

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И ЭВОЛЮЦИИ
им. А.Н. Северцова
ТЕРИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО**

**ПОВЕДЕНИЕ
И ПОВЕДЕНЧЕСКАЯ
ЭКОЛОГИЯ
МЛЕКОПИТАЮЩИХ**

**МАТЕРИАЛЫ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(4-8 октября 2005 г., ЧЕРНОГОЛОВКА)**

**ТОВАРИЩЕСТВО НАУЧНЫХ ИЗДАНИЙ КМК
Москва • 2005**

Кодируют ли бифонические крики направление движения у красного волка (*Canis alpinus*)?

И.А. Володин¹, М.М. Нагайлик¹, Е.В. Володина²

¹ *Московский государственный университет,
Москва, Россия, volodinsvoc@mail.ru*

² *Московский зоопарк, Москва, Россия, zoosci@cdt.ru*

Бифонация — один из нелинейных феноменов в звуках млекопитающих, характерной особенностью которого является присутствие в спектре двух независимых основных частот (Володин и др., 2005). У красных волков бифонические крики могут составлять от 20 до 92% всех криков, используемых животными во время мирных внутригрупповых взаимодействий (Volodin, Volodina, 2002). Сложная структура бифонических звуков позволяет надежно кодировать индивидуальную принадлежность кричащего (Volodina et al., 2002). О других функциях бифонических звуков у наземных млекопитающих известно очень мало (Володин и др., 2005). Однако для обитающих в водной среде косаток *Orcinus orca* были получены данные, что более быстрое затухание высокочастотной по сравнению с низкочастотной составляющей бифонических звуков позволяет слушателю определять направление движения кричащего: когда он движется на слушателя, в его криках отношение энергии высоких частот к низким выше, чем при движении от слушателя (Miller, 2002). В этом исследовании мы тестируем гипотезу, что структура бифонических звуков красных волков облегчает для слушателя оценку направления движения по сравнению со звуками только с низкой частотой и ее гармониками.

Запись криков была проведена в Зоопитомнике Московского зоопарка от трех одиночных взрослых самцов красного волка с 15 по 25 января 2004 г. Животные содержались в одинаковых наружных сетчатых клетках 4 на 8 м, длинные стороны которых были общими для соседних клеток. Одиночное содержание способствует формированию у красных волков стереотипных пробежек по замкнутому циклу, по мар-

шрутам в виде кругов или восьмерок, которые сопровождаются регулярной вокальной активностью, аналогичной той, которая используется волками при мирных внутригрупповых взаимодействиях (Володин и др., 2001). Крики были записаны на магнитофон Sony-WM-D6C с динамическим микрофоном Tesla-AMD-411N и оцифрованы с частотой дискретизации 22 кГц. Поведение волков параллельно было записано на видеокамеру Sony-TRV-65E, во время записи наблюдатели располагались рядом друг с другом перед узкой фронтальной стороной клетки. Дистанция до животных менялась от 1 до 8 м.

Из всего массива было выбрано 16 непрерывных блоков записей с высокой вокальной активностью (по 5-6 от каждого животного) продолжительностью от 7 до 20 мин каждый. Используя видеозапись, мы разделили звуки на две группы: те, которые красные волки издавали при движении НА микрофон (в секторе $\pm 45^\circ$ от направления оси микрофона), и при движении ОТ микрофона (в секторе от 135° до 225° от оси микрофона). Звуки, изданные с других углов по отношению к микрофону, а также с наложениями звуков других животных или посторонних шумов были исключены из анализа. Издаваемые животными звуки были двух типов: содержащие только низкочастотную составляющую (вяки) и бифонические, содержащие одновременно высоко- и низкочастотную составляющую (писковьяки) (Володин и др., 2001). Всего в анализ было включено ИЗО звуков; из них 800 звуков НА (542 вяка и 258 писковьяков) и 330 звуков ОТ (298 вяков и 32 писковьяка).

В отобранных звуках были отфильтрованы все частоты ниже 500 Гц. В центральной части каждого звука был выбран отрезок стандартной длины в 20,3 мс, что составляло примерно 20-25% длительности цельного звука (Володин и др., 2001). Для этих отрезков с использованием программы Avisoft SASLab Pro v. 4.3 были рассчитаны суммарные энергетические спектры с длиной Быстрого Преобразования Фурье (FFT) 256 точек, перекрытием по частотной оси (frame) 50% и окном Хемминга. Это дало спектр с 128 последовательными фильтрами с шагом в 86,13 Гц между ними. Каждый фильтр показывал относительную величину энергии (в мВ) в узкой полосе частот измеряемого отрезка звука. Сумма значений 53 фильтров (с 516,8 по 4995,7 Гц) соответствовала энергии в низкой части спектра звука, а сумма значений 69 фильтров (с 5081,8 по 10938,9 Гц) соответствовала энергии в высокой части спектра звука. Это позволило рассчитать отношение энергии в высокой

части спектра к энергии в низкой части спектра (E_h/E_l) для каждого звука.

Вне зависимости от структуры звуков, величина E_h/E_l была достоверно выше при движении НА микрофон, чем при движении ОТ него (тест Вилкоксона, $n=16$, $T=19$, $p<0,05$). Аналогичные различия были получены как для писковяков, так и для вяков — в обоих случаях при движении НА микрофон величина E_h/E_l была достоверно выше, чем при движении ОТ него (тест Вилкоксона, $n=9$, $T=0$, $p<0,01$, и $n=15$, $T=13$, $p<0,01$ соответственно). Сравнение величин E_h/E_l в криках каждого из трех животных показало, что имеются значительные индивидуальные различия как в использовании криков разной структуры, так и в кодировании информации о направлении движения. Два волка в основном издавали вяки, причем величина E_h/E_l в криках НА была достоверно выше чем в криках ОТ только у одного из них (тест Манн-Уитни, $n_1=90$, $n_2=105$, $U=2690$, $p<0,001$), у второго эти величины практически совпадали ($n_1=240$, $n_2=143$, $U=16854$, $p=0,77$). Количество писковяков от этих животных было недостаточным для анализа. Третий волк кричал как вяки, так и писковяки, и в обоих типах криков величина E_h/E_l была достоверно выше при движении НА микрофон, чем при движении ОТ него ($n_1=212$, $n_2=50$, $U=3291$, $p<0,001$ для вяков, и $n_1=219$, $n_2=26$, $U=1831$, $p<0,01$ для писковяков).

Таким образом, структурные особенности как бифонических писковяков, так и вяков, содержащих только низкочастотную составляющую с ее гармониками, позволяют красным волкам кодировать направление перемещения кричащего животного. Одновременно обнаружены ярко выраженные индивидуальные различия в кодировании информации о направлении движения в структуре криков. Напрямую эти различия не были связаны с использованием криков с одной или двумя основными частотами, однако возможность кодирования информации о направлении движения полностью отсутствовала у одного из двух волков, которые почти не издавали бифонических писковяков. В целом, наши данные свидетельствуют, что высокочастотная составляющая бифонических криков красных волков не обязательна для кодирования информации о направлении движения кричащего, однако она «активно включается» в этот процесс в тех случаях, когда она присутствует в криках.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 03-04-48919).