного вида. Если вы нашли зяблика (*Fringilla coelebs*) или певчего дрозда (*Turdus philomelos*) в лесу под Киевом, такие доказательства вряд ли кто потребует. Совсем другое дело, когда речь идет о редких или новых для региона видах. Особенно, если они при этом еще и трудно определимы – большой (*Aquila clanga*) и малый (*A. pomarina*) подорлики, самки светлых луней, крупные белоголовые чайки и т.п. Очень много фаунистических находок было «забраковано» научным сообществом потому, что их авторы не смогли убедить коллег в своей правоте. Ведь верить на слово они совсем не обязаны. В любой крупной фаунистической сводке можно найти упоминания о случаях, которые вызывают сомнения. Масса сообщений о новых находках отсеивается фаунистическими комиссиями (см., например, сообщения ФК Рабочей группы по куликам в «Информационных материалах РГК»). И одно дело, когда человек ошибся в определении птицы, другое – если не смог предъявить убедительных доказательств. Поэтому элементарный профессионализм в работе – серьезное отношение к возможности подтвердить свои наблюдения. Здесь уместно напомнить слова Д.И. Менделеева: «Сказать, оно конечно, все можно, а ты поди демонстрируй».

Долгое время единственным существенным доказательством находок считались коллекционные экземпляры (тушки, чучела, яйца). Такой подход уже в прошлом. С одной стороны это связано с торжеством принципов экологической этики – «лучше будут белые пятна в науке, чем в природе», с другой – с появлением новых технических возможностей. Наконец, сыграло свою роль и понимание того, что наличие тушки еще не гарантирует отсутствия проблем. По ней можно проверить точность определения вида/подвида, но отнюдь не место добычи птицы. Возможны как ошибки при этикетировании, так и целенаправленные фальсификации. Именно с путаницей в этикетках, скорее всего, связано «появление» австралийского журавля (*Grus rubicundus*) в Якутии (Коблик и др., 2006), а мошенничеством «баловались», к сожалению, и «маститые» орнитологи (см., например, Новак, 2009)*.

Чаще всего в качестве подтверждения регистрации вида сейчас используются

* Вообще не стоит забывать простую вещь: если нет доверия к источнику информации, не помогут никакие доказательства, поскольку любые научные данные в принципе фальсифицируемы. Этим, как известно, и отличается наука от религии. Если подделываются исторические драгоценности, картины и древние литературные памятники, то с тушками «нахимичить» гораздо проще.



фотографии, реже – видеосъемки и звукозаписи. На последних мы и остановимся. Прежде всего, удивляет то, насколько мало они у нас применяются при сравнительной простоте. Ведь записать песню или позывку птицы проще, чем ее сфотографировать. Это можно сделать с большого расстояния, при этом не важна достаточность освещения, не нужен дорогой и тяжелый телеобъектив. Прошли те времена, когда для записи голосов птиц было необходимо громоздкое и дорогостоящее оборудование, а анализ звука можно было проводить только на специальных приборах. Сейчас, если не требуется высокое качество звука, запись можно проводить на магнитофон, диктофон, видеокамеру и даже мобильный телефон с функцией звукозаписи*. Обработку его можно провести практически на любом компьютере. Дело упрощается еще и тем, что в последнее время все больше орнитологов используют диктофон для ведения дневниковых записей в экспедициях.

Тем не менее, биоакустические данные в фаунистике используются чаще всего в самом простом варианте – в виде записей звуков. А ведь далеко не всегда их особенности можно различить на слух. Сонограммы же в фаунистических работах можно встретить нечасто.

Конечно, в биоакустике хватает своих проблем. Так, непросто записать тихую песню птицы в лесополосе у оживленной автострады или выделить нужный звук в громком хоре птичьей колонии. Есть птицы-пересмешники, одни виды могут вставлять в свои песни фрагменты песен или крики других видов, «подстраивать» свои песни при межвидовых переключках. Имеется географическая изменчивость голосов. Подобно тому как есть виды-«близнецы», трудно различимые в полевых условиях, существуют и похожие звуки разного происхождения. Работа с таким

материалом, разумеется, требует соответствующих знаний и опыта. Однако во многих случаях при помощи биоакустики даже начинающие орнитологи могут быстро и просто решить довольно сложные фаунистические задачи.

Насколько ее применение может быть действенным, показывают примеры из териологии. Использование ультразвуковых детекторов кардинально изменило условия изучения рукокрылых. Благодаря различиям в частоте сигналов у разных видов возможно дистанционное их определение (Ahlén, Baagøe, 1999). Излишне говорить, насколько это упростило изучение фауны летучих мышей. По звуковым сигналам возможно определение видов сурков (Никольский, 1976). Использование биоакустического метода может быть незаменимым в тех случаях, когда добыча зверей для коллекций невозможна или нежелательна, например, в заповедниках (Мухамедиев, Никольский, 1996).

По издаваемым животными звукам возможно даже индивидуальное узнавание особей*. Это дает возможность проведения неинвазивных исследований – можно наблюдать конкретных зверей или птиц без какого-либо вмешательства в их жизнь, поскольку отпадает необходимость в отлове и мечении (Galeotti, Pavan, 1991; McGregor, Byle, 1992; Delpot et al., 2002; Hartwig, 2005; Dragonetti, 2007; Fox et al., 2008 и др.). Появился термин «биоакустический мониторинг». По голосам можно проводить не только учеты птиц (что незаменимо, например, для ночных и скрытных видов), но и отслеживать перемещение отдельных особей, занятие гнездовых участков и т.п.

Цель данной статьи – расшевелить наших орнитологов в плане использования биоакустики и дать новый инструментарий в фаунистических исследованиях. На нескольких примерах мы покажем действен-

* Сравните, например, с описанием аппаратуры, необходимой для записи голосов птиц в полевых условиях: Вепринцев, Марков, 1965.

* Собственно, ничего удивительного в этом нет, ведь животные узнают друг друга по голосу. Вопрос лишь в том, чтобы подобрать соответствующий «ключ».

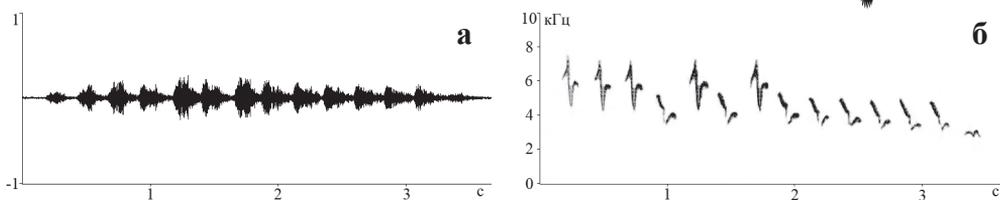


Рис. 1. Осциллограмма (а) и сонограмма (б) песни малой мухоловки. 19.05.2011 г., Каневский заповедник, Черкасская обл.

Fig. Wave form (a) and sonogram (b) of song of the Red-breasted Flycatcher.

ность биоакустических методов и опишем их применение. Почерпнуть более глубокие знания по этой теме можно в специальной литературе (Ильичев, 1971, 1972; Мальчевский и др., 1976; Bergmann, Helb, 1982; Marler, Slabbekoorn, 2004; Catchpole, Slater, 2008 и др.)*.

Во всех случаях, если не указан источник, в иллюстрациях использованы записи авторов.

Запись и обработка звука

Техническая сторона работы со звуком характеризуется пятью вопросами: чем писать? как писать? как перенести на компьютер? как получить сонограмму? как ее прочитать? Ответы на эти вопросы мы представляем в данном разделе.

Для визуализации звука чаще всего используют три типа графиков (по Marler, Slabbekoorn, 2004).

Осциллограмма – развертка колебательного процесса по времени. Она показывает изменения амплитуды колебаний. По оси X откладывается время в секундах, по оси Y – обычно относительная амплитуда.

Сонограмма характеризует изменение частоты звука по времени. По оси X откладывается время в секундах, по оси Y – частота в килогерцах.

Спектрограмма мощности показывает связь между частотой и амплитудой. По ней

можно оценить распределение мощности по спектру звука.

Основной инструмент для анализа звука в биоакустике – сонограмма. По ней можно определить основные временные и спектральные характеристики. Она дает как бы «картинку» звука. Сонограммы сейчас нередко стали приводить даже в определителях птиц наряду со словесным описанием их голосов.

На рисунке 1 показаны осциллограмма и сонограмма на примере песни малой мухоловки (*Ficedula parva*).

Аппаратура для звукозаписи

Ответ на первый вопрос – чем писать – определяется вашими целями и финансовыми возможностями. Для тех, кто собирается специализироваться на записи голосов птиц, необходима хорошая техника, удовлетворяющая следующим параметрам: частота записываемого звука – до 20 кГц и более, возможность подключения выносного микрофона (лучше – направленного), высокое качество записи (sample rate 96 кГц и более (не путать с частотой звука!)), запись в несжатом формате. Это могут быть цифровые магнитофоны или хорошие видеокамеры. Лучшими традиционно считаются магнитофоны фирмы Marantz. Впрочем, другие фирмы предлагают вполне достаточные для высококачественной записи аппараты. Среди них можно выделить маленькие, легкие, удобные в использовании магнитофоны (line recorder) Olympus, для которых, кстати, можно приобрести направленные микро-

* Часть упомянутых книг есть в электронных библиотеках, например:
<http://zoomet.ru/index.html>



фоны, предназначенные для записи именно птиц. Из видеокамер данным требованиям удовлетворяют полупрофессиональные, например, фирмы Canon. Их недостатком является громоздкость. Но если во время съемок вам удалось записать звук (и даже на встроенный микрофон), запись окажется вполне качественной. Для идентификации птиц это весьма удобно – и изображение, и голос послужат подтверждением вашей находки. Разумеется, такое оборудование стоит куда дороже обычных диктофонов.

Однако для большинства фаунистических задач нет необходимости покупать подобную технику. За несколько сотен гривен можно приобрести цифровой диктофон среднего уровня, причем подойдут аппараты практически любых фирм – сейчас «потолок» частоты звука у большинства из них не менее 15 кГц, даже у самых простых моделей – до 9–10 кГц. Большинство же звуков наших птиц находится в диапазоне до 10 кГц. Если ваш диктофон обеспечивает запись только в сжатых форматах (например, mp3) – тоже не беда. Сонограммы, конечно, выйдут не такими красивыми, но вполне читаемыми.

Много всевозможных моделей магнитофонов и диктофонов можно найти и заказать в Интернете. Причем на сайтах приводятся не только их описания, цены и т.п., но и отзывы пользователей, т.е. выбирать модель можно с учетом не только технических параметров и своих финансовых возможностей, но и надежности и удобства в работе.

В случае необходимости при хороших условиях для записи можно воспользоваться даже встроенным диктофоном мобильного телефона. Запись будет не очень качественной, но вполне достаточной для анализа.

Техника записи

Однако только инструмента для работы мало. Надо знать еще и как получить качественную запись. Конечно, в идеальных условиях (ветра нет, птица поет прямо над

головой) все просто. В других ситуациях приходится прибегать к определенным хитростям.

В первую очередь следует запомнить: при включенном микрофоне – никаких движений и тишина. Ни в коем случае нельзя двигать пальцами по микрофону. При необходимости повернуться – движение только корпусом. И не переминаться с ноги на ногу – этот шум гарантированно испортит запись. Это же касается и ваших спутников.

Ветер является врагом номер один качественной записи. Конечно, на многих магнитофонах есть система отсека шума ветра, но ее обычно не хватает. В ветреную погоду следует прикрыть микрофон, повернувшись спиной к ветру и держа его близко от тела. Удобно записывать из машины, открыв окно или двери со стороны звука и не выставляя микрофон наружу. Или записывать присев на корточки – обычно у земли ветер чувствуется слабее. Можно также обмотать микрофон поролоном, оставив открытой его верхушку – он будет выполнять функцию ветроглушителя и в то же время отсекает посторонние звуки, сделав микрофон направленным. Не следует записывать звук, если близко от микрофона (до 5–10 м) между вами и источником звука есть листва – запись выходит нечеткой, а сонограмма получится размытой, нерезкой. Лучше отойти на десяток метров и обеспечить открытое пространство – пусть звук будет тише, но более чистый.

Еще одна помеха качественной записи – шумы автотрассы, реки и т.п. Их можно частично отсечь, спрятавшись за преграду (холмик, кусты, даже машину) либо записывая от земли. Заметные помехи вносят и линии электропередач, особенно высоковольтные. На записях, сделанных под ними, нередко видны темные полосы на некоторых частотах – так проявляют себя наводки, которые фиксируются микрофоном. Поэтому лучше отойти в сторону от проводов, достаточно и 5–8 м. Большие проблемы возникают при записи во время



дождя. Нужно прикрыть записывающее устройство, но при этом нельзя пользоваться зонтиком – он экранирует звук, да и «барабан» капель по тенту испортит любую запись.

Следует учитывать, что птица поет тогда, когда ей хочется, и может замолчать в любую минуту. Поэтому лучше записать нужный вам звук сразу, пусть и в плохом качестве, и лишь потом подходить ближе, выполнив по мере приближения несколько записей. Потом, при обработке, можно выбрать из них лучшие.

Каждая запись **обязательно** должна сопровождаться точной информацией – место, вид, тип звука, можно отметить особенности поведения птицы, погоду и т.д. – все это наговаривают непосредственно после записи, лучше всего – прямо в том же файле. Время и дата есть в информации о файле (для диктофона) или в тайм-коде (для видеозаписи со звуковой дорожкой). Если несколько записей делаются в одном месте, информация о точке записи и погоде может содержаться только в первой из них. Кстати, при работе с диктофоном каждую запись удобнее делать в отдельном файле – тогда точно регистрируется время записи.

Перенос информации на компьютер

С диктофона или мобильного телефона файлы переписать просто – через USB-кабель или кардридер. С видеокамеры записи скачивают с использованием любых программ видеомонтажа (например, Adobe Premier), а полученные файлы открывают в программах обработки звука (например, Sonic Foundry Sound Forge) и копируют звуковую дорожку, разбивая ее на записи и сохраняя их в отдельных файлах. Файлы нельзя подвергать компрессии или обрабатывать каким-либо другим способом. Их сохраняют в Wave-формате без обработки. Это делается потому, что любое сжатие ведет к утрате качества записи (так же, как и рисунок), а некоторые варианты обработки могут исказить частотные характеристики,

которые важны для идентификации вида по звуку.

Информацию о каждой записи удобно заносить в базу данных. Необходимо указать следующие параметры: имя файла, вид, дата и время записи, место записи, тип звука. При желании можно указать и другие параметры: расстояние до источника звука, длительность и качество записи, погода, поведение и т.д.

Компьютерные программы для обработки и анализа звука

Если в прежние времена обработка звука представляла собой проблему, а построение сонограмм было возможно только при наличии сонографа, то теперь все осуществляется на любом, даже не очень мощном компьютере. Существует огромное количество программ для обработки звука, как универсальных, предназначенных для работы с любыми звуковыми файлами от музыки до пения птиц, так и специализированных биоакустических. Из неспециализированных программ для работы удобны Sonic Foundry Sound Forge и Cool Edit Pro. Обе программы позволяют не только выполнять обычные функции обработки звука (изменение качества записи, усиление/ослабление звука, эквалайзер и т.д.), но и строить сонограммы. В Cool Edit вся звуковая дорожка может отображаться как в обычном виде – осциллограммы, так и в виде сонограммы. В Sound Forge функцию построения сонограмм необходимо специально вызывать.

Из специализированных программ работы со звуком наиболее часто используются Avisoft SASLab и Syrinx. Первая из них представлена двумя версиями – Avisoft SASLab Light (бесплатная) и Pro. Avisoft SASLab Light можно найти в Интернете, но она имеет немного возможностей (даже в сравнении с неспециализированными программами). Avisoft SASLab Pro гораздо мощнее, но достаточно дорогостоящий. Очень удобен Syrinx. Это программа, предназначенная только для некоммерчес-

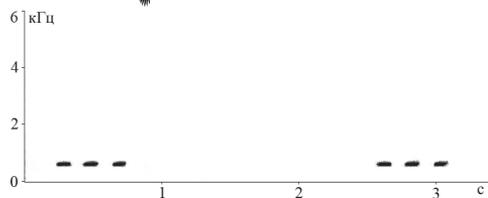


Рис. 2. Крики удода. 13.06.2011 г., окрестности пгт Суворово, Одесская обл.
Fig. 2. Calls of the Hoopoe.

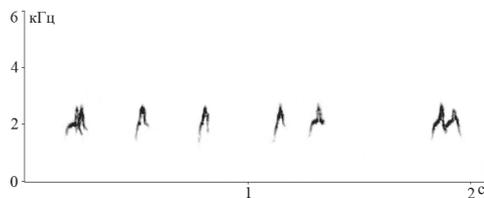


Рис. 3. Позывки золотистой щурки. 6.09.2011 г., окрестности с. Келеберда, Черкасская обл.
Fig. 3. Calls of the Bee Eater.

кого использования. Ее автор, John Burt (University of Washington), предоставляет Syrnix для исследований. Для получения программы следует обратиться по адресу: <http://www.syrnixpc.com>.

Как получить сонограмму

Наконец подходим к построению сонограммы. Рассмотрим его на примере двух программ – Sonic Foundry Sound Forge и Syrnix. В первую очередь следует отметить, что название данной функции может в разных программах различаться – например, Sonogram (Forge) или Spectrograph (Syrnix).

В Syrnix, как и в Cool Edit, в виде сонограммы отображается весь файл. Если он длинный, сонограмма отдельного звука (или песни) выглядит очень сжатой. Поэтому для удобства работы лучше всего нужный фрагмент взять в отдельный файл. Длительность звуковой дорожки для того, чтобы сонограмма была удобочитаемой, должна быть не менее 1–3 с. Для представления файла в виде сонограммы открываем в меню Options строчку Active Window Settings. В открывшемся окне в отделении Display Type выбираем Spectrograph. Это представление будет сохраняться для всех файлов, пока вы не выберете Waveform. Яркость сонограммы выбирается нажатием комбинации клавиш Alt и стрелки вверх или вниз.

В Sound Forge файл представляется в виде осциллограммы (Waveform), а для построения сонограммы в меню Tools или View (в зависимости от версии) выбираем

строчку Spectrum Analysis, в открывшемся окне выбираем (в зависимости от версии) Sonogram или Display. Далее выбираем Sonogram (Sonogram B&W или Black and White) или Sonogram (Color) – как вам удобнее. Яркость сонограммы регулируется бегунком под ней.

Сонограмма может выйти нерезкой, с грубым рисунком, очень мелкой или же на экране будет отображаться лишь ее часть. Как поступать в таком случае?

В обеих программах управление форматом сонограмм находится в одном окне – Active Window Settings (Syrnix) или Settings (Forge).

Для того чтобы сонограмма была четкой, необходимо регулировать параметр Transform Size (Syrnix) или FFT Size (Forge). Чем выше качество записи, тем больший уровень этого параметра следует выбирать. Например, для уровня качества записи 44100 Гц выбирают 1024, для 96000 Гц – 2048 или 4096. FFT Window Type (Syrnix) – Blackman, Smoothing window (Forge) – Blackman-Harris (эти параметры стоят по умолчанию).

Если же рисунок звука на сонограмме слишком мелкий, занимающий по высоте очень мало места, или на экране вмещается лишь его часть, значит, следует регулировать нижнюю и верхнюю границы отображения частот. В Syrnix выбираем Limit Frequency Range, отмечаем окошки Lower и Upper и выставляем нужные частоты. В Forge выбираем Freq. Min. и Max. Эти параметры выбираются в зависимости от вида,

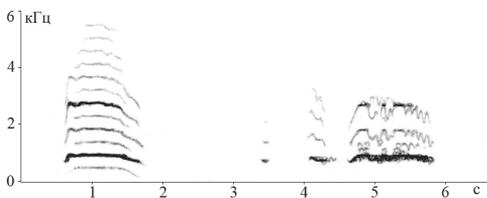


Рис. 4. Крики серой неясыти. 11.06.2012 г., Каневский заповедник.

Fig. 4. Calls of the Tawny Owl.



Рис. 5. Крики галки. 5.05.2012 г., окрестности пгт Новоалексеевка, Херсонская обл.

Fig. 5. Calls of the Jackdaw.

с которым вы работаете. Например, для сплюшки это будут 0 и 3000 Гц, для зяблика – 1000 и 8000 Гц. Остальные параметры подбираются в зависимости от качества сонограммы и мощности компьютера.

Как прочитать сонограмму

Поначалу сонограмма может показаться бессмысленным набором всевозможных линий и пятен. Разобраться в этом, однако, не так уж сложно.

Звук чистого тона на сонограмме будет иметь вид горизонтальной линии. Длина ее зависит от длительности звука, положение линии по высоте и ее толщина – от частоты звука. В природе такие звуки встречаются редко. Обычно в песнях и позывках птиц происходит изменение частоты, наложение разных звуков, есть паузы между звуками. В результате на сонограмме образуется сложный «узор» из изогнутых линий, «щетка», «клякс» и т.п.

Звуки можно подразделить на тоновые, гармониковые и шумовые – треск, шипение и т.п.

Тоновые – это звуки «одиночные». Они могут звучать на одной частоте («уп-уп-уп»

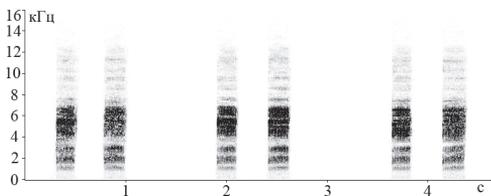


Рис. 6. Крики коростеля. 28.05.2011 г., окрестности с. Подлубы, Житомирская обл.

Fig. 6. Calls of the Corn Crake.

удода (*Urupa erops*)), с повышением или понижением тона, различными сменами частоты («тиу» ремеза (*Remiz pendulinus*), «бульканье» золотистой щурки (*Merops apiaster*), «свистовые» элементы в песне зяблика). На сонограмме они отображаются одиночной линией – горизонтальной, наклонной или изогнутой (рис. 2, 3). Регулярные изменения частоты называются частотной модуляцией. На сонограмме это выглядит как повторяющиеся вертикально изогнутые линии (рис. 3). При быстрой модуляции на линиях возникает своеобразная «щетка».

Гармониковые звуки подобны по звучанию музыкальному аккорду, они состоят сразу из нескольких составляющих – гармоник или обертонов («пугуканье» серой неясыти (*Strix aluco*), карканье врановых, крики галки (*Corvus monedula*), чаек и т.п.). На сонограмме они отображаются горизонтальными или изогнутыми линиями, расположенными одна над другой «стопкой» (рис. 4, 5). Частота нижней гармоники называется базовой или основной.

Шумовые звуки на сонограмме выглядят как обширные диффузные пятна или

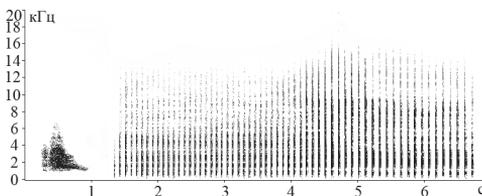


Рис. 7. Шипение и клетот белого аиста. 9.07.2012 г., с. Сторожевое, Донецкая обл.

Fig. 7. Hissing and clattering of the White Stork.

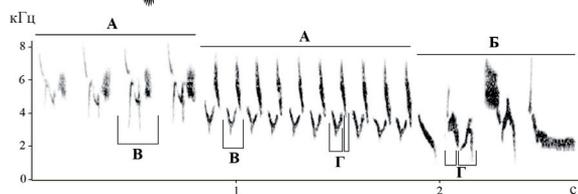


Рис. 8. Названия частей песни птиц на примере зяблика. 10.04.2002 г., Каневский заповедник.

Fig. 8. Names of parts of bird song on an example of the Chaffinch.

А – последовательность одинаковых звуковых «блоков»: фраза, колено, строфа (phrase);

Б – устойчиво повторяющаяся последовательность разных звуковых «блоков»: мотив (motive);

В – устойчиво повторяющийся звуковой «блок»: слог, элемент, нота (syllable);

Г – составные части звукового «блока»: элемент, нота, субэлемент (element).

вертикальные линии с широким спектром частот. Например, крик коростеля (*Crex crex*) представляет собой последовательность повторяющихся широкоспектровых звуков, одновременно охватывающих всю полосу частот, без пропусков (рис. 6). Щелчок выглядит как длинная вертикальная линия, треск – «гребешок» из частых вертикальных линий, шипение – размытое темное пятно (рис. 7, в начале сонограммы).

К широкоспектровым относятся в большинстве случаев и механические звуки, издаваемые птицами – барабанная дробь дятлов, клекот белого аиста (*Ciconia ciconia*) и т.п. (рис. 7).

Четкой границы между этими категориями звуков нет. Если отдельные тоновые линии начинают размываться, диапазон частот расширяется, чисто тоновый или гармониковый звук постепенно превращается в шум. Точно так же, если нажать сразу 3–4 клавиши рояля, получится аккорд, но если задействовать их десятка два, да еще подряд, это уже будет шум. Во многих шумовых криках птиц можно увидеть «расплывшиеся» гармоники. Могут образовываться и сложные формы из комбинаций различных звуков.

Для начала, чтобы во всем этом разобраться, удобно выделить фрагмент записи (например, одну песню малой мухоловки или зяблика), несколько раз прослушать, а затем получить сонограмму и прослушать этот фрагмент, глядя на нее. Постепенно появится «видение звука» – понимание того, как выглядит тот или иной сигнал на сонограмме. При этом можно быстро научиться находить и записавшиеся посторонние звуки – жужжание комара, щелчки по микрофону и т.п.

Песни птиц обычно имеют сложную структуру. Для анализа их делят на отдельные составляющие – колена, строфы, фразы, слоги, элементы и др. Названия этих частей

могут отличаться у разных авторов. Для примера приводим песню зяблика с обозначением различных вариантов названий ее частей (рис. 8).

У отдельных видов птиц части песни могут иметь свои собственные названия – «росчерк» у зяблика, «почин», «дудка», «дробь», «россыпь» – у соловья (*Luscinia luscinia*), «точение» – у глухаря (*Tetrao urogallus*) и т.п.

Песни птиц можно разделить на дискретные и непрерывные. Первые звучат недолго, четко отделены одна от другой и имеют хорошо выраженную структуру (лесной конек (*Anthus trivialis*), зяблик, пеночка-весничка (*Phylloscopus trochilus*) и др.). Непрерывные песни исполняются существенно дольше, четкой структуры не имеют, элементы (ноты) или строфы могут меняться местами (как, например, у дроздов). Описание различных типов пения можно найти в работе Г.Н. Симкина (1982).

Следует учитывать, что сонограмма одного и того же сигнала может несколько различаться в зависимости от условий записи. Слабые звуки могут не улавливаться при записи с большого расстояния или маскироваться сильным фоновым шумом.

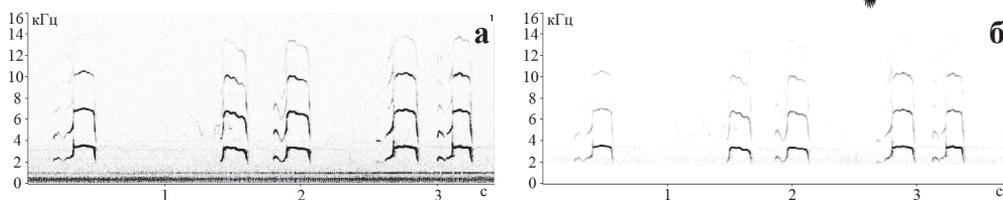


Рис. 9. Запись криков кулика-сороки. 3.09.2012 г., Каневский заповедник.

а – исходный вариант, **б** – после обработки эквалайзером и подавления шумов.

Fig. 9. Record of calls of the Oystercatcher.

a – original, **b** – after using equalizer and reduction of background noise.

Подготовка сонограммы для публикации

Полученная сонограмма может иметь весьма неказистый вид – серый фон из-за шумов, посторонние звуки и т.п. Правильному определению птицы это обычно не мешает, если только фоновые шумы не слишком сильные, а другие звуки не накладываются на нужные вам частоты. Однако, если вы хотите вставить сонограмму в публикацию, желательно сделать ее более презентабельной.

Если есть несколько записей, прежде всего нужно выбрать наиболее чистую с минимальным количеством посторонних звуков и шумов. В некоторых программах есть функции ослабления фонового шума (например, в Syrinx – в меню Tools функция Filter Out Background Noise). Однако, пользоваться ими надо с осторожностью. Происходит примерно то же самое, что и при подавлении шумов на фотографии – если переборщить, можно существенно ухудшить основное изображение. При ослаблении фоновых шумов яркость основного рисунка сонограммы также уменьшается. Усилить или ослабить громкость звука (вместе с фоном, правда) позволяет функция Normalize (в Forge она находится в меню Process). Пользоваться этой функцией следует очень аккуратно, поскольку сильное изменение звука делает его (и сонограмму) ненатуральными, а фон проявляется, как зерно на фотографии при слишком большом увеличении (и по той же причине). Отсечь посторонние звуки

можно также с помощью эквалайзера (в Forge – в меню Process).

Для получения графического файла полученную сонограмму (в Syrinx) можно скопировать как рисунок (меню Edit, функция Copy Bitmap of Current Window) и вставить в графический редактор.

Окончательная доводка сонограммы для публикации проводится уже после сохранения ее в графический файл. Делать это можно в любом графическом редакторе (Photoshop и др.). При помощи инструмента «ластик» вытирается серый фон и посторонние звуки. При этом важно не перестараться, чтобы не повредить значимую часть сонограммы.

Наконец, остается еще один, самый радикальный, способ «наведения красоты» – прорисовка вручную по полученной сонограмме. Этот способ широко применялся в «докомпьютерную эпоху». В старых публикациях можно увидеть сонограммы такой чистоты, которую в принципе невозможно получить на сонографе.

Пример очистки сонограммы приводится на рисунке 9. Во время записи криков кулика-сороки (*Haematopus ostralegus*) мимо проехала моторная лодка. В звуковом файле рев мотора заглушает свист птицы. На сонограмме он виден в виде грязной полосы внизу (рис. 9а). Благодаря тому, что шум лодки приходится на другие частоты, его несложно убрать при помощи эквалайзера. Попутно можно уменьшить и фоновый шум (рис. 9б). Этот же пример иллюстрирует и необходимость осторож-



ности при использовании «шумодавов». Видно, что после обработки рисунок линий стал более бледным, а верхние гармоники практически исчезли. В таких случаях фоновый шум лучше почистить в графическом редакторе, хотя это и достаточно кропотливое занятие. Сонограммы для этой статьи «доводились до кондиции» именно таким способом.

Определение птиц по сонограммам

По сонограмме можно определить не только вид или подвид птицы, но нередко и возраст, пол, географическое происхождение. С приобретением опыта окажется, что делать это не сложнее, чем разбираться в особенностях окраски оперения.

Распознавание сонограмм напоминает скорее не работу с обычными полевыми или камеральными определителями, а определение птиц по костным останкам, когда найденные кости или их фрагменты сравниваются с эталонами. Эталонами в данном случае служат записи голосов птиц заведомо известного вида/подвида, возраста, пола и т.д. С этим сейчас нет проблем. Есть диски с записями голосов птиц (Roché, 1995; Вепринцев и др., 2007 и др.), сонограммы нередко публикуются в монографиях и статьях по определенным видам и группам птиц, наконец, изданы специализированные сводки с описаниями голосов и их сонограммами (например, Bergmann, Helb, 1982). Однако если ничего этого под рукой нет, необходимую информацию несложно найти в Интернете. Есть немало фонотек и сайтов о природе, где можно не только прослушать или скачать нужные записи, но иногда и посмотреть готовые сонограммы.

При анализе сонограмм важно учитывать, что голоса птиц очень вариабельны. Изменчивость может быть географической, сезонной, возрастной, индивидуальной и т.п. Например, крымский зяблик (*Fringilla coelebs solomkoi*) легко узнается по свистящей позывке вместо обычного для этого

вида рюмения. Однако «свистящие» зяблики есть и в других регионах – в Западной Европе, Карелии, на Балканах. Более того, разные типы сигналов иногда может издавать одна и та же птица (см. Bergmann, Helb, 1982; Baptista, 1990; Корбут, 1995). Поэтому желательно, чтобы эталонная запись была сделана как можно ближе к региону исследований. Целесообразно вообще не ограничиваться отдельными сравнениями, а использовать записи, сделанные в разных местах и в разное время. Такой разносторонний анализ поможет избежать ошибок.

На нескольких примерах мы продемонстрируем возможность эффективного решения фаунистических задач при помощи биоакустики.

Сплюшка

vs слеток ушастой совы

Считается, что территориальные крики сплюшки (*Otus scops*) можно спутать с позывками слетка ушастой совы (*Asio otus*). Так, асканийские зоологи приводят данные о регистрации в заповеднике сплюшки по голосу в 1984 г., но выражают сомнение в их достоверности по этой причине (Гавриленко та ін., 2010). На VI Международной конференции по соколообразным и совам Северной Евразии в Кривом Роге в сентябре 2012 г. из-за этого были высказаны сомнения в достоверности находок сплюшки в Киеве (см. Атамась и др., 2012).

На самом деле, голос сплюшки на слух достаточно хорошо отличается от криков птенцов ушастой совы, при некотором опыте различить их несложно. Тем не менее, поскольку есть вероятность ошибки, это может использоваться для оспаривания достоверности регистрации по голосам. Парировать выпады «адвоката дьявола»* можно при помощи биоакустики.

* В католической церкви при канонизации святых устраивается диспут между «адвокатом Бога», доказывающего святость, и «адвокатом дьявола», оспаривающего ее. В переносном смысле это скептик, вездливый оппонент.

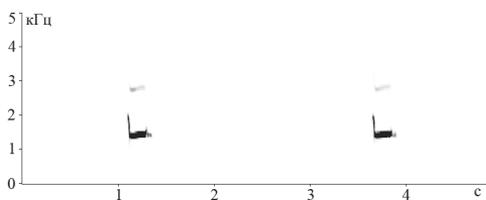


Рис. 10. Крики сплюшки. 5.05.2011 г., с. Богатырь, Запорожская обл.

Fig. 10. Calls of the Scops Owl.

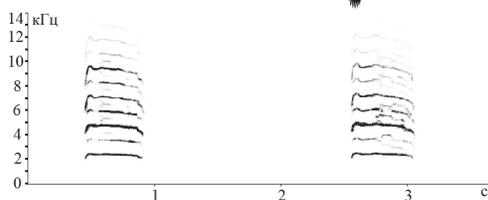


Рис. 11. Крики слетка ушастой совы. 22.06.2012 г., Польша (по Matusiak, 2012).

Fig. 11. Calls of the young Long-eared Owl.

Крик сплюшки более низкий и короткий, его можно охарактеризовать как «падающую капельку». У птенца ушастой совы крик более высокий и протяжный, он в большей степени «размыт» по времени и частоте. Эти отличия хорошо видны на сонограммах. Крик сплюшки – это компактный, четко очерченный прямоугольник с «палочкой» в начале, частота его примерно 1,3 кГц (рис. 10). У ушастой совы – «стопка» гармоник с базовой частотой около 2 кГц (рис. 11). Различия эти не зависят ни от географии, ни от возраста птенца (см., например, сонограммы на www.xeno-canto.org). Имея сонограмму даже весьма посредственного качества, спутать два этих звука невозможно.

Записать крик сплюшки несравненно проще, чем рассмотреть, а тем более сфотографировать, эту скрытную ночную птицу в кронах деревьев. В ночной тишине позывки очень хорошо слышны, и сделать это можно даже с расстояния в несколько сотен метров.

Северная бормотушка vs бледная пересмешка

27.05.1992 г. в Сумской области была встречена залетная северная бормотушка (*Hippolais caligata*). Поющий самец кормился в кронах (Кныш, Сыпко, 1993). Это сообщение было оспорено А.Н. Цвельхом (1996). По его мнению, это могла быть бледная пересмешка (*H. pallida*), склонная к дальним залетам к северу от гнездового ареала. При этом оппонент все свел к «визуальной регистрации» вида, объявив данные

«совершенно ненадежными», и полностью проигнорировал акустическую часть сообщения. А ведь Н.П. Кныш и А.В. Сыпко (1993) приводят описание песни встреченной птицы. И это описание песни бормотушки, но никак не бледной пересмешки: «Кормление постоянно прерывалось негромким торопливо журчащим щебетком (3–4 песни в минуту, продолжительность песни от 5 до 13 сек, в среднем – 8,7 сек), который можно передать как "куви-куви-куви-тру-тру-ру-трури-трури..."».

Бормотушка получила свое название за своеобразный характер песни. Это негромкий щебет, состоящий из отдельных фрагментов, четко разделенных паузами. У бледной пересмешки же песня не фрагментирована (Bergmann, Helb, 1982). Она состоит из сплошного громкого треска, чередующегося с повизгиванием. Назвать ее журчащим щебетом сложно.

Эти различия хорошо видны на сонограммах, легко их уловить и на слух (например, прослушав записи: Вепринцев и др., 2007). У бормотушки в песне преобладают гармоники (рис. 12), у бледной пересмешки – широкополосные шумовые звуки (рис. 13).

Как видим, помочь решить проблему может даже не звукозапись, а детальное словесное описание услышанной песни или позывки.

Зеленый дятел vs седой дятел

По вокализации зеленый (*Picus viridis*) и седой (*P. canus*) дятлы весьма схожи между собой. Брачный крик обоих видов

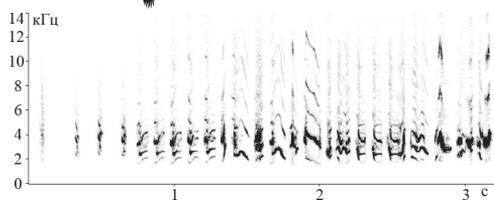


Рис. 12. Фрагмент песни северной бормотушки. Томская обл. (по Вепринцев и др., 2007).
Fig. 12. Fragment of song of the Booted Warbler.

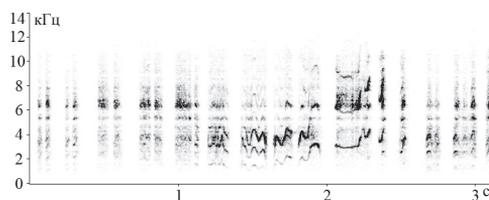


Рис. 13. Фрагмент песни бледной пересмешки. Дагестан (по Вепринцев и др., 2007).
Fig. 13. Fragment of song of the Olivaceous Warbler.

представляет собой трель, повторяющуюся с определенной периодичностью. У седого дятла эта трель короче и более мелодична, у зеленого крик более «насыщенный» и хрипловатый (Иванчев, 2005). Отличить эти два вида по голосу может только опытный орнитолог. Неопытному лучше сделать запись звука. Тем более что подтверждение регистрации вида не помешает в любом случае. Зеленый дятел стал в последнее время достаточно редким, он занесен в Красные книги многих стран Европы. Находки его сейчас представляют немалый интерес. В Украине зеленый дятел распространен весьма спорадично, в основном в северных и западных областях (Гаврись, 2009).

Сонограммы брачных криков этих двух видов отличаются очень хорошо (рис. 14, 15). В обоих случаях брачный крик – это серия гармоничных звуков, охватывающих широкий диапазон частот. У седого дятла ее продолжительность значительно меньше, чем у зеленого. Существенно различается

характер колебания частот. У седого дятла они изменяются плавно и в незначительной степени. Линии гармоник изогнуты слабо. У зеленого дятла происходит резкая частотная модуляция, гармоники сильно изогнуты. Причем у седого дятла гармоники различаются по силе звука, наибольшая она на базовой частоте около 2 кГц – резко выражена доминантная частота. На сонограмме эта линия заметно темнее других. На более высоких частотах также могут быть в большей степени выражены 1–2 гармоники. При записи с большого расстояния часть «слабых» гармоник может просто не фиксироваться. Так, в книге по голосам птиц Европы на сонограмме крика седого дятла есть только две основные гармоники на частотах 2 и 7 кГц (Bergmann, Helb, 1982). У зеленого дятла распределение силы звука по частотам более равномерно, диапазон частот шире. Благодаря этому крик седого дятла и кажется более мелодичным. Несмотря на индивидуальную и географическую изменчивость сигналов

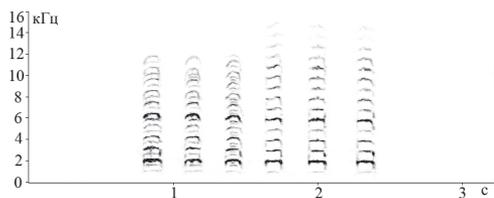


Рис. 14. Брачный крик седого дятла. 5.05. 2009 г., ур. Азовская Дача, Донецкая обл.
Fig. 14. Advertising-call of the Grey-faced Woodpecker.

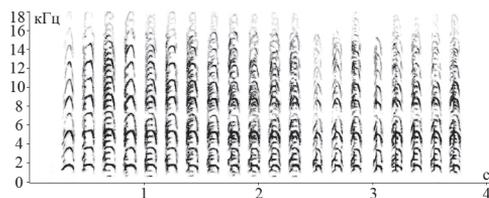


Рис. 15. Брачный крик зеленого дятла. 13.03. 2010 г., Польша (по Matusiak, 2010).
Fig. 15. Advertising-call of the Green Woodpecker.



этих птиц, общие закономерности сохраняются.

Определение дятлов по барабанной дробе

Определять дятлов можно не только по крикам, но и по барабанной дробе. У разных видов она отличается параметрами: продолжительность, количество, сила и частота ударов, интервал между дробями и т.п. При некотором опыте различать виды можно и на слух, но научиться этому гораздо проще, имея под рукой сонограммы. По ним можно легко определить характерные особенности.

Как показали специальные исследования барабанной дробе европейских дятлов, по ее временной структуре и другим параметрам возможно узнавание не только вида, пола, но и отдельных особей (Zabka, 1980).

Акустическими различиями удобно пользоваться и при учетах птиц в лесу. Записав дробь на диктофон, можно не терять время на высматривание дятла в кронах деревьев.

Отличительные черты дробе разных видов хорошо видны на схеме, составленной немецкими орнитологами по сонограммам (рис. 16). Представление об основных числовых характеристиках дает сравнительная таблица.

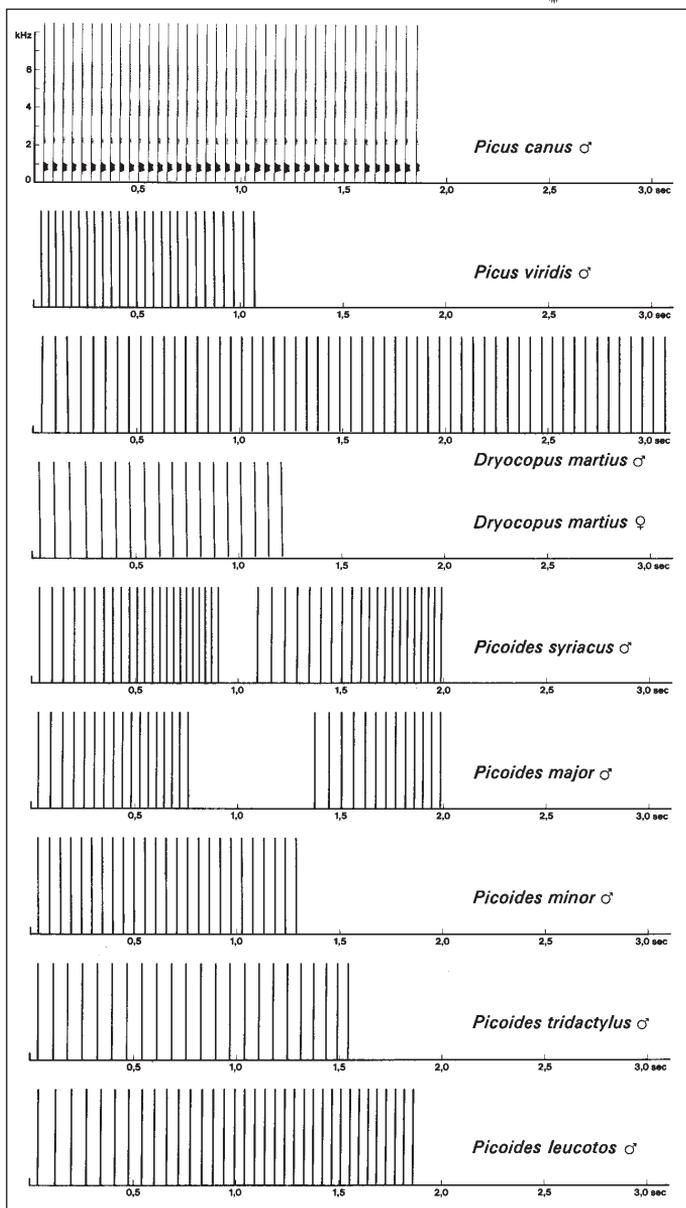


Рис. 16. Барабанная дробь 8 видов европейских дятлов (из Glutz von Blotzheim, Bauer, 1994).

Fig. 16. Drumming rolls of 8 species of European woodpeckers.

Важный отличительный признак – частота ударов. У одних видов она постоянна, у других изменяется. Причем изменяться может по-разному.



Основные числовые параметры барабанной дроби европейских дятлов (по Zabka, 1980)
Main numerical parameters of drumming rolls of European Woodpeckers

Вид	К-во особей	К-во дробей	Продолжительность, с	Число ударов
<i>Dendrocopos major</i>	33	104	0,556 ± 0,016	13,1 ± 0,3
<i>D. syriacus</i>	6	11	0,893 ± 0,045	21,6 ± 1,3
<i>D. leucotos</i>	4	17	1,644 ± 0,045	34,4 ± 1,1
<i>D. medius</i>	2	17	1,290 ± 0,034	23,0 ± 1,5
<i>D. minor</i>	13	40	1,193 ± 0,045	24,6 ± 0,9
<i>Picoides tridactylus</i>	6	9	1,341 ± 0,113	20,8 ± 1,3
<i>Dryocopus martius</i>	8	21	1,607 ± 0,110	29,2 ± 1,7
<i>Picus canus</i>	5	16	1,367 ± 0,072	26,4 ± 1,4
<i>P. viridis</i>	1	5	1,148 ± 0,125	25,8 ± 3,2

Примечание. Стандартные ошибки рассчитаны нами по приведенным автором значениям коэффициента вариации.

Самая короткая дробь у большого пестрого дятла (*Dendrocopos major*) – 0,5–0,7 с. Она состоит из 5–20 ударов, чаще всего 10–16 (рис. 17). Частота их постепенно ускоряется. В разгар брачного периода дробь повторяется 8–10 раз в минуту (Bergmann, Helb, 1982; Cramp, 1985; Бутьев, Фридман, 2005). У самки дробь еще короче, чем у самца: в среднем 10,2 удара за 0,443 с против 14,1 за 0,598 с (Zabka, 1980).

У сирийского дятла (*D. syriacus*) дробь немного длиннее, она состоит из 16–31 удара, повторяется 5–6 раз в минуту. Частота ускоряется, но не столь равномерно, как у большого пестрого дятла, первый удар часто заметно отделен от остальных (Bergmann, Helb, 1982; Cramp, 1985; Glutz von

Blotzheim, Bauer, 1994). Дробь самки существенно короче – в среднем 18,0 ударов, у самца – 27,5; частота ударов у него несколько выше (Ruge, 1970). Эти половые различия следует иметь в виду. Самку сирийского дятла по дроби легче спутать с самцом большого пестрого, чем двух самцов.

У белоспинного дятла (*D. leucotos*) дробь самая длинная из всех представителей рода, продолжительность ее более 1,5 с, она состоит из 30–40 ударов, частота их постепенно увеличивается к концу (рис. 18). Дробь обычно повторяется 3–4 раза в минуту (Winkler, Short, 1978; Bergmann, Helb, 1982; Winkler et al., 1995).

Дробь малого пестрого дятла (*D. minor*) несколько короче, ее продолжительность

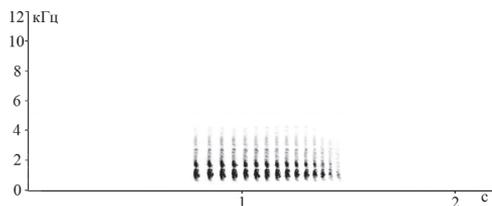


Рис. 17. Барабанная дробь большого пестрого дятла. 20.03.2004 г., Каневский заповедник.

Fig. 17. Drumming of the Great Spotted Woodpecker.

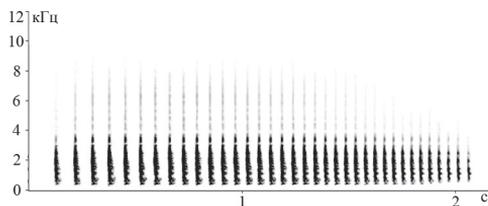


Рис. 18. Барабанная дробь белоспинного дятла. Белоруссия (по Вепринцев и др., 2007).

Fig. 18. Drumming of the White-backed Woodpecker.



1–1,5 с. Сила ударов небольшая, частота их не изменяется. Этот вид хорошо отличается от других дятлов по высокой частоте исполнения: птица барабанит до 14 и даже 19 раз в минуту (Bergmann, Helb, 1982; Cramp, 1985; Glutz von Blotzheim, Bauer, 1994). Средний интервал между началом двух дробей 5,6 с, у большого пестрого дятла он равен 11,8 с (Zabka, 1980).

Средний пестрый дятел (*D. medius*) барабанит очень редко. У него длинная дробь из 18–30 ударов. Частота их заметно меньше, чем у других пестрых дятлов, и она не изменяется (Zabka, 1980; Bergmann, Helb, 1982; Glutz von Blotzheim, Bauer, 1994). Благодаря характерному брачному крику определение вида не представляет проблем.

У трехпалого дятла (*Picoides tridactylus*) дробь также довольно длинная. Характерной особенностью этого вида является то, что частота ударов изменяется неравномерно. Вначале они идут с примерно одинаковыми интервалами, а последние (от 2 до 7) – с заметным ускорением (рис. 19). Дробь повторяется 4–6 раз в минуту (Zabka, 1980; Glutz von Blotzheim, Bauer, 1994).

Дробь желны (*Dryocopus martius*) легко узнать прежде всего по большой силе ударов. Весной в лесу ее можно услышать за пару километров. Дробь самца очень длинная с невысокой и равномерной частотой ударов. Продолжительность ее 1,5–3,3 с. Среднеевропейские дятлы барабанят 4 раза в минуту, финские – до 7. У самки дробь значительно короче и с еще меньшей частотой ударов (см. рис. 16) (Bergmann, Helb, 1982; Glutz von Blotzheim, Bauer, 1994).

Дробь седого дятла по продолжительности и частоте ударов близка к таковой у белоспинного и трехпалого дятлов. Отличить ее можно благодаря тому, что у седого дятла частота ударов не изменяется. Дробь состоит из 20–40 ударов, продолжительность ее 1–2 с. Самка барабанит очень редко, дробь у нее более короткая (Bergmann, Helb, 1982; Glutz von Blotzheim, Bauer, 1994; Winkler et al., 1995).

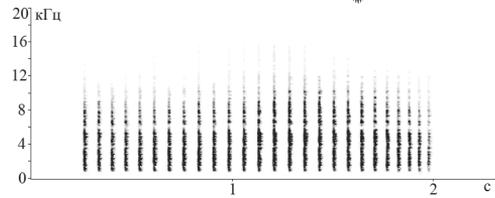


Рис. 19. Барабанная дробь трехпалого дятла. 1.06.2012 г., Норвегия (по Nilsen, 2012).
Fig. 19. Drumming of the Three-toed Woodpecker.

Зеленый дятел барабанит редко и нерегулярно. Дробь средней продолжительности с довольно высокой частотой ударов. Она может несколько уменьшаться к концу. Птицы барабанят 4–8 раз в минуту (Cramp, 1985; Glutz von Blotzheim, Bauer, 1994; Winkler et al., 1995). Зеленого дятла также несложно отличить от других видов со сходным характером дроби по брачным крикам.

Вообще крики стоит записывать для уверенного определения в сомнительных случаях. Дятлы в брачный период не относятся к молчаливым птицам.

Краснозобый конек vs луговой конек

Краснозобый конек (*Anthus cervina*) – тундровый вид, на большей части территории Евразии встречается только во время миграций. В брачном наряде его легко отличить от близких видов, но осенью это сделать непросто. При этом он держится в тех же биотопах, что и луговой конек (*A. pratensis*).

Различать этих птиц проще всего по позывкам. На сонограммах эти звуки выглядят совершенно по-разному (рис. 20а, 21а). Отличаются и крики тревоги: у лугового конька он двусложный (рис. 20б), у краснозобого – односложный (рис. 21б).

Определение видов-двойников

Виды-двойники, трудноразличимые морфологически, нередко легко узнаются по голосам. Классический пример – песни

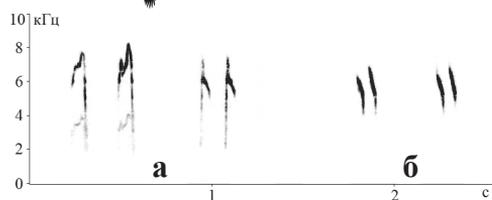


Рис. 20. Позывка (а) и крик тревоги (б) лугового конька. П-ов Канин (по Вепринцев и др., 2007).

Fig. 20. Call (а) and alarm-call (б) of the Meadow Pipit.

веснички (*Phylloscopus trochilus*) и теньковки (*P. collybita*). Точно так же погоньшкروشка (*Porzana pusilla*) и малый погоньш (*P. parva*) практически неразличимы в полевых условиях по внешнему виду, но имеют совершенно разные брачные крики. Можно привести немало и других подобных примеров.

С этим, однако, не все так просто. Любой метод имеет пределы своего применения. Сложности возникают с певчими птицами, имеющими богатый репертуар из разных типов песен, передаваемых из поколения в поколение через научение. В местах совместного обитания близкие виды могут заимствовать или имитировать песни друг друга. Так, обыкновенная (*Certhia familiaris*) и короткопалая (*C. brachydactyla*) пищухи хорошо узнаются и по песне, и по позывкам. Однако в зонах симпатрии отдельные птицы могут копировать или имитировать песни другого вида (Thielke, 1960, 1972, 1986; Clausen, Toft, 1988). Заимствование строф или их частей из песен близких видов известно и для других птиц: желтоголового (*Regulus regulus*) и красноглогового (*R. ignicapillus*) королюков (Becker, 1977), веснички (Gwinner, Dorka, 1965), мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*) (Löhr, 1955; Gelter, 1987), соловья (Lille, 1988) и т.д.

В таких ситуациях по записям отдельных песен с определением вида можно ошибиться. Чтобы с этим разобраться, нужен анализ всего песенного репертуара,

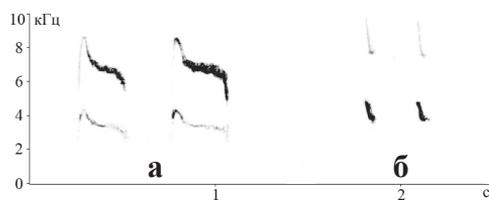


Рис. 21. Позывка (а) и крик тревоги (б) краснозобого конька. П-ов Ямал (по Вепринцев и др., 2007).

Fig. 21. Call (а) and alarm-call (б) of the Red-throated Pipit.

причем желательно не отдельных особей, а целой группировки птиц. Понятно, что это уже выходит за рамки обычных фаунистических исследований и требует определенного опыта и специальных знаний.

Для певчих птиц вообще стоит записывать не отдельные песни, а целые их серии, поскольку репертуар у многих видов весьма разнообразный. Кроме того, может понадобиться более глубокий анализ особенностей пения.

Для правильного определения вида может быть более важным не состав песни – «рисунок» отдельных ее частей, а особенности их построения и звучания – «синтаксис» песни (Schwager, Güttinger, 1984). Есть характерные черты, закрепленные генетически, и не зависящие от научения. Так, песни южного (*Luscinia megarhynchos*) и обыкновенного соловья, несмотря на заимствования, хорошо различаются темпом исполнения, длиной строф, особенностями их построения (Bergmann, Helb, 1982; Lille, 1988). Обыкновенный соловей поет более размеренно и неторопливо. Это хорошо видно на осциллограммах: за 20 с южный соловей исполняет четыре строфы (рис. 22), а обыкновенный – только две (рис. 23). Песня южного соловья проще по структуре (Симкин, 1990).

Песня мухоловки-пеструшки отличается более высоким темпом исполнения, чем у белошейки (*Ficedula albicollis*), а у той, в свою очередь, более высокие частоты (Gelter, 1987). Такие особенности позволя-

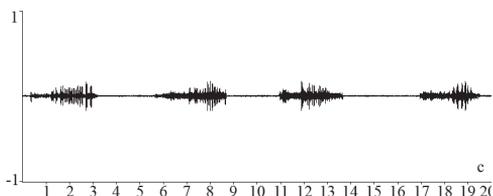


Рис. 22. Осциллограмма фрагмента песни южного соловья. 4.05.2011 г., Перекопский перешеек, АР Крым.

Fig. 22. Wave form of a fragment of song of the Nightingale.

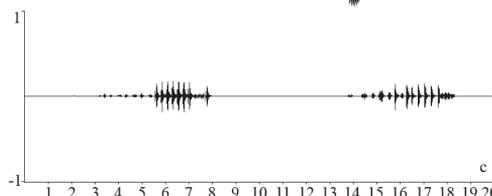


Рис. 23. Осциллограмма фрагмента песни обыкновенного соловья. 22.05.2011 г., окрестности Днепропетровска.

Fig. 23. Wave form of a fragment of song of the Thrush Nightingale.

ют точно определить вид, несмотря на заимствования.

* * *

Примеры можно множить. Есть работы об отличиях криков чайки-хохотуны (*Larus cachinnans*) от серебристой (*L. argentatus*) и других близких видов (Панов и др., 1991; Грабовский, 1992; Mierauskas, Greimas, 1992), о биоакустическом определении пола у свистящих уток (Володин и др., 2005; Volodin et al., 2009) и т.д. Однако, пора подводить черту. Все-таки эта статья – не учебник по биоакустике и не определитель птиц по голосам. Мы хотели лишь описать инструмент и показать его применение. Надеемся, что это будет способствовать более широкому использованию биоакустики нашими орнитологами.

ЛИТЕРАТУРА

Атамась Н.С., Кукшин А.А., Лопарев С.А. (2012): К вопросу о распространении и изменении численности гнездящихся видов сов в г. Киеве. - Хищные птицы в динамич. среде третьего тысячелетия: состояние и перспективы. Тр. VI Межд. конф. по соколообр. и совам Северной Евразии, г. Кривой Рог, 27–30 сентября 2012 г. 79-86.

Бутьев В.Т., Фридман В.С. (2005): Большой пестрый дятел. - Птицы России и сопредельных регионов. М.: КМК. 328-353.

Вепринцев Б.Н., Вепринцева О.Д., Рябицев В.К., Дмитриенок М.Г., Букреев С.А., Гашков С.И. (2007): Голоса птиц России. Часть 1. Европейская Россия, Урал и Западная Сибирь. Звуковой справочник-определитель. CD.

Вепринцев Б.Н., Марков В.И. (1965): Методика записи голосов птиц в полевых условиях. - Орнитология. М.: МГУ. 7: 353-364.

Володин И.А., Володина Е.В., Кленова А.В. (2005): Безошибочное определение пола по громким свистовым крикам у мономорфных белолицых свистящих уток *Dendrocygna viduata*. - Научные исследов. в зоол. парках. М. 16: 90-100.

Гавриленко В.С., Листопадский М.А., Полищук И.К., Думенко В.П. (2010): Конспект фауны хребетных Биосферного заповедника «Аскания-Нова» (з элементами популяционного анализа). Аскания-Нова. 1-117.

Гаврись Г.Г. (2009): Жовна зелена (дятел зеленый). - Червона книга України. Тваринний світ. Київ: Глобалконсалтинг. 472.

Грабовский В.И. (1992): Сравнительный анализ вокализации чает рода *Larus* в комплексе *argentatus – cachinnans – fuscus*. - Серебристая чайка: распространение, систематика, экология. Ставрополь. 11-14.

Иванчев (2005): Седой дятел. - Птицы России и сопредельных регионов. М.: КМК. 309-319.

Ильичев В.Д. (1971): Лекции по биоакустике. М.: МГУ. 1-91.

Ильичев В.Д. (1972): Биоакустика птиц. М.: МГУ. 1-288.

Кныш Н.П., Сыпко А.В. (1993): Залет бормотушки (*Hippolais caligata*) на северо-восток Украины. - Вестн. зоол. 4: 38.

Коблик Е.А., Редькин Я.А., Архипов В.Ю. (2006): Список птиц Российской Федерации. М.: КМК. 1-256.

Корбут В.В. (1995): Географическое распределение и структура сигнала «рюмение» зяблика (*Fringilla coelebs* L.) на северо-западе Восточной Европы. - Докл. Академии наук. 343 (5): 711-714.

Мальчевский А.С., Голованова Э.Н., Пукинский Ю.Б. (1976): Птицы перед микрофоном и фотоаппаратом. Л.: ЛГУ. 1-206.

Мухамедиев Т.Д., Никольский А.А. (1996): Биоакустические доказательства обитания серого сурка, *Marmota baibacina* Kastsch., 1899 (Sciuridae, Rodentia), в Западном Саяне (Саяно-Шушенский заповедник). - Бюл. МОИП. Отд. биол. 101 (3): 16-19.

Никольский А.А. (1976): Звуковой предупреждающий об опасности сигнал сурков (*Marmota*) как видовой признак. - Зоол. журн. 55 (8): 1214-1224.



- Новак Е. (2009): Ученые в вихре времени. Воспоминания об орнитологах, защитниках природы и других натуралистах. М.: КМК. 1-473.
- Панов Е.Н., Грабовский В.И., Зыкова Л.Ю. (1991): Биология гнездования, поведение и таксономия хохотуны *Larus cachinnans*. 3. Видоспецифичность коммуникативных сигналов. - Зоол. журн. 70 (3): 73-89.
- Симкин Г.Н. (1982): Актуальные проблемы изучения звукового общения птиц. - Орнитология. М.: МГУ. 17: 36-54.
- Симкин Г.Н. (1990): Певчие птицы. М.: Лесная промышленность. 1-399.
- Цвелья А.Н. (1996): О бледной пересмешке (*Hippolais pallida*) и бормотушке (*H. calligata*) в фауне Украины. - Праці Укр. орнітол. т-ва. 1: 36-39.
- Ahlén I., Ваагøе Н.И. (1999): Use of ultrasound detector for bat studies in Europe: experiences from field identification, surveys, and monitoring. - Acta Chiropterologica. 1 (2): 137-150.
- Baptista L.F. (1990): Dialectal variation in the rain-call of the Chaffinch (*Fringilla coelebs*). - Vogelwarte. 35 (4): 249-256.
- Becker P. (1977): Verhalten und Lautäußerungen der Zwillingart, interspezifische Territorialität und Habitatansprüche von Winter- und Sommergoldhähnchen (*Regulus regulus*, *R. ignicapillus*). - J. Orn. 118 (3): 233-260.
- Bergmann H.-H., Helb H.-W. (1982): Stimmen der Vögel Europas. München: BLV. 1-416.
- Catchpole C.K., Slater P.J.B. (2008): Bird Song: Biological Themes and Variations. 2nd ed. Cambridge Univ. Press. 1-335.
- Clausen P., Toft S. (1988): Mixed singers and imitation singers among Short-toed Treecreepers. - Brit. Birds. 81 (10): 496-503.
- Cramp S. (ed.) (1985): The Birds of the Western Palearctic. Oxford Univ. Press. 4: 1-960.
- Delpot W., Kemp A.C., Ferguson J.W.H. (2002): Vocal identification of individual African wood owls *Strix woodfordii*: a technique to monitor long-term adult turnover and residency. - Ibis. 144 (1): 30-39.
- Dragonetti M. (2007): Individuality in scops owl *Otus scops* vocalisations. - Bioacoustics. 16 (2): 147-172.
- Fox E.J.S., Roberts J.D., Bennamoun M. (2008): Call-independent individual identification in birds. - Bioacoustics. 18 (1): 51-67.
- Galeotti P., Pavan G. (1991): Individual recognition of male Tawny owls (*Strix aluco*) using spectrograms of their territorial calls. - Ethology, Ecology & Evolution. 3 (2): 113-126.
- Gelter H.P. (1987): Song differences between the Pied Flycatcher *Ficedula hypoleuca*, the Collared Flycatcher *F. albicollis*, and their hybrids. - Ornith. Scand. 18 (3): 205-215.
- Glutz von Blotzheim U.N., Bauer K.M. (Hrsg.) (1994): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Wiesbaden: AULA-Verlag. 9: 1-1148.
- Gwinner E., Dorka V. (1965): Beobachtungen an Zilpzalp-Fitis-Mischsängern. - Vogelwelt. 86 (3): 146-151.
- Hartwig S. (2005): Individual acoustic identification as a non-invasive conservation tool: an approach to the conservation of the African wild dog *Lycaon pictus* (Temminck, 1820). - Bioacoustics. 15 (1): 35-50.
- Lille R. (1988): Art- und Mischgesang von Nachtigall und Sprosser (*Luscinia megarhynchos*, *L. luscinia*). - J. Orn. 129 (2): 133-160.
- Löhrl H. (1955): Beziehungen zwischen Halsband- und Trauerfliegenschäpper (*Muscicapa albicollis* und *M. hypoleuca*) in demselben Brutgebiet. - Acta XI Intern. Orn. Congr. 334-336.
- Marler P., Slabbekoorn H. (Eds.) (2004): Nature's Music. The Science of Birdsong. Elsevier Academic Press (USA). 1-513.
- Matusiak J. (2010): XC45363. - Accessible at www.xeno-canto.org/45363.
- Matusiak J. (2012): XC104181. - Accessible at www.xeno-canto.org/104181.
- McGregor P.K., Byle P. (1992): Individually distinctive bittern booms: potential as a census tool. - Bioacoustics. 4 (2): 93-109.
- Mierauskas P., Greimas E. (1992): Intraspecific Variation in the Long Call of Herring Gull *Larus argentatus* in Eastern Baltic and Comparison with *Larus cachinnans*. - Bioacoustics. 4 (1): 69.
- Nilsen S.Ø. (2012): XC110735. - Accessible at www.xeno-canto.org/110735.
- Roché J.C. (1995): Die Vogelstimmen Europas auf 4 CDs. Stuttgart: Frankh-Kosmos Verlags GmbH & Co.
- Ruge K. (1970): Die Lautäußerungen des Blutspechts, *Dendrocopos syriacus*. Die Lautäußerungen der adulten Vögel. - J. Orn. 111 (3-4): 412-419.
- Schwager G., Güttinger H.R. (1984): Der Gesangsaufbau von Braunkehlchen (*Saxicola rubetra*) und Schwarzkehlchen (*S. torquata*) im Vergleich. - J. Orn. 125 (3): 261-278.
- Thielke G. (1960): Mischgesang der Baumläufer *Certhia brachydactyla* und *C. familiaris*. - J. Orn. 101 (3): 286-290.
- Thielke G. (1972): Waldbaumläufer (*Certhia familiaris*) ahmen artfremdes Signal nach und reagieren darauf. - J. Orn. 113 (3): 287-296.
- Thielke G. (1986): Constant proportions of mixed singers in tree creeper populations (*Certhia familiaris*). - Ethology. 72 (2): 154-164.
- Volodin I., Kaiser M., Matrosova V., Volodina E., Klenova A., Filatova O., Kholodova M. (2009): The technique of noninvasive distant sexing for four monomorphic *Dendrocygna* whistling duck species by their loud whistles. - Bioacoustics. 18 (3): 277-290.
- Winkler H., Christie D.A., Nurney D. (1995): Woodpeckers. A Guide to the Woodpeckers, Piculets and Wrynecks of the World. Pica Press. 1-406.
- Winkler H., Short L.L. (1978): A comparative analysis of acoustical signals in pied woodpeckers (*Aves, Picoides*). - Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 160: 1-109.
- Zabka H. (1980): Zur funktionellen Bedeutung der Instrumentallaute europäischer Spechte unter besonderer Berücksichtigung von *Dendrocopos major* (L.) und *D. minor*. - Mitt. zool. Mus. Berlin. 56. (Suppl.: Ann. Orn. 4): 51-76.