

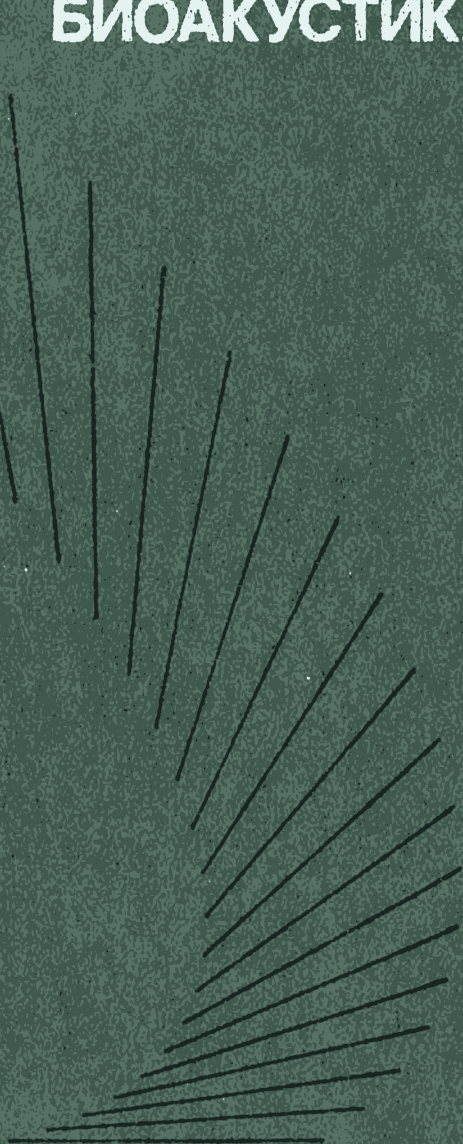


ЗНАНИЕ

БИБЛИОТЕКА

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ БИОАКУСТИКА

Владимир Морозов



БИБЛИОТЕКА ЗНАНИЕ



Владимир Морозов

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ БИОАКУСТИКА

*Издание 2-е,
дополненное,
переработанное*

Издательство
«Знание»
Москва 1987

ББК 28.071

М80

Автор: В. П. МОРОЗОВ, профессор, доктор биологических наук, заведует лабораторией биоакустики Института эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова АН СССР. Автор около 180 научных трудов и научно-популярных статей и книг, посвященных изучению голоса и слуха человека и животных.

Рецензенты: Н. А. Дубровский — доктор физико-математических наук; А. Г. Томилин — доктор биологических наук.

Предисловие академика *Е. М. Кренца*.

Морозов В. П.
М80 Занимательная биоакустика. Изд. 2-е, доп., перераб.— М.: Знание, 1987.— 208 с. + 32 с. вкл.
95 к. 100 000 экз.

Вековая мечта человека — научиться понимать язык животных. Сегодня эту сказочную задачу решает биоакустика — наука о звуковом общении живых существ.

«Говорящие» птицы, загадки слуха и голоса дельфина, поющие рыбы Амазонки, язык волков, разговор человека с обезьяной, наконец, язык эмоций самого «царя природы» — человека — эти и множество других любопытных, порой удивительных фактов, открытых недавно учеными-биоакустиками, рассматривает автор. В книге говорится, как человек использует знание языка животных для управления их поведением.

Книга иллюстрирована. На Всесоюзном конкурсе на лучшие научно-популярные произведения серии «Наука и прогресс» в 1981—1982 гг. была удостоена премии.

Для широкого круга читателей.

М 2001040000—072
073(02)—87 35—87

ББК 28.071

© Издательство «Знание», 1987 г.

Содержание

Предисловие 6

От автора 8

Глава 1. «ЗВЕРИ РАЗГОВАРИВАЮТ» 11

Язык животных 12. Рождение новой науки 17. Как изучают язык животных 20. Приборы, позволяющие видеть голос 23. Рыбы «разговоры» 26. Когда голос — разведчик и поводыр 30. О чем жужжит пчела?.. 36. О чем воют волки? 42. Рекс не говорит, но... все понимает 46. Обезьяна разговаривает с человеком 49. Звери-меломаны 54

Глава 2. ПЕРНАТЫЕ ПЕВЦЫ 60

Птицы и музыка. Лечение пением птиц 60. Их молчаливые предки 63. Тайна птичьей голосистости 66. «Я пою — следовательно, существую» 70. Родители и птенцы 76. Соловьиные консерватории 79. Говорящие птицы 82. Попка не дурак! 85. Как сова «видит ушами» 89. Загадки глухаринной глухоты 94. Птицы с «плачущими» головами 97. Птицы-эолокаторы 100. Акустические пугала для вредителей полей 103. Птицы и самолеты 106

Глава 3. ЭТОТ УДИВИТЕЛЬНЫЙ ДЕЛЬФИН 110

Дельфин — загадка природы 110. Они поют, слушают и «разговаривают» 117. Они «говорят по телефону» 121. Они понимают друг друга 124. Их язык — это язык эмоций 127. Они слышат неслышимые звуки 131. Они «видят» ушами 133. Они измеряют расстояния на слух 136. Им не мешает сильный шум 140. У них два типа уха 143. У них есть чему поучиться нам 145

Глава 4. ЯЗЫК, ПОНЯТНЫЙ ВСЕМ НА ЗЕМЛЕ 150

Чудесный дар природы 152. Язык наших далеких предков 154. Голос как искусство 155. Феноменальные голоса 159. Громобой и микрофон 162. «Пение... без пения» и другие курьезы моды 164. «Ваш голос висит на кончике носа...» 167. Акустический алфавит языка эмоций 173. Язык, понятный всем на Земле 177. Робот и эмоции 180. Измерение эмоций 183. Эмоциональный слух человека 186

Заключение. ЯЗЫК ЭМОЦИЙ И ЭВОЛЮЦИЯ РЕЧИ 190

Был ли промежуточный этап? 191. Любопытная история языка эмоций 193. Рациональный и эмоциональный мозг 197. От теории к практике 199

Литература 202

Предисловие

Представляя эту книгу читателям, хочу поделиться своим мнением об авторе и его научной работе.

Я знаю В. П. Морозова давно, сначала как талантливого исследователя речи и голоса человека, чем он занимается еще с 50-х годов, а потом как специалиста по биоакустике дельфинов. Я рад, что мне удалось в 1967 г. заинтересовать В. П. Морозова изучением биоакустики дельфинов — областью науки, в которой он был новатором в нашей стране и сделал интересные открытия. В последние годы ему удалось творчески синтезировать итоги изучения биоакустики животных с биоакустикой голоса человека и даже с изучением голоса певцов.

Между этими областями, казалось бы, лежит «дистанция огромного размера». Однако соединительным ключом здесь, удачно найденным В. П. Морозовым, оказался язык эмоций: и человек, и высшие животные используют свой голос для выражения различных эмоциональных состояний, разумеется, каждый по-своему и в меру развитости своей высшей нервной деятельности. Именно эта идея и выражена в подзаголовке «Рассказы о языке эмоций в мире животных и человека».

В настоящее время профессор В. П. Морозов возглавляет лабораторию биоакустики. Его отличает большая увлеченность своим делом, он умеет совместить четкие аналитические исследования биоакустических процессов с мастерским, живым литературным изложением своих идей и наблюдений.

В предлагаемой книге В. П. Морозов не только обобщил свои собственные исследования о языке эмоций животных и человека, но приводит много интересных результатов работ своих коллег-биоакустиков и, конечно же, наших отечественных ученых: Н. А. Дубровского (дельфины), В. Д. Ильичева (птицы), В. Р. Протасова (рыбы) и многих других. Это несомненная заслуга автора, так как понятие достижения отечественной науки в этой области столь же велики, как мало известны широким кругам читателей.

В «Занимательной биоакустике» В. П. Морозов охватывает огромный материал. Кроме человека, здесь дельфины и рыбы, насекомые и птицы, летучие мыши, волки и обезьяны. Естественно,

в популярной книге автор не ставит перед собой задачи строгого детального описания «языка» каждого вида. Подчас это короткие заметки (рассказы), скорее художественного, нежели исследовательского характера. Однако везде автор стремится дать им научное толкование. Вывод, который напрашивается при прочтении книги, таков: поведение и умственные способности наших «братьев меньших» — животных, стоящих на более низких ступенях эволюционного развития, — значительно сложнее и интереснее, чем мы привыкли думать о них. Книга открывает новую страницу в изучении эволюции живого — сравнительную оценку способов звукового общения разных представителей животного мира, включая человека. Бесспорную ценность книге придает стремление автора рассказать и о практическом использовании достижений биоакустики в народном хозяйстве. Но главное для В. П. Морозова, как он справедливо пишет в своей книге, — это не решить проблемы а привлечь к ним интерес читателя. «Занимательная биоакустика» вполне отвечает этим целям. Прочтя книгу, я убедился, что автору хорошо удается сочетать термин «занимательная» с отсутствием всякой вульгаризации и упрощенчества. Это хороший пример того, как о сложных научных проблемах можно писать просто, увлекательно и вместе с тем научно. Читатель получит отличную книгу.

Е. М. КРЕПС, академик

От автора

Автор задался целью рассказать широким кругам читателей о достижениях молодой быстро развивающейся науки — биоакустики, область которой — изучение роли звука как средства передачи информации в мире живых существ. Открытия ученых-биоакустиков последних лет изобилуют множеством любопытных фактов, порой удивительных, естественно, вызывающих интерес у массового читателя и слушателя, в чем автор мог, в частности, убедиться, читая в течение многих лет научно-популярные лекции по биоакустике как в Центральной лектории общества «Знание», так и в различных специальных аудиториях. Достаточно указать на такие темы, как «язык животных», «говорящие» птицы, описание доистинне сказочных возможностей эхолокатора животных, «диалог» человека с обезьяной, носящий характер явно языкового общения, «происхождение речи» и эмоционально-выразительные свойства голоса самого человека и многие другие интереснейшие в научном и познавательном отношении разделы биоакустики. Будучи биоакустиком, автор использует при написании книги материалы как собственных научных исследований, так и исследований своих коллег из числа авторитетных советских ученых: В. Е. Соколова, Н. А. Дубровского, Е. В. Романенко, В. Д. Ильичева, В. М. Бельковича, А. С. Мальчевского, В. Р. Протасова, Е. В. Шншковой, Г. В. Гершуни, А. И. Константинова, Е. К. Еськова и многих других. В книге также использованы труды многих иностранных ученых: К. Норриса, С. Джонсона, У. Эванса, Ф. Вуда, Д. Гриффины, Р. Хайнда, Дж. Хаксли, Л. Коха, Н. Тинбергена, А. Гарднера, Ф. Г. Паттерсон и других.

Особое внимание уделяется популяризации достижений советской науки и трудов советских ученых-биоакустиков. В последние годы зарубежная печать отводит много места популяризации биоакустических исследований. У нас в стране издано на эти темы значительное число научных работ, однако в популярном изложении известно очень мало книг, да и те касаются лишь отдельных немногих видов животных. Предлагаемая книга задумана как обзор наиболее интересных сведений о голосах животных многих видов, стоящих на разных уровнях эволюционного развития: рыб, насекомых, птиц,

грызунов, летучих мышей, дельфинов, усатых китов, волков, обезьян. Автор, однако, не преследовал цели дать строгое научное описание голосовых средств животных, а в соответствии с основной идеей книги стремился сделать ее интересной и привлекательной для широких кругов читателей-неспециалистов. Основная цель книги — не решить проблему, а привлечь к ней внимание. В этой связи в книге широко использованы также материалы популярной периодической печати, сообщающей о занимательных случаях поведения животных.

Обладателям наиболее развитой звуковой системы — птицам, дельфинам и человеку, естественно, в книге уделено больше места. Последняя глава посвящена интересным и малоизученным свойствам голоса самого «царя природы» — человека, которого академик Л. А. Орбели назвал «венцом эволюционного развития». Разумеется, человек стоит на качественно иной, наивысшей ступени эволюционного развития по сравнению со всеми своими «братьями меньшими» как по развитости функции мозга, так и по звуковой коммуникации (речь, абстрактное мышление, вторая сигнальная система). В то же время голосу человека свойственны некоторые эволюционно древние черты, в известной мере общие с голосовой функцией высших животных. Это так называемые экстралингвистические свойства голоса, которые обуславливают передачу слушающему информации, в частности и об эмоциональном состоянии человека. На общность этих эмоционально-выразительных свойств голоса у человека и высших животных указывал еще Ч. Дарвин. Как известно, считается, что свойства эти послужили основой для возникновения у человека современной звуковой речи в процессе эволюции.

В книге приводятся наиболее интересные результаты биоакустических исследований эмоционально-выразительных свойств голоса человека, которые начались лишь в самое недавнее время (в 1974 и 1978 годах в Ленинграде состоялись два первых всесоюзных симпозиума, посвященных этой проблеме), а также ряд любопытных практических выводов из этих исследований (определение эмоционального состояния человека по звуку его голоса, голос и речь как искусство, проблема «эмоционализации» речи робота и т. п.). Но задача книги состоит не только в том, чтобы позабавить читателя многими любопытными для неспециалистов сведениями из области биоакустики. Основная ее цель состоит в том, чтобы на примере интересных фактов показать, как новая наука служит человеку, какую прак-

тическую пользу уже дает и сулит дать в будущем использование достижений биоакустики в народном хозяйстве (использование знаний о языке животных в целях управления их поведением, применение акустических аттрактантов в промысловом лове рыбы, акустических репеллентов для отпугивания птиц с аэродромов, сельскохозяйственных угодий и т. п., борьба с вредными насекомыми, использование знаний о биоэхолокаторе дельфина и летучей мыши в бионических целях, то есть для построения таких сложных и нужных приборов, как эхолот, рыболокатор, «акустические очки» или «акустический посох» для слепых и т. д.).

Таким образом, под названием «Занимательная биоакустика» автор старался объединить широкий круг наиболее интересных для массового читателя сведений, добытых современной отечественной и зарубежной биоакустической наукой, причем сведений не только познавательного, но и практически полезного характера.

В целях наглядности книга иллюстрирована рисунками, как оригинальными авторскими, так и заимствованными из различных отечественных и зарубежных литературных источников. Список литературы, приведенной в конце книги, естественно, ограничен рамками популярного издания. Попытка привести полный список превратила бы книгу в научный обзор, имеющий иные цели.

По этой же причине в книге названы имена отнюдь не всех авторитетных советских и зарубежных ученых-биоакустиков, внесших значительный вклад в ее развитие, а лишь некоторых представителей наиболее развитых научных направлений.

Автор выражает искреннюю признательность академику Е. М. Крепсу, доктору биологических наук профессору А. Г. Томилипу, доктору физико-математических наук профессору Н. А. Дубровскому за ценные советы и помощь при подготовке книги к изданию.

Глава 1 Звери

« разговаривают »

Постижение языка животных — это древняя, как само человечество, мечта...

К. Фабри

Задача сохранения животных... требует их понимания.

Н. Тибберген

В сказках звери разговаривают. Вспомним хотя бы «Маугли» Р. Киплинга. В сказках и сам человек понимает язык зверей и ведет с ними разговоры. В этом проявляется вековая мечта человека — научиться понимать язык животных.

Причины этих мечтаний понятны: слишком тесно соприкасается человек со зверем в течение миллионов лет, слишком велика была его зависимость от окружающих животных; ведь животные — это вкусная и питательная еда, это одежда и всевозможные предметы обихода, наконец, животные — это и смертельные враги.

Выследить и добыть зверя на охоте, избежать его смертоносных клыков, сделать из зверей помощников, приручив их, — все это требовало глубокого и тонкого понимания поведения животных и, в частности, особенностей их звуковой сигнализации.

Сегодня, когда цивилизация все больше и больше отделяет нас от живой природы, когда «все меньше становится природы, а все больше окружающей среды», мы как-то особенно начинаем ощущать ее недостаток, стремимся к изучению и пониманию законов живого.

А между тем Красная книга природы продолжает заполняться.

Давно уже нет стеллеровой коровы, многих видов птиц, на грани исчезновения находятся бизоны и многие другие виды зверей. Поэтому естественно наше желание

предотвратить роковое исчезновение видов животных, сохранить их для себя и будущих поколений. Но как справедливо пишет известный натуралист-этолог Нико Тинберген: «Задача сохранения животных... требует их понимания». И добавим — понимания их языка.

Язык животных

Итак, в сказках звери разговаривают. А как происходит дело в действительности? У всех животных есть голоса, и подчас довольно разнообразные. Способны ли они общаться друг с другом при помощи этих голосов, передавать друг другу какую-либо информацию? Если да, то что могут звери «сказать» друг другу? Что они думают о себе, об окружающем мире, о нас, людях? Да и думают ли они в том смысле, как мы понимаем это слово?

Все эти вопросы оказались в центре внимания современной биологической науки и одного из интереснейших ее разделов — биоакустики, изучающей звуковой язык животных.

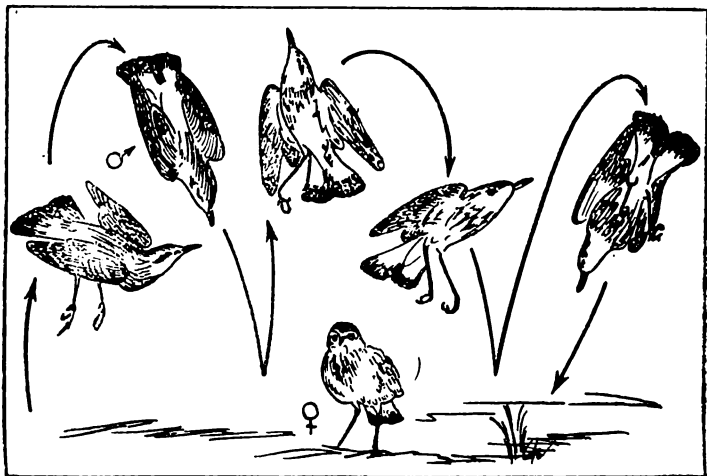


Рис. 1. Типичный пример языка телодвижений — брачный танец самца каменки-плясуньи около своей самки.

Самец обозначен знаком ♂, самка — знаком ♀ (по Е. Н. Панову, 1970)

Термин «язык животных» биологи долгое время писали в кавычках, подчеркивая тем самым условность и «неофициальность» этого термина. Однако после известных работ Дж. Хаксли, Л. Коха, Дж. Лилли, Р. Бюсне-ля, В. Р. Протасова, В. Д. Ильичева, Л. А. Фирсова, Л. В. Крушинского и многих других отечественных и зарубежных исследователей мы не стесняемся писать «язык животных» уже без кавычек, признавая правомерность этого понятия для обозначения способности зверей общаться друг с другом.

Язык животных — сложное понятие и не ограничивается только звуковым каналом связи. Так, важную роль в обмене информацией между животными играет язык поз и телодвижений. Оскаленная зубастая пасть, вздыбленная шерсть, выпущенные когти — достаточно выразительные свидетельства намерения животного драться. Ритуальный, брачный танец журавля — сложная система поз и телодвижений, передающая партнеру информацию совсем иного рода.

В языке поз и телодвижений животных огромную роль играют хвост и уши. Их многочисленные характерные положения свидетельствуют уже о более тонких оттенках настроений и намерений хозяина, значение кото-

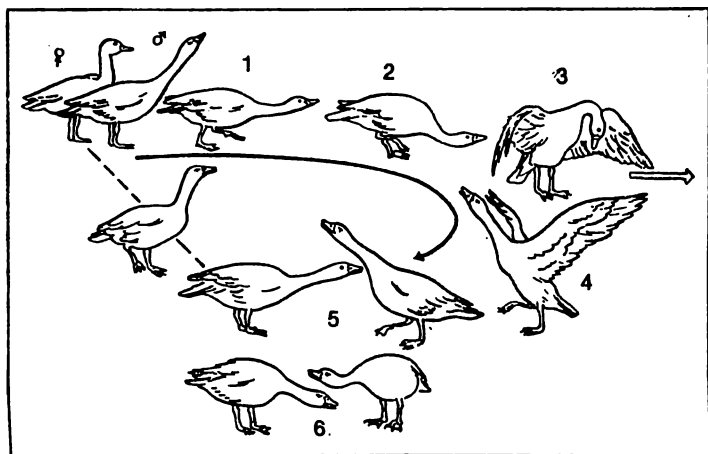


Рис. 2. Триумфальная церемония нападения на действительного или мнимого противника у серого гуся включает

как важный элемент характерные голосовые сигналы — гоготанье (по Р. Хайнду, 1975)

рых не так ясно для постороннего глаза человека-наблюдателя, хотя прекрасно понимается сородичами животного.

Важнейшим элементом языка зверей является язык запахов. Чтобы убедиться в этом, достаточно понаблюдать за выведенной на прогулку собачкой: с каким сосредоточенным вниманием и тщательностью обнюхивает она все места с метками, оставленными другими собаками, и оставляет свои метки. У многих животных существуют специальные запаховые железы, выделяющие специфическое для данного вида сильно пахнущее вещество, следы которого животное оставляет на местах своего пребывания и тем самым как бы метит границы своей территории. Муравьи, дружно бегущие бесконечной цепочкой по узенькой муравьиной тропинке, ориен-

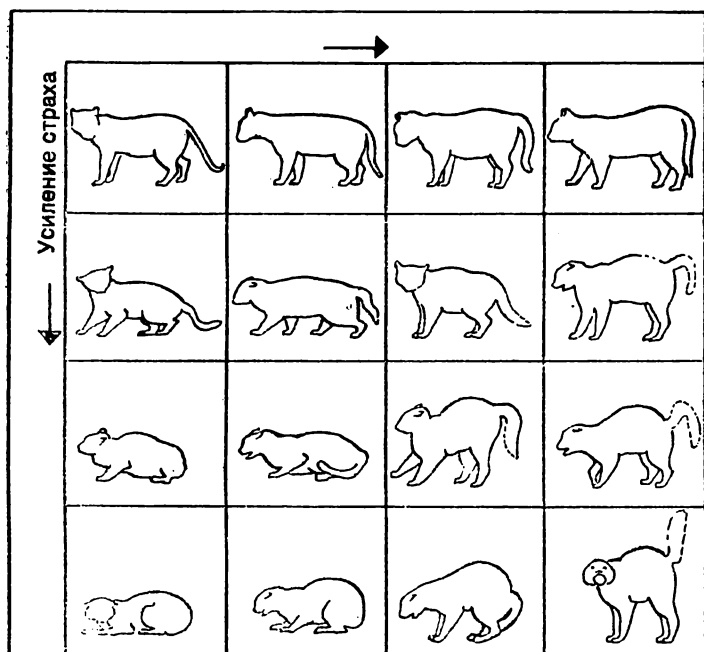


Рис. 3. Весьма выразительны у животного хвост и уши: например, у кошки эти части тела принимают характерные положения при выражении

различных оттенков угрозы и страха. Стрелки указывают на усиление эмоциональных состояний животного (по Р. Хайнду, 1975)

тируются по запаху, оставляемому на земле впереди идущими особями.

Наконец, звуковой язык имеет для животных совершенно особое значение. Для того чтобы получить информацию при помощи языка поз и телодвижений, животные должны видеть друг друга. Язык запахов предполагает, что животное находится поблизости от того места, где находится или побывал другой зверь. Преимущество языка звуков состоит в том, что он позволяет зверям общаться, не видя друг друга, например в полной темноте и на далеком (подчас очень далеко!) расстоянии. Трубный глас оленя, ищущего себе самку и вызывающего на бой соперника, разносится на многие километры. Две маленькие птички, обитающие в густых зарослях, прекрасно общаются между собой при помощи звуков, совершенно не видя друг друга.

Важнейшей особенностью языка животных является его эмоциональный характер. Алфавит этого языка включает возгласы типа: «Внимание!», «Осторожно, опасность!», «Спасайся, кто может!», «Поберегись!», «Убирайся прочь!» и т. п. В этом мы сможем убедиться, рассматривая значение звуковых сигналов разных животных (рис. 4).

Другая важная черта языка животных — это зависимость алфавита сигналов от ситуации. У многих животных, как мы сможем убедиться, в алфавите имеется всего лишь десяток-другой звуковых сигналов. Например, у американского желтобрюхого сурка их всего восемь. Но при помощи этих сигналов сурки, разумеется, сообщают друг другу информацию значительно большего объема, чем сведения о восьми возможных ситуациях, поскольку каждый сигнал в разных ситуациях будет говорить соответственно о разном. Если перевести один из таких сурочьих сигналов на человеческий язык, то этот перевод, как удачно пишет Е. Н. Панов, будет звучать примерно так: «Скорее всего, что то-то, чаще всего то-то, но может быть то-то и то-то, а иногда еще и то-то», то есть смысловое значение большинства сигналов животных носит вероятностный характер в зависимости от ситуации.

Любопытно (и весьма важно!), что здесь мы наблюдаем сходство языка животных с языком эмоций человека: ведь значение, например, возгласа «Ах!» мы пони-

маем только по ситуации. А что для нас означает плач ребенка или его смех? Это мы тоже выясняем по ситуации.

Наряду с этим сигналы животных и очень конкретны, то есть сигнализируют сородичам о чем-то определенном. Так, животные различают друг друга по голосу, самка узнает самца, детенышей, а те, в свою очередь, прекрасно различают голоса родителей.

Таким образом, в отличие от речи человека, обладающей свойством передавать информацию не только конкретного, но и абстрактного характера, язык живот-

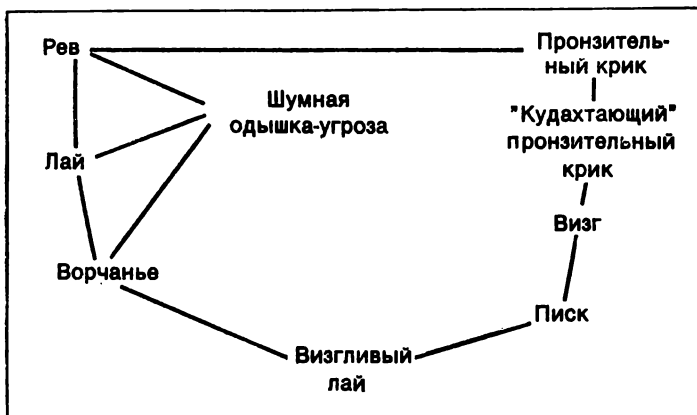


Рис. 4. Типичные крики, издаваемые макаками-резусами в различных эмоциональных состояниях. Линиями соединены те виды сигналов, между которыми были обнаружены звуки промежуточного характера. Указанные звуки издаются в следующих ситуациях: рев издает уверенная в себе обезьяна, угрожающая другой, более низкого ранга; шумная одышка-угроза — сигнал, издаваемый менее уверенным животным, желающим во время нападения заручиться поддержкой других членов группы; лай обычно издается при угрозе, когда обезьяна недостаточно агрессивна, чтобы напасть на животное, которому

угрожает; ворчание издает слегка встревоженное животное, визгливый лай — видовой крик тревоги — в естественных условиях издается, вероятно, при виде хищника; пронзительный крик очень характерен, звучит сначала на очень высокой ноте, затем резко обрывается, издается животным, которому угрожает животное высокого ранга; «кудахтающий» крик издает животное, когда ему угрожает сородич; визг издает побежденное животное, испуганное во время драки; писк издает защищающееся во время драки животное, силы которого на исходе (по Р. Хайнду, 1975)

ных всегда конкретен, то есть сигнализирует о конкретной обстановке или состоянии животного.

В этом состоит принципиальное отличие языка животных от речи человека, свойства которой предопределены развитым мозгом человека и его способностями к абстрактному мышлению.

Ну а могут ли все-таки звери подражать человеческому голосу? Оказывается, могут! Сенсацию недавно произвел тюлень по кличке Гувер, живущий в аквариуме американского г. Бостона. Посетителей он встречает дружеским приветствием: «Хау ду ю ду?» («Как поживаете?»). Голос у Гувера — глубокий бас. Представляясь посетителям, он называет свое имя.

Но не успевают растроганные гости прийти в себя от умиления, как Гувер, свирепо выкатив глаза и растопырив усы, может огоршить их окриком: «Смывайся отсюда!» По мнению зоологов, Гувер — первое в мире говорящее млекопитающее. Попытки подражать человеческой речи он начал на седьмом году жизни в аквариуме, а на десятом году достиг совершенства. Правда, пока что Гувер имитирует ограниченное число слов. Тем не менее уникальный «талант» его звукоподражания, как говорится, налицо.

Рождение новой науки

Вряд ли на свете найдется много наук, которые могли бы похвастаться своим днем и местом рождения. Возникновение, например, медицины теряется в глубине веков. Отцом русской физиологии мы считаем И. М. Сеченова, творившего в середине прошлого века. Но мы не можем указать точную дату возникновения физиологии как науки, поскольку ее возникновение тесно связано с медициной, с именами таких ученых далекого прошлого, как Гален, Авиценна, Гиппократ и др. То же с акустикой — она развивалась трудами многих ученых разных стран, пока не приобрела права официальной науки.

Другое дело — биоакустика. Мы можем точно сказать, что она родилась в 1956 году в Пенсильвании (США), именно там, на I Биоакустическом конгрессе, куда съехались ученые разных стран, и был выдан официальный паспорт новой науке. Ей было поручено изучать всевозможные существующие в природе способы

звуковой связи между живыми существами, механизмы образования и восприятия у них звуков, а также принципы кодирования и декодирования передаваемой информации в живых биоакустических системах. Биоакустика интересует и объединяет не только зоологов и инженеров-акустиков, но также и физиологов, психологов, лингвистов, математиков, инженеров-конструкторов, биоников и многих других специалистов.

Крупные научные центры по биоакустике сложились в нашей стране в Институте эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР и Акустическом институте им. Н. И. Андреева АН СССР (Москва), в Институте физиологии им. И. П. Павлова и Институте эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова АН СССР (Ленинград), в Московском и Ленинградском университетах, на Карадагской биостанции Института биологии южных морей АН УССР, а также в ряде зарубежных стран: США, Японии, Англии, Франции, Германии.

Свои «капиталы» каждая наука, как известно, хранит в виде научных трудов, напечатанных и находящихся в библиотеках, а также в виде различных вещественных экспонатов типа коллекций минералов, гербариев и т. п. Особенность биоакустики в том, что она коллек-

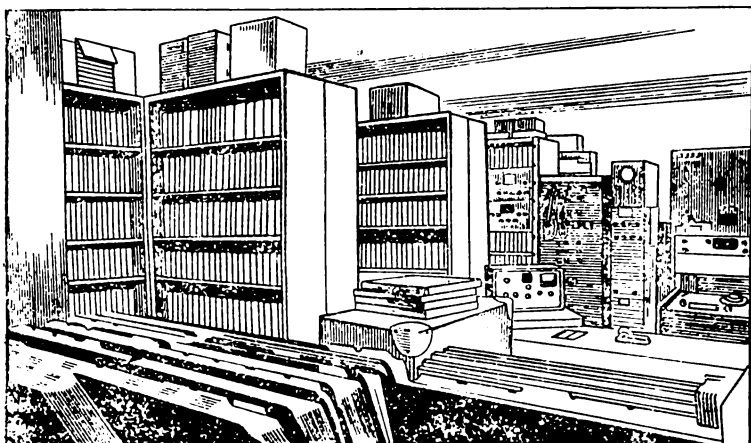


Рис. 5. Крупнейшее в мире собрание записей голосов разных животных — фонотека

Корнельского университета (США)

ционирует голоса животных — птиц, насекомых, рыб, млекопитающих. В фонотеке Корнелльского университета одних только записей голосов птиц насчитывается более 24 000.

В нашей стране Центральная фонотека голосов животных создана при биолого-почвенном факультете Московского университета с отделением в Институте биофизики АН СССР в Пущино на Оке. Существует большая фонотека в Ленинградском университете, а также коллекции записей в Киеве, Тарту, Владивостоке и других городах.

Создание фонотек голосов различных представителей животного мира в нашей стране связано с именами таких ученых, как Б. Н. Вепринцев, А. С. Мальчевский (птицы), Е. В. Шишкова, Е. В. Романенко (рыбы, дельфины), И. Д. Никольский, В. Р. Протасов (рыбы), А. И. Константинов, В. Н. Мовчан (млекопитающие), А. В. Попов (насекомые), и многих других.

Коллекционирование голосов животных имеет большое научное значение, так как многие птицы или насекомые, практически не отличимые внешне, хорошо различаются по голосам, и только на основании этого признака их удается выделить в самостоятельные биологические виды. Фонотеки являются основой не только научного изучения языка животных, но и практического использования полученных знаний, например создания биоакустических методов отпугивания животных с нежелательных мест их присутствия (птиц — с аэродромов и полей) путем трансляции их криков бедствия или, наоборот, привлечения (например, рыбы или вредных

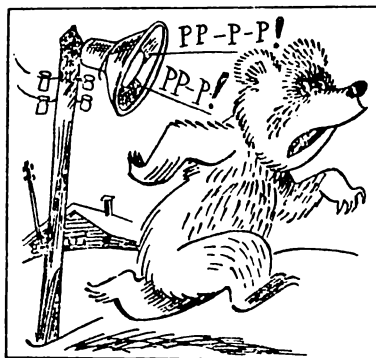


Рис. 6. Одно из практических достижений биоакустики: создание акустических репеллентов — средств отпугивания животных с нежелательных для человека мест их присутствия (рис. В. Чижикова)

насекомых в орудия лова) путем трансляции призывных сигналов самцов.

В поселки лесорубов и нефтяников на севере Канады повадились наведываться медведи. В голодную зимнюю пору их привлекает возможность порыться в мусорных кучках в поисках пропитания. Но какво приходится населению, женщинам, детям при встрече с гигантом-топтыгиным? Чтобы избавиться от непрошенных гостей, был применен биоакустический метод. Свирепое рычание двух дерущихся медведей записали на магнитофон и воспроизвели через громкоговорители в одном из поселков. Нахальные гости в страхе ретировались и надолго забыли туда дорогу. Говорят, что магнитную пленку с чудодейственной записью размножили и разослали в другие деревни.

Как изучают язык животных

Как же изучается язык животных и что именно дает нам основание говорить, что голосовые звуки, издаваемые зверями, служат им средством общения и взаимопонимания? Разумеется, это могут нам подсказать уже и простые наблюдения за животными, как это раньше и делалось старыми натуралистами, например во времена Ч. Дарвина.

Сегодня, однако, на помощь науке приходит современная техника. Один из методов состоит в определении сигнального значения голосовых звуков. Только что описанный случай с канадскими медведями позволяет убедиться, что из разъяренных воплей своих дерущихся собратьев любой топтыгин извлекает вполне резонную информацию: «Надо удирать, пока и мне не наломали бока!»

Приведем другой пример. В яркий солнечный день стадо обезьян резвилось в заповеднике. Вдруг неожиданно набежала туча, и пошел дождь. Обезьяны с криками скрылись под навес. Звуки их голосов при этом были записаны на магнитофон. В другой такой же солнечный день, когда дождя совсем и не предвиделось, эти магнитофонные записи были воспроизведены резвящимся обезьянам. В результате обезьяны, услышав свои крики, устремились под навес. Значит, есть основание полагать, что в «лексиконе» обезьяньего языка есть звуки, обозначающие «дождь».

Ученые насчитывают в обезьяньем языке десятки звуковых сигналов, обозначающих разные явления окружающей их жизни. Орангутанов, однако, зоологи считали молчунами. Это мнение опровергла англичанка Регина Фрей, долгое время прожившая в обществе обезьян в лесах Индонезии. Фрей пишет, что «лесные люди», так она называет своих любимцев, выражают чувства множеством различных звуков: хныканье и плач означают гнев, раздражение или боль; громкое чмокание и пыхтение — угрозу; оглушительный устрашающий рев самца — это любовная «серенада» или заявка на «свой» участок джунглей. При чем особую громкость ему придает горловой мешок-резонатор емкостью в несколько литров.

В Кении живут весьма резвые обезьяны, которых местные жители называют «зелеными кошками». Способность их общаться звуками поразительна. Группа американских и европейских ученых (П. Марлер и др.) записала на магнитофон и изучила крики этих обезьян, которые они издают при виде различных хищников.

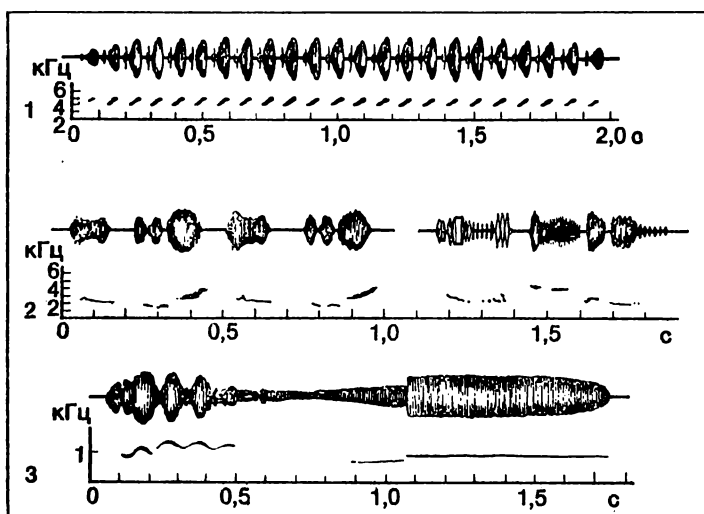


Рис. 7. Осциллограммы голосовых сигналов различных птиц в сочетании с их сонограммами (снизу каждой осциллограммы) позволяют видеть,

в чем состоит их акустическое различие: 1 — прибрежный воробей; 2 — бурый молотильщик; 3 — черноклювая гагара (по В. Д. Ильичеву, 1975)

Ритмичное пощелкивание означает «леопард». Серия быстрых свистящих звуков значит, что по земле ползет змея. При этом на ядовитую змею и на питона звуки издаются несколько разные. Совершенно особые звуки означают тревогу при появлении хищной птицы, павианов и людей. Воспроизведение обезьянам магнитофонных записей этих звуков даже в отсутствие реальных объектов вызывало характерное поведение «зеленых кошек»: крики на леопарда — поднятие на дерево, крики на орла — взгляд вверх, крики на змею — взгляд вниз. В их лексиконе есть даже «слова», обозначающие «безоружный человек» и «человек с винтовкой или биноклем».

Кстати, наша серая разбойница — ворона — также прекрасно отличает (и соответственно реагирует) человека просто гуляющего и охотника с ружьем.

Обстоятельные исследования акустической структуры обезьяньего языка проведены в последние годы в лаборатории члена-корреспондента АН СССР Г. В. Гершуни. Было установлено сигнальное значение многих голосовых звуков обезьян, а кроме того, оказалось, что в обезьяньем языке имеется много звуковых элементов, сходных по звучанию с фонетическими элементами человеческой речи — гласными, согласными, слогами. Но самым интересным оказалось, что эмоциональное значение голосовых звуков обезьян — угрозу, страх, радость, настроение, гнев, удовольствие, жалобу и т. п. — люди-слушатели воспринимают совершенно адекватно, то есть правильно определяют то эмоциональное состояние, в котором находилось животное, издавая соответствующие звуки (с вероятностью до 95 %!). Эти опыты подтверждают правоту Ч. Дарвина, писавшего об общности голосовых средств выражения эмоций у человека и высших животных.

Магнитофоны помогают установить сигнальное значение голосовых звуков и у других животных. В то же время крики бедствия одних видов птиц отнюдь не беспокоят других, поскольку те, надо полагать, общаются на другом птичьем языке. Трансляция или имитация звуков самцов некоторых видов насекомых так сильно действует на самок, что они в поисках поющего партнера буквально облепляют источники звука, например громкоговоритель.

При помощи таких методов и выясняется сигнальное

значение тех или иных звуков для животных, изучается «лексикон» языка зверей. Магнитофон поэтому является одним из самых основных инструментов биоакустики.

Приборы, позволяющие видеть голос

Как, однако, узнать, какие акустические особенности звука голоса животных несут для их слуха полезную информацию: сила ли, высота ли голоса, продолжительность звуков или, может быть, их тембр? Чтобы это установить, необходимо произвести акустический анализ интересующих нас звуков, то есть разложить их на составные части.

Для этой цели наука располагает рядом приборов, позволяющих видеть звук и всю его акустическую структуру. Простейший способ увидеть звук — это подать его электрический сигнал, записанный на магнитофон, на вход катодного осциллографа. На экране мы увидим колебания луча электронного осциллографа, которые повторяют колебания звуковой волны, изменения звукового давления в точке его приема. При необходимости мы можем записать эти колебания на киноленту, назвав их осциллограммой звука.

Осциллограммы, однако, не дают представления о тембре звука, который, как известно, зависит от оберто-

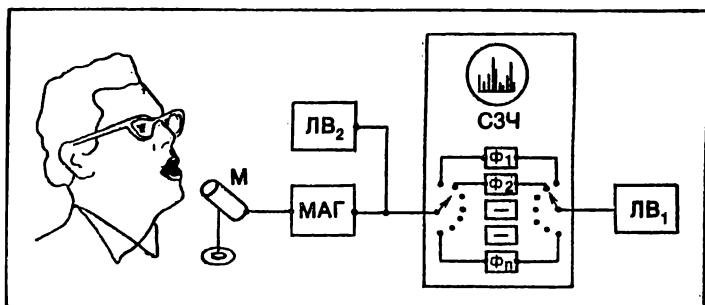


Рис. 8. Схема процедуры разложения звука голоса на составляющие его обертоны при помощи отечественного спектроанализатора типа СЗЧ: М — микрофон; МАГ — магни-

тофон; ЛВ₁ и ЛВ₂ — контрольные ламповые вольтметры; СЗЧ — спектроанализатор, Ф₁, Ф₂, ..., Ф_n — электрические фильтры спектроанализатора (по В. П. Морозову, 1977)

нов. Чтобы увидеть обертоны звука, надо воспользоваться анализаторами спектра. Такие приборы широко применяются для изучения не только голосов животных, но и звуков речи человека.

Основу спектроанализатора составляет система полосовых электрических фильтров, каждый из которых пропускает через себя электрические колебания лишь определенной частоты ($\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \dots, \Phi_n$ на рис. 8). Если на «гребенку» этих фильтров подать сложный звуковой сигнал голоса человека или животного (записанный на магнитофоне), то на экране спектроанализатора мы увидим все составляющие звука голоса обертоны в виде светящихся столбиков разной высоты: чем сильнее обертон, тем выше столбик. Частота же разных обертонов указана на шкале внизу экрана. Таким образом, подобно тому как стеклянная призма разлагает луч света на составляющие его цвета радуги, так и спектроанализатор разлагает сложный звук голоса (или любой другой) на составляющие его обертоны. Физические

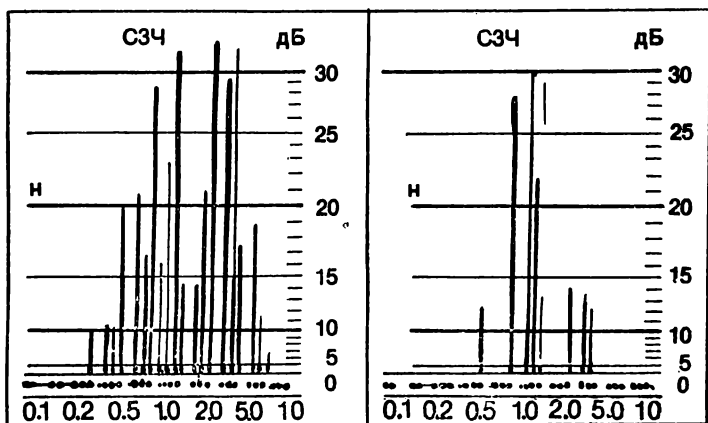


Рис. 9. Сравнительный анализ голосов двух людей, произведенный при помощи спектроанализатора типа СЗЧ, позволяет обнаружить между ними существенную разницу: голос выдающегося певца Н. Гуярова (слева — гласная о в слове аттог из арии короля Филиппа) значительно богаче

обертонами, чем голос непрофессионала, поющего ту же арию (справа). На каждом рисунке внизу по горизонтали указана частота спектральных составляющих в килогерцах (кГц), а по вертикали справа — их сила в децибелах (дБ) (по В. П. Морозову, 1977)

принципы действия этих приборов, разумеется, разные.

Для изучения звуков, обертоновый состав которых быстро изменяется во времени, что, кстати, мы наблюдаем в голосах многих животных, применяются спектроанализаторы несколько иного типа. Наибольшее распространение среди них в последние годы получил так называемый сонограф (англ. sound — звук и graph — чер-

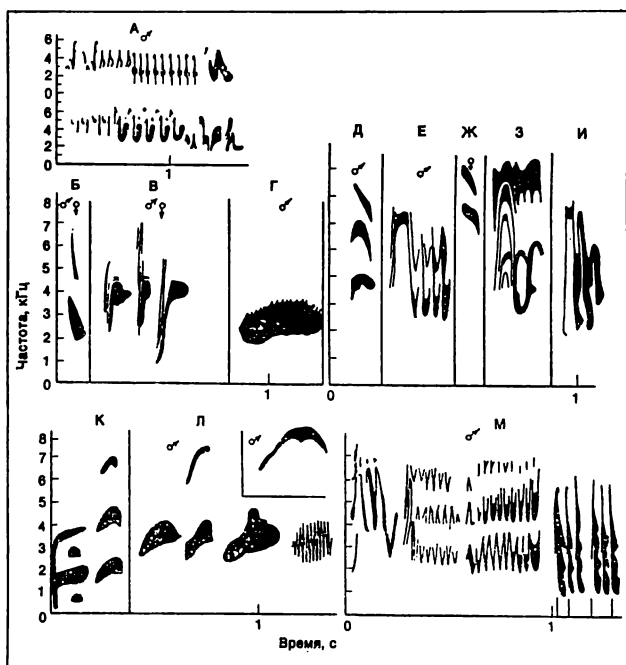


Рис. 10. Графическое изображение звуков голоса зебры, полученное при помощи сонографа. По вертикальной оси обозначена частота звуковых колебаний в килогерцах (кГц), а по горизонтали — время звучания звука в секундах. Сила звука на сонограмме изображается степенью зачернения линии: чем сильнее звук, тем чернее линия: А — индивидуальные варианты песни; Б — сигнал взлета («тюп»); В — социальный сиг-

нал («чиньк»); Г — агрессивный («быоз»); Д — сигнал ухаживания («ксип»); Е — сигнал ухаживания («чирп»); Ж — сигнал ухаживания («синп»); З — сигнал попрошайничества гнездового птенца («синп»); И — сигнал попрошайничества у слетка («чирруп»); К — сигнал тревоги молодой птицы («тью»); Л — сигнал тревоги (вверху — «сии» вниз — «хьют»); М — подпесня (по П. Марлеру и В. Гамильтону, 1966)

та, график), выпускаемый одной из американских фирм и известный там же под названием «Динамический спектрограф» или «Видимая речь». Этот прибор, помимо силы и частоты обертонов, позволяет регистрировать также и изменения этих параметров звука во времени. Частота обертонов определяется по вертикальной шкале слева, сила — по степени зачернения соответствующих линий на сонограмме, а их изменение во времени — по горизонтали.

На рис. 7, кроме осциллограмм птичьих голосов, внизу каждой осциллограммы приведены также и сонограммы голосовых сигналов. Применение этих двух способов регистрации звука дает биоакустику достаточно полное представление о характере звуков.

Таким образом, мы познакомились с некоторыми из самых основных научных методов, применяемых в биоакустике. Посмотрим теперь, что же они дают для изучения языка различных представителей животного мира.

Рыбы «разговоры»

«Все спало для слуха в той бездне глухой...» — писал когда-то В. И. Жуковский, выражая существовавшее в то время мнение об отсутствии каких-либо звуков в морской глубине. Но развитие акустической техники опровергло это представление. Опустив гидрофоны* в воду (а морская гидроакустика начала интенсивно развиваться уже в годы второй мировой войны), исследователи обнаружили, что «мир безмолвия» полон звуков, издаваемых морскими обитателями, и прежде всего рыбами. Морской петух, например, «кудахчет» и «квохчет», ставрида «лает», рыба-барабанщик из породы горбылевых издает шумные звуки, действительно напоминающие барабанный бой, а морской налим выразительно урчит и «хрюкает».

Сила звука некоторых морских рыб так велика, что они вызвали взрывы акустических мин, получивших распространение во второй мировой войне и предназначавшихся, естественно, для поражения кораблей противника. Таким образом, пословица «нем как рыба»

* Так называются приборы для преобразования подводного звука в электрическое напряжение.

была полностью опровергнута. Немые «заговорили» на все голоса, стояло только человеку изобрести гидроакустическое электронное ухо.

Но многих рыб можно слышать и без всякой усиленной техники. Известный польский писатель Аркадий Фидлер заслушивался пением (именно пением!) рыб на реке Укаяли (приток Амазонки), о чем он и написал в своей книге «Рыбы поют на Укаяли».

Недавно на Амазонке побывал австрийский биоакустик Фридрих Шаллер, который был поражен многообразием и громкостью звуков «поющих» рыб. Один из живущих там сомов — пирарара (не путать с кровожадной маленькой рыбкой пираньей), достигающий метра в длину и весящий до 100 кг, издает трубные звуки, похожие на рев слона и слышимые на расстоянии до 100 (!) м. Звуки эти издаются сомом путем выталкивания смеси воды и воздуха через плотно сомкнутые жаберные щели и служат, как считают, для отпугивания хищников.

Хараки — основная промысловая рыба Амазонки — во время нереста издает при помощи плавательного пузыря, заставляя его вибрировать мышцами, сильнейший звук, напоминающий шум мотоцикла. Можно себе представить, что творится на Амазонке, когда сотни самцов хараки, собравшиеся для икрометания, «заводят свои мотоциклы».

Причины обилия и разнообразия на Амазонке «поющих» рыб ученые усматривают в том, что воды этой реки очень мутные из-за примесей известняков и перегноя. Зрительное общение рыб практически невозможно. Поэтому природа и пошла здесь по пути выработки разнообразной акустической сигнализации.

В изучении акустического языка рыб большие заслуги принадлежат В. Р. Протасову, автору многих научных трудов по биоакустике рыб, и ряду его коллег. Советскими учеными изучено сигнальное значение разнообразных звуков морских и пресноводных рыб и даны рекомендации для их практического применения. В «лексиконе» многих рыб В. Р. Протасов выделяет три типа агрессивных сигналов: угрозу, предупреждение и боевой клич. Первый издается как предупреждение сильного слабому, второй — слабого сильному, а третий — во время драк.

Обнаружен у рыб и сигнал опасности. Каскад кудахтающих звуков морские петухи издают, удирая от врага. Другие петухи присоединяются к обнаружившей опасность рыбе, и вся компания, возбужденно «кудахча», уплывает из опасного места. Сигнал опасности у карпов — это серия тресков, которые издает вожак, обнаруживший врага. Короткая дробь — сигнал опасности у речных окуней во время их охоты на мальков. Очень разнообразны и «дальнобойны» нерестовые звуки различных рыб, служащие самцам для привлечения самок к местам икрометания.

В книжке «Голоса в мире безмолвия» В. Р. Протасов и И. Д. Никольский описывают забавный опыт — «подводный телефон», позволяющий убедиться, что рыбы реагируют на звуки своих сородичей. Любому читателю, если пожелает, может воспроизвести этот опыт в домашних условиях. Для этого потребуются два аквариума А и Б (см. рис. 12) и магнитофон с микрофоном и небольшим выносным динамиком или просто наушником. Микрофон и телефон нужно гидроизолировать, плотно обернув полиэтиленовой пленкой, подключить к магнитофону и опустить в аквариум: в один (А) аквариум гидрофон, а в другой (Б) — динамик. В оба аквариума сажают по самке цихлозомы черноморской (или другую рыбку семейства цихлид). Далее в первый аквариум сажают еще самца того же вида.

События развиваются так: самец начинает преследовать самку, издавая звуки угрозы. Чтобы записать эти звуки и передать в другой аквариум, включают маг-

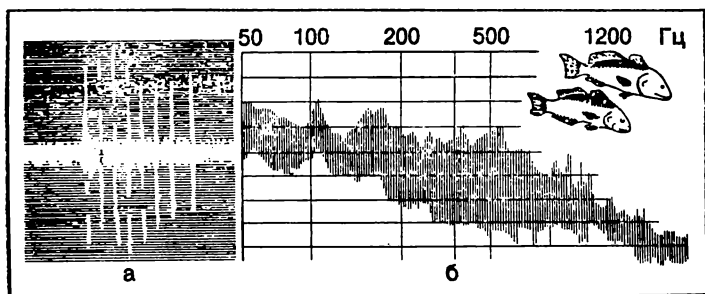


Рис. 11. «Барабанный бой» черноморского горбыля служит опознавательным межполовым

сигналом. Во время нереста самцы привлекают им самок (по В. Р. Протасову, 1978)

нитофон. Когда магнитофон передаст звуки из одного аквариума в другой, находящаяся там самка начнет также беспокойно бегать по аквариуму, хотя в действительности для нее никакой реальной угрозы не существует, а она только лишь слышит «по телефону» звуки самца из первого аквариума. Если же во второй аквариум посадить самца, то он, услышав эти звуки, также придет в возбуждение и примет воинственную позу, готовясь к предстоящей драке с соперником.

Способность рыб реагировать на звуки других рыб используется в рыболовстве для управления поведением рыб. Так, излучая в воду записанные на магнитофон звуки, которые издают рыбы во время кормления или икрометания (нерестовые звуки), можно подзывать рыб к месту лова. Любитель-рыболов Левин изобрел даже специальную «акустическую удочку». Эта удочка излучает в воду звуки трепещущих крылышек воздушных насекомых, которыми питаются некоторые виды рыб (голавль, форель). Электрическое питание удочки осуществляется от карманной батарейки. Уловистость сей снасти автор гарантирует.

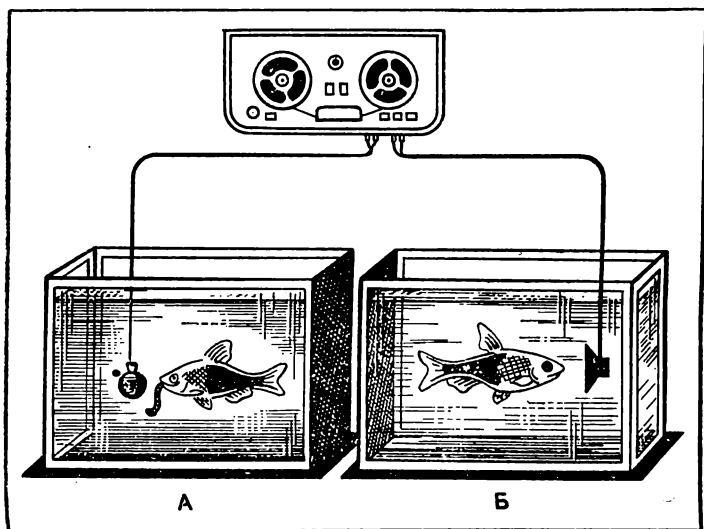


Рис. 12. Забавный опыт — «подводный телефон» — позволяет убедиться, что рыбы «понимают» значение звуковых

сигналов, издаваемых другими рыбами (по В. Р. Протасову и И. Д. Никольскому, 1969)

В промысловом лове рыбы используются и отпугивающие звуки. Так, чтобы удержать пойманную рыбу в кошельковом неводе, пока невод еще в воде, в горловине невода излучают звуки хищных рыб или дельфинов, которые питаются этой рыбой. Советские специалисты Ю. А. Кузнецов, В. С. Китлицкий, А. С. Попов запатентовали один из таких способов (имитатор звуков питающихся дельфинов-белобочек), который оказался эффективным средством удержания сельди на ставном неводе, был надежным в качестве перекрытия «ворот» на лове жирующей сельди, тихоокеанской скумбрии, сайры и др.

Таким образом, не так уж далек от истины был писатель А. И. Куприн, когда писал: «Рыбы говорят между собой — это всякий рыбак знает. Они сообщают друг другу о разных опасностях и человеческих ловушках, и неопытный, неловкий рыбак может надолго испортить счастливое место, если выпустит из сетей рыбу».

Когда голос — разведчик и поводыр

Подавляющее большинство животных использует голос для того, чтобы что-то сообщить другому животному, то есть в целях коммуникации. Но есть среди зверей и такие, которые научились в процессе эволюции использовать свой голос для ориентации в окружающей обстановке, добывания пищи и в качестве средства навигации. Это так называемые эхолоцирующие звери, к которым принадлежат летучие мыши, дельфины, а также некоторые птицы.

Эти животные издают короткие звуковые щелчки, которые несутся со скоростью звука (то есть 340 метров в секунду в воздухе и 1500 — в воде) в окружающее пространство, «натыкаются» на различные препятствия и возвращаются к пославшему их животному уже в виде эха. Поймав эти эхосигналы своим чутким ухом, эхолоцирующее животное и узнает о наличии препятствий на своем пути, а также определяет на слух характер различных предметов. Основой для этого служит неодинаковый характер эха, отраженного от различных предметов: ясно, что отражения от дерева, камня, воды или тела животного будут акустически разные. Харак-

тер этих различий и несет эхолоцирующему зверю информацию, с чем он имеет дело.

Эхолокатор позволяет этим животным ориентироваться в абсолютной темноте, то есть без помощи зрения, только на слух. Они как бы видят ушами. Поэтому такой способ ориентации иногда называют звуковидением.

Таким образом, звери-эхолокаторы, выкрикивая короткие звуковые сигналы, как бы посылают на разведку звуковую волну в окружающее пространство и, полагаясь на доставленную звуками-разведчиками информацию, ориентируются в этом пространстве даже без помощи глаз и ночью. Поистине же голос у этих животных выступает как разведчик и поводырь.

В этом и заключается основной принцип биоэхолокации животных. Как удачно сказал Д. Гриффин — американский специалист по эхолокации летучих мышей: «Существо дела в том, что звуковые волны используются здесь как инструмент или «удлинитель» органов «чувств» для исследования окружающей обстановки».

Все это кажется нам так просто только теперь, когда мы достаточно изучили эхолокаторы животных и убедились, что они работают именно так, а не иначе. Но было время, когда люди даже и не подозревали, что, например, летучие мыши могут использовать столь необычный для животных и столь совершенный способ ориентации.

Любопытна история открытия эхолокации, связанная с именем итальянского естествоиспытателя Лазаро Спалланцани (1729—1799) и описанная, в частности, в книге Э. Ш. Айрапетьянца и А. И. Константинова «Эхолокация в природе». На склоне жизни, в возрасте 64 лет, Спалланцани обратил внимание, что летучие мыши не натываются на предметы, летая в абсолютно темной комнате, где даже совы с их огромными «всевидающими» ночью глазами оказываются беспомощными.

Спалланцани ослепил несколько животных. Несмотря на это, они, оправившись после операции, летали между препятствиями так же хорошо, как зрячие. А вот закупорка ушей воском (что проделал один из научных коллег Спалланцани, швейцарец Ж. Жюрин, которому Спалланцани сообщил о своих опытах) полностью лишила летучих мышей способности летать: они натывались на любые предметы, которых раньше прекрасно избегали.

Таким образом, Спалланцани и Жюрин сделали вывод, что летучие мыши как-то ориентируются по слуху. Бóльшого они не могли сказать, так как не слышали излучаемых летучими мышами коротких ультразвуковых сигналов, служащих им для эхолокации.

Понятно поэтому, что идея Спалланцани и Жюрина была высмеяна современниками. Один из ее ярых противников писал: «Чтобы согласиться с заключениями, которые Жюрин черпает из своих опытов, что уши летучих мышей для них более существенны, чем глаза, при обнаружении предметов, требуется больше веры и меньше философского смысла, чем можно было бы ожидать от зоолога-философа, которого можно было бы спросить: «Если летучие мыши видят своими ушами, то слышат они своими глазами?»

Около полутора столетий понадобилось науке, чтобы доказать правоту Спалланцани: летучая мышь, действительно, как бы в и д и т у ш а м и.

Впервые идею об активной звуковой локации у летучих мышей высказал в 1912 году Х. Максим — изобретатель знаменитого станкового пулемета «Максим». После гибели парохода «Титаник», наскочившего на подводный айсберг, он предложил снабдить корабли гидролокаторами, работающими, как он считал, по принципу эхолокации летучих мышей. Однако и Максиму еще не было известно, что эти животные используют ультразвук. Он думал, что летучие мыши генерируют низкочастотные эхолокационные сигналы взмахами своих крыльев с частотой 15 Гц.

Наконец, только англичанин Х. Хартридж в 1920 году, повторив опыты Спалланцани, догадался, что летучие мыши используют для эхолокации ультразвук. Окончательно же это стало ясно лишь после изобретения ультразвуковых микрофонов, позволяющих записать недоступные слуху человека голосовые сигналы летучих мышей и, что называется, увидеть их воочию. Впервые это удалось сделать в 1938 году американцам Д. Гриффину, тогда еще студенту, а ныне известному биоакустику, и физику Г. Пирсу. Именно Гриффин и предложил назвать способ ориентации летучих мышей при помощи ультразвука э х о л о к а ц и е й по аналогии с радиолокацией.

Специалистом по эхолокации летучих мышей в нашей стране является профессор А. И. Константинов, ра-

ботающий в Ленинградском университете. Благодаря его многочисленным трудам, а также работам коллег и учеников нам известны многие любопытные детали работы эхолокатора летучей мыши. В частности, он первым изучил, как из призывных криков детенышей летучей мыши развиваются их эхолокационные сигналы, измерил их «дальнобойность», то есть максимальную дальность их действия, влияние помех на работу эхолокатора.

Любопытным является вопрос о происхождении эхолокации: где, когда и при каких обстоятельствах мог возникнуть этот своеобразный способ ориентации в окружающем пространстве, свойственный далеко не всем, а всего лишь очень немногим представителям животного царства (летучие мыши, дельфины, птицы гуахаро, стрижи саланганы). Считается, что эхолокация возникла в процессе эволюции как некая замена зрения у животных, обитающих в темноте (пещеры, глубины океана): вместо световой волны они стали использовать звуковую волну. Разумеется, на это ушли миллионы лет.

Около 1000 различных видов насчитывает отряд летучих мышей, называемых в науке рукокрылыми. Здесь и совсем маленькие, с домовую мышь, зверьки и настоящие гиганты, называемые летучими собаками и летучими лисицами за сходство своей головы с головами этих животных и с размахом крыльев до полутора (!) метров. Живут летучие мыши большими колониями в темных пещерах, где иногда собирается их великое множество: десятки тысяч и даже миллионы (!) особей.

Кормятся летучие мыши, как известно, насекомыми, охотясь за ними на лету по ночам. Но среди них есть и вегетарианцы, питающиеся соком растений, и в противоположность этому — кровожадные вампиры, сосущие кровь у крупных млекопитающих — коров, собак и других животных, и даже у человека. Совершенно бесшумно и незаметно для «хозяина» садится вампир на свою жертву благодаря мягким подушечкам на ногах, с молниеносной быстротой делает на коже глубокий разрез своими острыми, действующими, как ножницы, зубами и начинает слизывать вытекающую из раны кровь, слегка отсасывая ее.

Не эти ли кровожадные свойства вампиров послужили причиной всеобщей неприязни людей к летучим мышам? Ночной таинственный образ жизни, уродливое

(с точки зрения людей) строение тела, голова настоящего монстра и... репутация обеспечена: «Летучая мышь — это химера, чудовищное невозможное существо, символ грез, кошмаров, призраков, больного воображения... Всеобщая неправильность и чудовищность, замеченная в организме летучей мыши, безобразные аномалии в устройстве чувств, допускающие гадкому животному слышать носом и видеть ушами,— все это, как будто нарочно, приноровлено к тому, чтобы летучая мышь была символом душевного расстройства и безумия», — писал французский натуралист А. Туссенель в 1874 году.

Чудовище это, как оказалось, подарило человеку много патентов на устройство эхолотатора и еще больше задало загадок.

Есть среди летучих мышей и такие, которые питаются рыбой, выхватывая ее из воды своими острыми, как острога, когтями. Низко над водой, в ночной темноте, летает, например, мексиканская рыбоядная мышь,

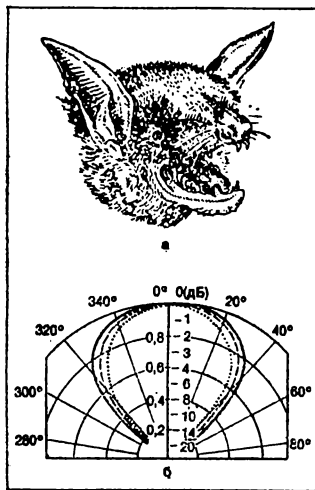
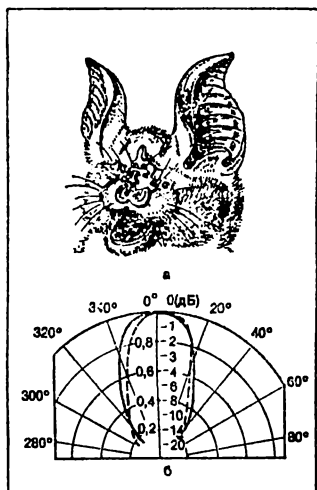


Рис. 13. Ультразвуковые эхолокационные сигналы летучие мыши излучают довольно узким направленным вперед лучом, как луч фонарика. Причем остроухая ночница излучает звук через рот, а большой подковонос (справа) — через

ноздри, окруженные кожистыми выростами наподобие рупоров. Графики показывают остроту диаграммы направленности излучения. По радиальным осям относительная интенсивность сигнала (по А. И. Константинову, 1978)

излучая весьма сильные эхолокационные сигналы. Но неужели же она обнаруживает рыбу под водой, задумались исследователи. Ведь на границе воздух — вода ультразвук почти полностью отражается от поверхности воды, и в воду проникает лишь ничтожная часть акустической энергии. Какой же надо иметь сверхчувствительный эхолокатор, чтобы воспринять эхо из-под воды? Все оказалось значительно проще: эхолокатор рыбацкой мыши не может обнаружить рыбу, если та скрыта под водой. Но мышь тотчас же обнаруживает рыбу, если та высунет из-под воды хотя бы частицу своего тела — выпрыгнет из воды, играя, или хотя бы выставит плавник. Участь ее тогда решена: в тело жертвы тотчас же впиваются острые когти-остроги. Исследователи специально помещали кусочки рыбы под воду — мышь их не замечала. Но стоило кусочку пищи оказаться на поверхности — мышь его тут же хватала.

Размеры комара настолько малы и эхо от него так ничтожно, что можно только удивляться чувствительности слуха летучих мышей, способных ловить комаров в абсолютной темноте. За час охоты летучая мышь ловит до 200 комаров. (Кстати, не смягчающее ли это обстоятельство для монстров, химер и кровопийц?!)

В совершенствовании эхолокатора различных видов мышей природа шла разными путями. Так, у одних — из семейства подковоносов — локационные сигналы (которые, кстати, большой подковонос излучает не через рот, а через нос!) представляют собой короткие (около 50—100 мс) ультразвуковые послышки с постоянной частотой 81—82 кГц. Лишь в конце сигнала его частота резко падает на 10—14 кГц.

Совсем иначе построен локационный сигнал гладконосых летучих мышей. Во-первых, длительность его существенно меньше: 2—5 мс. Во-вторых, частота его в течение всего лишь 2—5 мс резко падает — у некоторых видов со 130 до 30—40 кГц.

По данным А. И. Константинова, летучие мыши при помощи этих сигналов способны обнаружить препятствие из проволок, начиная с 17 м, причем дальность обнаружения зависит от диаметра проволоки. Проволоку диаметром 0,4 мм мышь обнаруживала с 4 м, а диаметром 0,08 мм — всего лишь с 50 см. Тем не менее возникает законный вопрос: как летучая мышь вообще способна обнаружить столь тонкую проволоку?

Дело в том, что отражение звуковых волн от препятствия происходит только тогда, когда размеры препятствия больше или по крайней мере соизмеримы с длиной волны падающего на него звука. Если же длина волны существенно больше препятствия, звуковая волна огибает препятствие, не отражаясь от него. Произведя несложный расчет, мы убеждаемся, что для типичных локационных сигналов летучей мыши частотой 80 кГц длина волны составит около 4 мм. Даже если допустить, что частота сигналов некоторых летучих мышей достигает в 2 раза большей величины, то есть 160 кГц, длина их волны оказывается не менее 2 мм.

Как же, спрашивается, летучая мышь обнаруживает проволоку диаметром всего лишь 0,08 мм, то есть в 25 раз меньше расчетной? Разгадка, по-видимому, заключается в том, что эхолокатор летучей мыши реагирует не только на толщину, но и на длину проволоки, то есть на общую площадь куска проволоки. А площадь эта при достаточной длине отрезка проволоки будет ощутимым препятствием, которое летучая мышь и обнаруживает.

Это и многие другие свойства эхолокатора летучей мыши являются предметом изучения для ученых-биоников, стремящихся использовать патенты природы, чтобы усовершенствовать существующие и создавать принципиально новые эхолокационные системы. В результате этих поисков созданы приборы для ориентации слепых по принципу эхолокации летучих мышей. Один из таких приборов, названный «Ориентир», излучает ультразвуковой «луч», эхо от которого преобразуется в звуковые сигналы, чтобы слепой человек мог их слышать. Эхо от разных препятствий имеет разный тембр, а разная степень его высоты говорит слепому о расстоянии до препятствия. Приборы подобного типа обладают, однако, рядом несовершенств, о чем мы говорим в главе о дельфинах.

О чем жужжит пчела!..

Жужжащих и поющих насекомых на Земле насчитывают миллионы. Впрочем, никто точно не знает, сколько их, так как почти каждый день открывают новые виды. Лишь недавно в джунглях Амазонки

обнаружили муравьев-гигантов с длиной туловища 7 см и зеленую саранчу размером почти 15 см.

Насекомые — это самый многочисленный на Земле класс живых существ. В конкурентной борьбе за существование они заняли всевозможные на Земле экологические ниши от самых глубоких подземелий до ледников Памира и высоких слоев атмосферы Земли. А все почему? Да потому, что «провозгласили» своим жизненным кредо три весьма уважительных принципа: 1 — предельная простота организации, 2 — узкая жизненная специализация, 3 — необычайная плодовитость. Поскольку их невообразимо много, а среди них есть как наши злейшие враги, так и друзья, мы должны с ними считаться, изучая их потребности, свойства и образ жизни (В. Л. Сви́дерский, 1980).

Роль звуков в жизни насекомых, бесспорно, велика, хотя до конца еще далеко не изучена. В ее изучении большая заслуга принадлежит нашим ученым-биоакустикам Е. К. Еськову, А. В. Попову, Р. Д. Жантиеву и ряду других отечественных и зарубежных исследователей.

Лучшими музыкантами среди животных мы считаем певчих птиц, для чего держим их даже в клетках. Но, оказывается, есть и певчие насекомые. Вот что писалось в одном старом журнале: «В Японии можно слышать поющих насекомых, и в Токио по крайней мере сорок торговцев занимаются их продажей. Во всех японских городах можно видеть весной и летом на верандах домов маленькие бамбуковые клетки, откуда слышится странный свист, монотонное жужжание, подчас бесконечно долгие трели, металлические вибрации, наполняющие сумерки изящной оригинальной музыкой. Самым любимым поющим насекомым является похожее на жука с удлинненным и плоским телом — сюзюмиоши, что по-японски значит: насекомое-колокол, так как звук его голоса напоминает маленький серебряный колокольчик».

«Музыкальные инструменты» насекомых весьма разнообразны и построены совсем по иному принципу, чем у нас. Наш голосовой аппарат выглядит наподобие духового музыкального инструмента. Поскольку насекомые слишком малы и у них нет столь развитого, как у млекопитающих, единого дыхательного тракта, где при-

рода и разместила источник звука — гортань, насекомые «изобрели» много других способов образования звука.

Саранча, например, «играет на скрипке». Роль скрипки и струн выполняют надкрылья, а роль смычка — задние ноги со специальными бугорками. Знай себе три ногами о надкрылья, опуская и поднимая поочередно то правую, то левую заднюю ногу, и песня звучит!

У кузнечиков и сверчков роль смычка выполняет не нога, а одно из надкрыльев (обычно левое), что, однако, не мешает некоторым из них издавать сильнеешие звуки, слышимые до полутора километров.

Что же касается цикад, то у них есть специальная звуковая мембрана, которую они приводят в колебание мышцами, а также полости-резонаторы, отчего и образуются сильнеешие металлические звуки, вызывающие даже неприятные ощущения в ушах. Так, звуки южноамериканской цикады можно принять за свист паровоза. «Счастливы цикады, у коих жены безмолвны», — сказал как-то один из исследователей, имея в виду, что самки цикад не умеют издавать звуки. Недавно, однако, выяснилось, что самки некоторых видов цикад все же не безмолвны.

Есть среди насекомых-музыкантов и барабанщики. Например, термиты, обнаружив опасность, дружно бьют головами о субстрат (материал термитника), оповещая всех жителей термитника о тревоге.

Не менее изобретательны насекомые и в устройстве своих органов слуха. У кузнечика, например, «уши», то есть приемники звука, находятся на коленях передних ног. Зачем же это, спрашивается, и почему не на головах, как это мы привыкли видеть у себя и себе подобных? Кузнечнику необходимо определять направление на источник звука, чтобы, например, самке найти поющего самца. Для этого между приемниками звука должно быть достаточное расстояние или акустическая база (чтобы создать так называемый бинауральный эффект). А как же этого достичь размещением звуковых приемников на крошечной голове? Другое дело на ногах, ведь их при необходимости можно и расставить пошире.

Совершенным способом издавания звука обладают медоносные пчелы. По данным Е. К. Еськова, они поют, заставляя вибрировать часть своего корпуса — торакса — путем частых мышечных сокращений. При этом звук усиливается крыловыми пластинами, как диффузо-

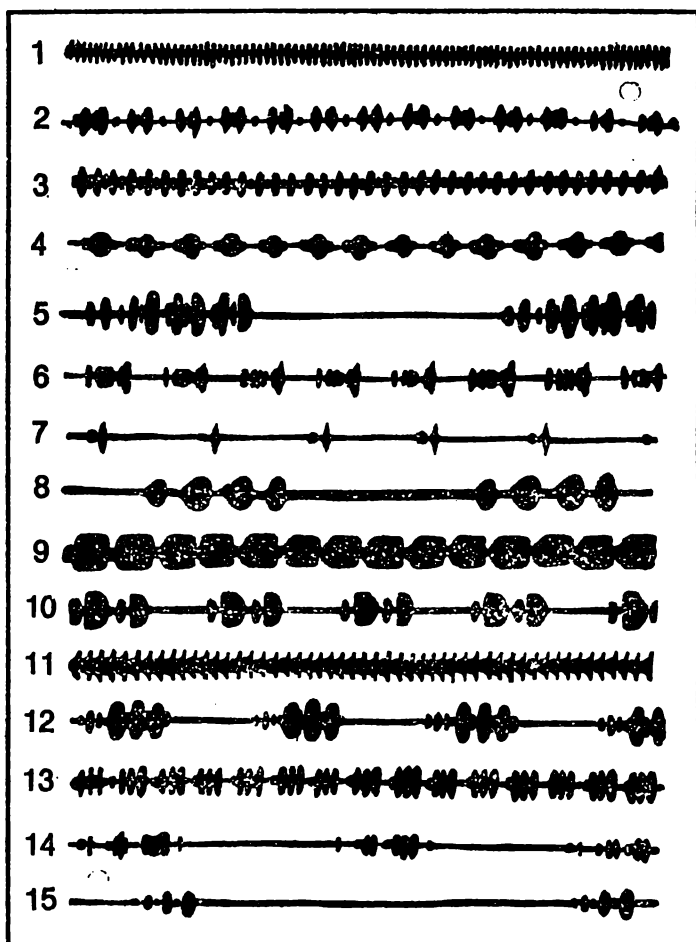


Рис. 14. Осциллограммы призывных сигналов разных видов кузнечиков показывают их видоспецифичность, которая определяется ритмическим узо-

ром издаваемых звуков. По этому узору каждая самка и отыскивает своего партнера (по Н. Н. Дубровину и Р. Д. Жантиеву, 1970)

рами. В отличие от многих других насекомых пчелы могут издавать звуки разной высоты и разных тембров. Это уже говорит о возможности использования пчелами данных изменений звука для передачи какой-либо информации.

Немецкий энтомолог Карл Фриш установил, что пчела-разведчица сообщает о месте медосбора другим пчелам с помощью своеобразного танца. Она описывает восьмерку, средняя линия которой направлена на место медосбора. Дальность же расстояния до взятка пчела сообщает своим сестрам характерными «танцевальными» движениями — вилянием брюшком: чем медленнее танец, тем дальше мед.

Считалось, что этот танец является у пчел единственным способом передачи информации о дальности медосбора. Однако Е. К. Еськов убедительно доказал в ряде своих научных трудов, что медоносные пчелы для

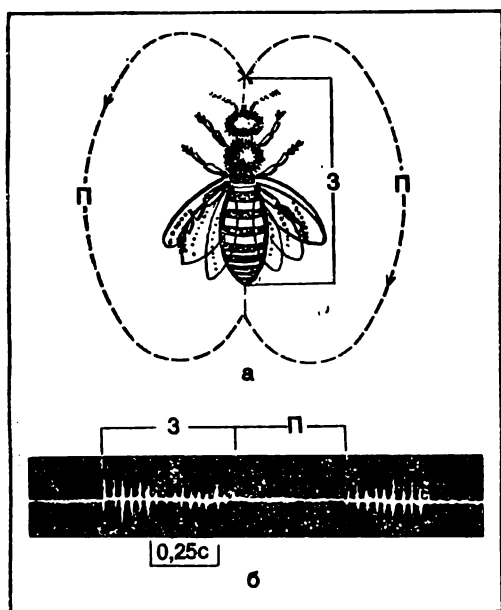


Рис. 15. Сигнал дальности, издаваемый танцующей медоносной пчелой: схема движения танцовщицы (а); осциллограмма

звуковых сигналов (З) и пауз (П) между ними (б) (по Е. К. Еськову, 1976)

сообщения другим пчелам о месте медосбора пользуются, кроме танца, еще и звуковыми сигналами. Оказалось, во время танца они издают серии (пакеты) ритмических звуковых импульсов, следующих с частотой 33 Гц, в которых и заключена информация о дальности медосбора. Чем дальше мед, тем больше длительность каждого пакета и число составляющих его импульсов. О том, что пчелы способны воспринять эту информацию, свидетельствует ряд других исследований Еськова и, в частности, обнаруженные им «уши» пчел — специальные приемники звука на теле пчелы, названные автором фонорецепторами.

Известно, что пчелы определяют расстояние от улья до медосбора по затратам энергии крыловой мускулатуры. Еськов проделал любопытный опыт: он немного обрезал крылья у пчел, носящих мед с одной кормушки. В результате эти пчелы значительно увеличивали длительность звуковых сигналов в танце и число импульсов в сигнале, сообщая тем самым, что кормушки расположены дальше.

Эти опыты свидетельствуют о наличии в языке медоносных пчел сигнала дальности расположения участка медосбора.

Старые пчеловоды давно замечали, что пчелиная семья в улье жужжит по-разному в зависимости от того, в каком физиологическом состоянии они находятся:

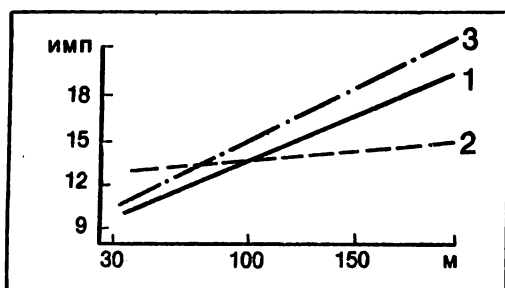


Рис. 16. О дальности медосбора пчела-разведчица сообщает другим пчелам не только танцем, но и звуком. График показывает, как увеличивается число импульсов в сигнале дальности в зависи-

мости от расстояния до цели полета у пчел разных рас: грузинской (сплошная линия), украинской (штриховая линия) и итальянской (штрихпунктирная линия) (по Е. К. Еськову, 1976)

холодно ли, голодно ли, или семья решила роиться. Исследования биоакустиков, в частности Е. К. Еськова, при помощи современной аппаратуры позволили изучить характерные звуки, издаваемые пчелами в разных состояниях, с тем чтобы использовать эти данные для биоакустического контроля за состоянием пчел, то есть диагностики самочувствия пчелиной семьи.

По данным Е. К. Еськова, акустические методы позволяют выявить (по характеру звука) безматочные пчелиные семьи на пасеке, отношение пчел безматочных семей к вводимой в улей матке (увы, они не всегда ее принимают), определить расовую принадлежность пчелиной семьи (каждая раса издает свой звук), наконец, управлять летной деятельностью пчел.

В ряде случаев необходимо ограничить вылет пчел из улья (например, при обработке полей ядохимикатами). Закрытие летка сеткой нежелательно, так как стремящиеся выйти пчелы закупоривают леток своими телами и создают в улье неблагоприятные микроклиматические условия. Оказалось, воздействием на пчел определенными звуками удастся удержать их в улье.

Таким образом, биоакустика может дать кое-что и для практики сельского хозяйства.

О чем воют волки!

Волки!.. Кому из деревенских жителей незнаком их заунывный леденящий душу вой? В вое волков, как пишет Л. Кох, звуки, выражающие дикость и жестокость, сливаются со звуками тоски и страдания. Как правило, волки «поют» на рассвете или в сумерках, но отнюдь не каждый день.

Сольное завывание начинается всегда вожак стаи, его голос заметно отличается от голосов рядовых «хористов», которые вскоре к нему присоединяются. Какую информацию несут эти хоровые концерты ночных хищников? Кому они предназначены? По-видимому, это коллективное голосовое «творчество» стаи является каким-то символом, признаком общинной жизни. Но что еще?

Кроме сольного и хорового воя, у волков зарегистрирован тьявкающий визгливый лай, которым обычно завершается хоровое «пение». Наконец, записан также сигнал к нападению — боевой клич, подаваемый, оче-

видно, вожаком стаи. Это вселяющий ужас звук, похожий на рычание разъяренной собаки, бросающейся на человека, чтобы укусить.

Любопытно, как волки будут реагировать, если им воспроизвести магнитофонные записи их голосов? Такие опыты были проведены Д. Хаксли и Л. Кохом, правда, не с дикими волками, а живущими в зоопарке. Оказалось, услышав запись, вся стая в ответ громко завывала. Что же касается грозного сигнала к нападению, то он вызвал явный испуг у волков, и один из них бросился даже бежать. Подобным же образом реагировали и шакалы, заслышав запись голосов сородичей.

Канадский естествоиспытатель, этнограф и писатель Фарли Моуэт задался целью изучить жизнь диких волков в тундре. Основной задачей его было выяснить, чем питаются волки и какой ущерб наносят они стадам оленей-карибу. Дело в том, что численность оленей стала заметно сокращаться, а причиной тому многие стали называть истребление карибу волками.

Высадившись с самолета в одном из глухих и отдаленных районов канадской тундры, исследователь поселился в буквальном смысле среди волков, то есть неподалеку от волчьего логова. Около года провел Ф. Моуэт в наблюдении образа жизни волков, их обычаев, особенностей охоты и т. д. Он хорошо изучил не только жизнь стаи в целом, но и особенности «характера» каждого волка в отдельности, присвоив им имена: Альберт, Ангелина и др. В результате он написал интересную книгу «Не кричи — волки». В этой книге автор, кстати говоря, доказывает, что не волки являются причиной исчезновения карибу, а безжалостное истребление оленей промысловыми охотниками и браконьерами.

Необычайно интересные наблюдения сделал Моуэт о слухе и голосе волков. «Я обратил внимание,— пишет он,— что разнообразие и диапазон голосовых средств Георга, Ангелины и Альберта значительно превосходят возможности всех известных мне животных за исключением человека. В моих полевых дневниках зарегистрированы следующие категории звуков: вой, завывание, хныканье, ворчание, рычание, тьяканье, лай. В каждой из этих категорий я различал бесчисленные вариации, но был бессилен дать точное определение и описание. Я установил также, что все члены моей

волчьей семьи сознательно реагируют на звуки, издаваемые другими волками...»

Далее автор сообщает, что при помощи голоса волки способны передать друг другу очень сложную информацию: вести о приближении оленьих стад, о появлении в тундре людей, причем в определенном месте, и т. п.

Некоторые люди обладают способностью понимать язык волков. Таким свойством обладал эскимос Утек, с которым Моуэт познакомился в тундре. Вот как сам автор описывает эти удивительные факты: «Как-то мы вдвоем часами наблюдали за логовом, но безрезультатно — ничего достойного внимания обнаружить не удалось. Денек выдался безветренный, и проклятые насекомые вились тучей, хуже всякой чумы. Спасаясь от них, Ангелина с волчатами укрылась в логове. Оба самца, утомленные охотой, затаившейся до позднего утра, спали неподалеку. Становилось скучно, и меня начала одолевать сонливость, как вдруг Утек приложил руки к ушам и внимательно прислушался. Я ничего не слышал и никак не мог понять, что привлекло внимание его, пока он не шепнул: «Слушай, волки разговаривают!» — и показал на гряде холмов километрах в восьми к северу от нас.

Я напряг слух, но если волк и вел «радиопередачу» с далеких холмов, то работал не на моей волне. Казалось, в эфире нет ничего, кроме зловещего стога комаров, но Георг, спавший на гребне эскера, внезапно сел, наострил уши и повернул свою длинную морду к северу. Спустя минуту он откинул голову назад и завыл. Это был вибрирующий вой: низкий вначале, он заканчивался на самой высокой ноте, какую способно воспринять человеческое ухо.

Утек схватил меня за руку и расплылся в довольной улыбке.

— Волки говорят: «Карибу пошли!!!»

Я с трудом понял, о чем идет речь, и только когда мы вернулись в избушку, с помощью Майка (имя другого эскимоса.— В. М.) уточнил подробности.

Оказывается, волк с соседнего участка, лежащего к северу, не только сообщил, что давно ожидаемые карибу двинулись на юг, но и указал, где они сейчас находятся. Более того, и это было совсем невероятно, выяснилось, что сосед-волк сам оленей не видел, а просто

передал информацию, полученную им от волка, живущего еще дальше. Георг, волк, который ее услышал и понял, в свою очередь, передал добрую весть другим».

Далее автор сообщает, что информация, которую передал волк другому волку и которую перехватил Утек, подтвердилась: эскимос Майк, отправившись на охоту, действительно нашел оленей в том самом месте, которое указал волк с далеких холмов, то есть на берегах озера Кунак, в шестидесяти километрах от избушки Моуэта.

Автор описывает еще один удивительный случай о том, как в другой раз Утек услышал от волков с холмов Пятой мили, что в тундре появились люди — эскимосы. Причем опять, поняв волчий язык, Утек узнал, в каком направлении и на каком расстоянии от избушки находятся люди, отправился их искать и привел к избушке Моуэта.

Объясняя эти случаи, автор приводит мнение одного из эскимосов: «...Волки не только обладают способностью поддерживать связь на огромном расстоянии, но даже могут «говорить» не хуже людей... Утек настолько хорошо понимает волков, что в состоянии буквально разговаривать с ними».

Книга Ф. Моуэта написана в художественной форме, и поэтому случаи, описанные им, не претендуют на абсолютную научную достоверность. Язык волков, несомненно, нужно еще серьезно и глубоко изучать, чтобы сделать окончательные выводы о его особенностях и возможностях.

В общении с волками существенно дальше по сравнению с Фарли Моуэтом пошел шведский биолог Эрик Цимен. Звери приняли его в свою стаю, очевидно, признав в нем вожака — за смелость, ум, ловкость и силу (приходилось пользоваться и плеткой). Страх перед волками сильно преувеличен, считает Цимен, если знать их повадки и психологию. Пристрастие волков к хоровому пению, по его наблюдениям, имеет эмоциональную основу, обостряя в животных чувство принадлежности к стае. Кроме того, это средство общения с другими стаями и отбившимися собратьями.

Рекс не говорит, но... все понимает

«Пудель — самая умная собака, но только не говорите это при владельце таксы!» — «Позвольте не согласиться, самые умные — это овчарки. Вон мой Рекс — все понимает; только что не говорит!» Такие вполне резонные разговоры о собачьем уме и способностях их понимать человеческую речь нередко можно слышать среди владельцев собак.

В переполненном публикой зале Дома кино чествовали известного деятеля киноискусства, ветерана Великой Отечественной войны. Юбиляр сидел в почетном кресле на сцене, смущенно внимая поздравительным речам выступавших. Вдруг традиционный ход торжества был нарушен необычным явлением: на сцену откуда ни возьмись, очевидно, протиснувшись сквозь плотные ряды публики, вышла... огромная овчарка с букетом гвоздик в зубах. Ничуть не смущаясь ослепительного света юпитеров и поднявшегося в зале шума, собака уверенно подошла к юбиляру, «вручила» ему цветы и весьма довольная устроилась около его кресла, выставив грудь с медалями.

— Никаких репетиций этого номера не было, — говорит мне владелица собаки, ленинградская дрессировщица Лидия Ивановна Острцова.

— Но как же вам удалось «сходу» внушить собаке задание вручить цветы незнакомому человеку в такой сложной обстановке среди множества людей?

— Я дала цветы Янко (так звали овчарку) и сказала: «Вон, видишь, человек в кресле, иди и дай ему цветы». Конечно, при этом много значат жесты и чувство, что собака тебя понимает, что ты от нее хочешь, — добавила дрессировщица.

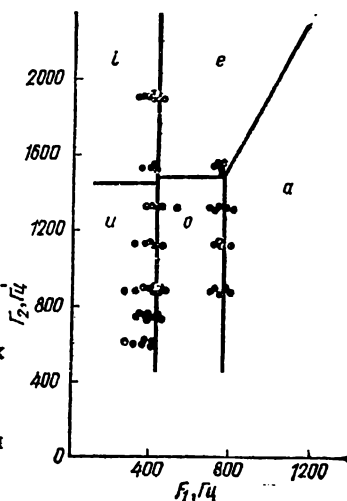
Способность собаки понимать слова команды и выполнять по ним сложные действия всем известна. Доги-ня Реджа, например, знает более 100 слов. Она не только выполняет множество таких известных команд, как «сидеть», «лежать», «вперед», «назад», «вправо», «влево», но и приносит по требованию хозяина любую вещь из числа многих разложенных вдали предметов, требование, разумеется, предъявляется собаке только словом (по названию вещи), без каких-либо жестов. 98 медалей, полученных Реджей на выставках и смотрах, —

сомое свидетельство ее лингвистических способностей.

Эти «лингвистические способности» собак к распознаванию звуков речи недавно были подвергнуты научному исследованию ленинградским физиологом А. В. Бару. Методом условных рефлексов собак обучили поднимать одну лапу, когда звучит гласная А и поднимать другую лапу, когда слышится другой звук, например И. Таким образом, по поднятию той или иной лапы экспериментатор судил, правильно ли воспринимает собака предъявляемые ей звуки. Оказалось, что собаки уверенно различают все гласные русского языка (А, Э, И, О, У) и при этом совершенно независимо от того, произносятся ли они мужским или женским голосом, то есть более высоким, звучит ли голос тихо или громко.

Но может быть, эти качества звука потому собаке безразличны, что она не различает изменения силы и высоты звуков? Отнюдь нет. Собаки отлично чувствуют изменения силы голоса и его высоты (о чем говорят специальные исследования), но в данных опытах по различению гласных звуков речи они реагировали только на изменение фонетической структуры звука, зависящей, как известно, от особенностей обертонового состава, характерного для каждого гласного, независимо от высоты и силы голоса говорящего. В других опытах собаки отлично распознавали также согласные.

Рис. 17. Рисунок показывает, что собаки различают звуки речи точно так же, как и человек. Сплошными линиями на графике обозначены фонемные границы различения гласных (А, Е, И, О, У) человеком. Точками обозначены результаты измерения фонемных границ тех же гласных у собак (по Бару, 1978). По горизонтали — частота первой форманты (F_1 , Гц). По вертикали — частота второй форманты (F_2 , Гц)



На основании этих опытов исследователи сделали весьма любопытный вывод: слуховые механизмы различения звуков речи (по крайней мере на первичном этапе классификации речевых звуков) у собак точно такие же, как у человека.

Другое дело — понимание смысла связной человеческой речи. Конечно, у человека в этом отношении имеются уникальные природные предпосылки и особые механизмы мозга. Именно только у человека есть специальные речевые центры, расположенные в левой височной области больших полушарий головного мозга и центры для управления речевыми органами в процессе звуковой речи (в левой лобной области). Таких сильно развитых специализированных речевых центров в собачьем мозге, как, впрочем, в мозге и других животных, не обнаружено. Именно потому они и не в состоянии понимать смысл связной человеческой речи в таком объеме и в такой глубине, как это дано человеку. Но тем не менее...

Многие собаководы замечают и могут утверждать это, как говорится, со всей ответственностью, что их собаки, помимо специально заученных команд, понимают значения и многих других слов и даже фраз. «Собаке не место на кухне!» — говорят, например, ризеншнауцеру Айдару, и он, понуро опустив голову, выходит за дверь. А вот другой пример: попробуйте в присутствии доберман-пинчера Джека сказать в его адрес какие-либо нелицеподобные слова (например, «какой отвратительный пес», «противная собака» или что-либо в этом роде), и он не поленится тотчас же соскочить с дивана с весьма нешуточным намерением вам отомстить.

Замечено, и это вполне справедливо, что собаки, подобно детям раннего возраста (см. об этом гл. 4), реагируют на эмоциональную интонацию голоса человека: она может быть ласковой или гневной и т. п. Эта интонация, несомненно, помогает собакам воспринимать смысл сказанного. Именно поэтому опытные дрессировщики, в частности Л. И. Острцова, советуют владельцам собак при их обучении различным командам («сидеть», «лежать» и т. п.) произносить эти слова не с одной и той же, а с разной интонацией. В этом случае на первых порах собаки легче различают значение команд и быстрее их усваивают. Таким образом, чувствительность собачьего слуха к интонационной

структуре человеческой речи проявляется достаточно явно. Но вместе с тем, как об этом свидетельствуют вышеприведенные опыты А. В. Бару, собаки обладают и фонематическим слухом, то есть способностью к различению речевых звуков на основе тех же их признаков, что и человек. Поэтому собаки различают и слова, с какой бы интонацией они ни были сказаны.

Надо полагать, что, помимо специального обучения человеком, собаки, так сказать, в порядке личной инициативы запоминают значения многих слов и даже фраз из разговорной речи людей. Постоянное общение собаки с человеком этому весьма способствует. Ведь во многих домах она — «полноценный» член семьи, начиная с самого раннего щенячьего возраста. Немало значит и длительный исторический опыт приспособления собаки к человеку: она — самый древний друг человека. Скелетные останки собаки встречаются в древнейших захоронениях людей, датированных возрастом 12 000 лет.

Итак, она не говорит, но понимает, что говорим мы. Или почти все. Точнее, многое. Но вот в отношении «поговорить» дело обстоит хуже: не приспособлен собачий голосовой аппарат к членораздельной человеческой речи. Впрочем, попытки научить собаку речевым звукам имеются. Автор этих строк был свидетелем, как собака-боксер демонстрировала способность «произносить» слово «мама», точнее, последовательность звуков, весьма похожую на это слово. Но это, пожалуй, единственное слово, которое собаку еще можно пытаться научить ввиду его сравнительной артикуляционной простоты (для произношения слова «мама» на русском языке достаточно привести голосовые связки в звучание при закрытом рте и два раза открыть и закрыть рот). Недаром поэтому слово «мама» появляется первым в лексиконе ребенка и сходно по своему звучанию во многих языках.

Обезьяна разговаривает с человеком

«Мы не знаем, какая способность к умозрительному «мышлению» скрыта в сознании шимпанзе или орангутана. Но она, безусловно, никогда не проявится именно потому, что животных трудно научить использовать слова для обозначения предметов...

Шимпанзе могут выразить различные степени голода или жажды, но не могут сказать: «Я хочу банан» — так писали натуралисты Джулиан Хаксли и Людвиг Кох в 1964 году, выражая существовавшее в то время всеобщее мнение, ибо кто же мог предположить, что именно шимпанзе по имени Ушо всего лишь несколько лет спустя скажет человеку именно эти слова — «Я хочу банан», — правда, на языке жестов, пользуясь азбукой глухонемых.

Попытки научить обезьяну разговорной человеческой речи производились неоднократно, но не увенчались успехом. Даже воспитание детеныша обезьяны в человеческой семье, как это было предпринято еще нашей отечественной исследовательницей Н. Н. Ладыгиной-Котс, а недавно — американскими зоопсихологами Кей-том Хойесом и его женой, воспитывавшими у себя дома детеныша шимпанзе начиная с трехдневного возраста и до шести лет, не дало никаких результатов. Ребенок человека научился говорить, а обезьяна так и не приобрела дара человеческой речи. Хотя обезьяна Вика — так звали шимпанзе — научилась понимать много слов, произносить же, и то кое-как, она смогла лишь три слова: «мама», «папа» и «чашка» («кэп» — по-английски).

Неуспех такого рода экспериментов, однако, объясняется не тем, что обезьяна безнадежно глупа и у нее нет потребности что-то сообщить, а тем, что голосовой аппарат обезьяны, включая мозговые центры управления, устроен иначе и не способен воспроизводить сложные звуко сочетания человеческой речи, несмотря на всю «человекообразность» высших обезьян.

Приняв такую точку зрения, американские зоопсихологи супруги Ален и Беатрис Гарднер решили научить обезьяну не акустическим, а зрительным сигналам, то есть системе знаков, которой пользуются глухонемые люди для разговора между собой (движения пальцев, головы, рук), благо руки и пальцы обезьяны обладают достаточной для этого подвижностью. Опыт полностью удался. Молодая обезьяна-шимпанзе Ушо в течение нескольких месяцев овладела несколькими десятками знаков-слов, из которых она составляла предложения из семи-восьми слов. Ее словарный состав вскоре составил около 300 (!) слов, которыми она изъяснялась с людьми достаточно творчески. Например, выражая желание открыть холодильник и есть, она составляла зна-

ки; «открытый холодный ящик — есть — пить». Многие фразы она придумывала сама. Например, «дай мне щечотку», то есть «пощечочи меня». Утку она предпочитала называть «птица-вода», несмотря на предложенное учителями специальное слово, а макаку-резуса, который ей как-то угрожал, она обозвала «грязная обезьяна».

Когда Уошо родила детеныша, он вскоре умер. Уошо долго сидела около него на корточках, беспрерывно вопрошая пальцами «бэби», «бэби», как бы ожидая ответа. Вскоре у нее родился новый детеныш, названный Секвоей, которого мать, по мысли экспериментаторов, должна научить грамоте, то есть языку жестов.

Другой американский ученый, Дэвид Примак, научил обезьяну Сарах разговаривать с человеком при помощи кусочков пластика различных форм и цветов, которые она должна была выкладывать по порядку. Каждому такому кусочку соответствовало определенное слово, и обезьяна, выучив около 130 слов-символов, научилась составлять предложения типа: «Сарах — положить — абрикос — красная — миска — виноград — банан — зеленая миска». Исследователи считают, что разработанный ими метод обучения обезьян языку жестов может быть с пользой применен для обучения языковому общению людей, речевое развитие которых затруднено вследствие мозговых аномалий.

Удивительно способной оказалась горилла Коко, которую обучала языку американская исследовательница Ф. Паттерсон. Коко быстро освоила 375 знаков азбуки глухонемых и выражала при помощи их не только элементарные потребности есть, пить и т. п., но и свои сложные ощущения и эмоции. Она имеет представление о таких абстрактных понятиях, как «скука», «воображение», а также о прошедшем и будущем времени. Увидев лошадь с удилами во рту, она сигнализировала: «Лошадь печальна». «Почему?» — спросил ее учитель. «Зубы», — был ответ обезьяны. Коко очень не любит мыться в ванне. Когда ей показали фотографию другой обезьяны, которую ведут в ванну, она сообщила: «Я там плакать». Паттерсон считает, что в своем шестилетнем возрасте горилла Коко «похожа» на ребенка-дошкольника в период образования языка».

В недавнее время американские ученые применили электронно-вычислительную машину для обучения обезьян языку. Выражая ту или иную просьбу, обезьяна

должна нажимать на клавиши. Нажатую той или иной клавиши соответствует определенное слово, или, как его называют ученые, лексиграмма. При нажатии на клавишу на экране появляется изображение лексиграммы, при нажатии второй клавиши рядом возникает вторая лексиграмма и т. д. Если фраза составлена грамматически правильно, например: «Пожалуйста, машина, дай мне кусочек банана», — автомат выдает обезьяне то, что она просит. ЭВМ также перерабатывает нажатые обезьяной клавиши в звуки английской речи. Таким путем ученые надеются связать «язык клавиш», которым владеет обезьяна, со словами нормальной звуковой речи, научить обезьяну понимать значение слов устной речи и наладить с ней диалог. Как мы увидим далее в главе 3, по такому пути решили пойти также исследователи в своих попытках наладить диалог с дельфином (опыты Д. Батто).

Обезьяна Лана оказалась очень способной. Она выучила около 60 различных лексиграмм, из которых составляет самые различные фразы. Она не только просит что-либо поест или попить, но также просит открыть окно, включить кинопроектор, чтобы посмотреть фильм из жизни обезьян, включить магнитофон и т. п.

Исследователи считают, что эти действия обезьян не просто механическое оперирование знаками, а проявление способности обезьян к общению при помощи языка. К этому склоняет наличие элементов творчества обезьян в овладении ими словарным запасом. Так, например, обезьяна Лана однажды наблюдала, как один из сотрудников лаборатории заряжал автоматы едой и при этом невзначай положил себе в рот кусочек банана. Обезьяна страшно рассердилась. Она подбежала к клавиатуре и нажала на клавишу «Нет!», выражая тем самым свой решительный протест, и не как-нибудь, а словом! Именно этому конкретному случаю, разумеется, ее никто не учил.

В настоящее время ведутся опыты по научению различных группировок обезьян общению при помощи подобного рода символов. Время и опыт покажут, смогут ли обезьяны самостоятельно без помощи человека общаться на этом языке и, в частности, обучать друг друга овладевать этим языком. Во всяком случае потенциальные способности к этому они проявили достаточно убедительно.

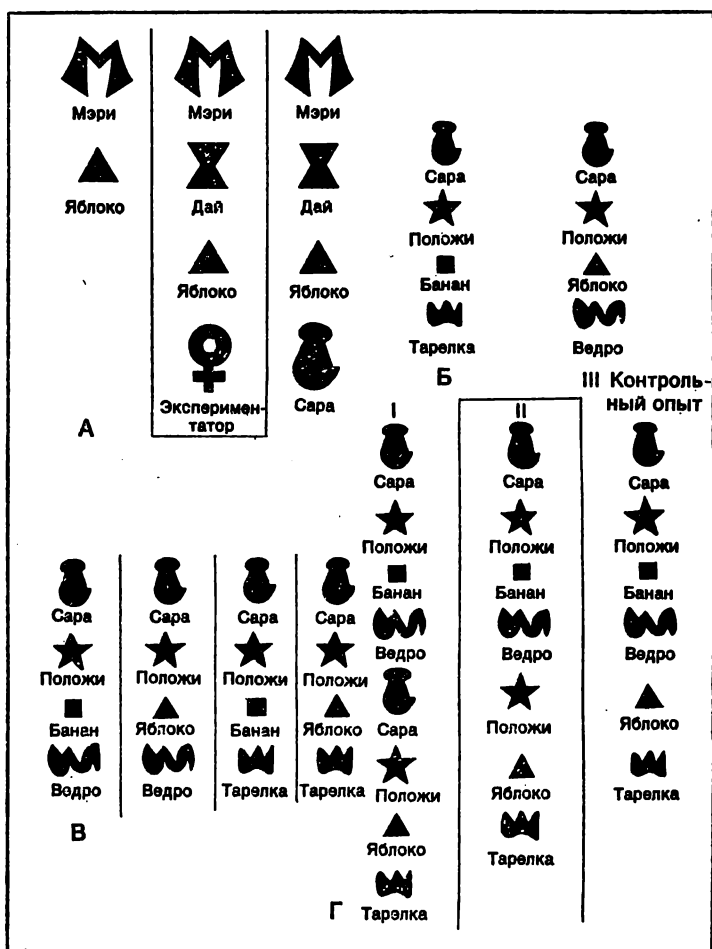


Рис. 18. Предложения, составленные шимпанзе Сарой из пластиковых фигур-слов

(по К. Прибраму, 1975). Слова она предпочла располагать «по-китайски» — сверху вниз

Звери-меломаны

В одной старинной немецкой балладе говорится о том, как музыкант-дудочник избавил город от крыс. Все они, очарованные звуками волшебной дудки, следуя за музыкантом, покинули город. «Сказка сказкой, а дело делом», — решила одна западная фирма и выпустила пластинку «Дудочник из Гамельна» (всего 2,98 доллара!). При проигрывании пластинки раздается истошный крик испуганной крысы, который и должен (фирма гарантирует!) изгнать всех крыс из вашего дома. Прием не то чтобы музыкальный, но достаточно эффективный, как мы увидим в главе о птицах.

Что же касается музыки, то животные, безусловно, реагируют на нее, и подчас довольно эмоционально. С незапамятных времен считалось, что пастушья дудка благоприятно действует на пищеварение коров — от ее звуков стада тучнеют. Известно, как лошади приободряются, заслышав звуки духового оркестра. Они прекрасно различают значение сигналов, которые играет труба кавалеристов («тревога» и т. п.). Еще Аристотель писал, что сибариты учили своих лошадей танцевать под звуки флейты. Этим воспользовались их враги во время войны. Когда сибариты пошли в наступление, враги заиграли на флейте, и лошади, вместо того чтобы нести всадников в бой, начали танцевать.

«Влияние музыки и цветов спектра на нервную систему человека и животных» — этот любопытный труд написал русский исследователь И. Догель еще в 1898 году. Автор доказывает, что как у человека, так и у кроликов, кошек, морских свинок и собак под действием музыки изменяется кровяное давление, увеличивается частота сердечных сокращений, уменьшается ритм и глубина дыхательных движений вплоть до полной остановки дыхания. Причем, как пишет Догель, у пинчера эти изменения были сильнее, чем у других собак: давление, например, изменилось на 70 мм ртутного столба.

Да что там животные и человек! Сегодня мы читаем и слышим фантастические вещи — на музыку реагируют даже... растения. Так, например, мимоза и петуния, «слушая» мажорные трезвучия, растут значительно быстрее, причем петуния зацветает на две недели раньше, чем обычно. Под микроскопом видно, как протоплазма растительных клеток ускоряет свои движения

под действием музыки и замедляет в тишине. Это было даже показано по телевидению.

Собаки прекрасно различают на слух музыкальные звуки, в частности консонирующие и диссонирующие созвучия. Это было доказано еще в лаборатории И. П. Павлова его сотрудником С. В. Клещевым путем выработки у собак положительных и отрицательных условных рефлексов на эти категории музыкальных звуков. Не потому ли собаки часто «поют», то есть начинают выть, заслышав пение или игру на музыкальных инструментах. Нам был известен пес по кличке Белый, который забавлял матросов в часы их досуга тем, что «пел» под аккордеон, задрав кверху голову и впадая в какое-то «торжественно-задумчивое» состояние.

Доберман-пинчер Буян — собака, принадлежащая музыкальной семье. Он всегда внимательно слушает, когда Оля играет на скрипке. Петть же он начинает отнюдь не на любую мелодию, а лишь на одну из частей фантазии на тему оперы Римского-Корсакова «Золотой петушок». Эта тема, по-видимому, особо созвучна его собачьим чувствам. Оля утверждает, что Буян, подвывая, пытается даже выдержать правильную тональность. Еще бы! Ведь собака все-таки из музыкальной семьи!

Вокальными способностями славятся обезьяны, в частности орангутан. Среди обезьян есть даже любители хорового пения. Во Франкфуртском зоопарке, например (по сообщениям 1974 г.), две пары сиамангов (человекообразные обезьяны из семейства гиббонов) очень любят петь квартетом. Начинают песнопение две самочки, старательно выводя свои музыкальные рулады. После чего к запевалам непременно присоединяются два самца, поддерживающие своих музыкальных подруг всей мощью мужских голосов. Поскольку обезьяны — сугубо общественные животные, развитие у них хорового пения вполне объяснимо. Замечено оно и в природных условиях среди некоторых видов обезьян, да и не только обезьян, а также гиен, волков, шакалов и других животных, ведущих стайный образ жизни.

Любопытные опыты по различению музыкальных звуков были поставлены с индийскими слонами в зоопарке города Мюнстера (Вестфалия). Как сообщает Ю. Чирков, исследователи Ренш и Райнер выработали у слонов условные рефлексы на шесть пар разных по

высоте звуков. Один из звуков в каждой паре был положительный, то есть на него слон должен был реагировать, а другой, отстоящий от него на один тон,— отрицательный, на который реакции не требовалось. Услышав положительный звук, слониха должна была просунуть хобот через решетку и ударить по специальной педали, в результате чего автомат выдавал ей кусочек хлеба в качестве награды. Эти действия она проделывала безошибочно и даже год спустя могла их правильно повторить. Здесь, как говорится, налицо и музыкальный слух, и музыкальная память! Слонам были предложены и более сложные задания. Для них сочинили специальные, так называемые «плюс и минус мелодии», каждая из которых состояла из трех нот. Слоны прекрасно различали и эти мелодии.

А как же слоны реагируют на настоящую музыку? Музыканты решили дать специально для них концерт. Соло на скрипке «О моя нежная волынка» слонам явно понравилось. Зато любимый музыкантами квартет Боккерини вызвал у слонов зевоту. А вот прослушав «Прелестную Габриэллу», слоны пришли в восторг. Они начали размахивать хоботами, покачивать своими массивными тушами в такт музыке и даже трубить! Они явно предпочитали низкие звуки баса и рога высоким флейтовым мелодиям.

Забавные опыты по восприятию музыки крысами были проведены исследователями из Техасского университета. Новорожденным крысятам они в течение двух месяцев ежедневно предлагали слушать разные категории звуков. Одна группа крысят слушала только музыку Моцарта, другая — только современную атональную музыку, наконец, третья группа новорожденных ежедневно обречена была слушать шум вентилятора.

После такого двухмесячного музыкального «воспитания» крысят поместили в специальную клетку с клавишами на полу. Становясь на разные клавиши, крысята могли вызвать любую музыкальную программу: Моцарта, атональную музыку или шум. Каким же из этих звуков крысы отдали предпочтение? Оказалось, большинство предпочли Моцарта, немногие — современную музыку, но никто из крыс не пожелал слушать вентилятор.

Как видно, «музыкальные вкусы» существуют даже у крыс, не говоря уже о слонах и собаках! А баллада

о дудочнике-крысолове из Гамельна, по-видимому, не так уж далека от истины. Это подтверждает история, происшедшая недавно в английском городе Саутпорт, что в графстве Ланкашир. На городской храм искусств — Цветочный зал — обрушилось бедствие в виде неимоверно расплодившихся мышей. Никакие традиционные меры — мышеловки, коты, ядохимикаты — не дали результатов. Но вот в зале состоялся концерт современной рок-музыки. Электроакустическая аппаратура усиления звука у ребят была на высоте. Привыкшая ко всему современная публика вынесла, а вот мыши... После концерта хвостатых меломанов как ветром сдуло. Их «музыкальные вкусы» оказались, по-видимому, более консервативными. Нет, как говорится, худа без добра.

Но может быть, от современной рок-музыки страдают лишь малогабаритные твари вроде мышей? Отнюдь нет, как свидетельствует другой примечательный случай. В финском городе Котка один из рок-ансамблей проводил репетиции в здании, расположенном поблизости от скотобойни. Таким образом, оглушительные рок-вопли вынуждены были слушать толстокожие буренки. Они, конечно, не могли сбежать, как мыши из Цветочного зала, но вот потребители мяса, поступающего с этой скотобойни, стали жаловаться на его необычный вкус. Исследования показали, что в мясе этих коров был повышен уровень щелочности в результате, как сочли специалисты, сильных эмоциональных потрясений, вызванных рок-музыкой.

Раз уж мы заговорили о воздействии современной музыки на животных, то естественно возникает вопрос, как же действует она на нас, людей. Такой эксперимент был проведен в Японии. Подопытными служили 120 кормящих матерей. Одни из них слушали европейскую классическую музыку, другие — джаз и поп-музыку. В результате оказалось, что у тех, кто слушал классическую музыку, количество молока увеличилось на 20—100 %; у тех, кто слушал джаз и поп-музыку, отделение молока сократилось на 50—20 %. Здесь уже напрашиваются и практические выводы.

Но вернемся к нашим братьям меньшим. В Бразилии был выведен новый вид пчел путем скрещивания местных пород с «иностранными». Продуктивность новых пчел оказалась рекордной, но вот беда — они стали на

редкость агрессивными: без разбора жалили скот, собак, обезьян и людей. Новая порода начала быстро распространяться, и положение создалось прямо-таки бедственное. Любопытно, что усмирить кровожадность пчел удалось музыкой: стоило на пасеке проиграть какую-нибудь симфонию, как агрессоры утихомиривались. Но при этом, как оказалось, и меда от них не жди: наслаждаясь музыкой, они переставали трудиться.

О поющих собаках и даже обезьянах нам было известно. Но поющий морской лев? Известно, что в природе голоса морских львов не отличаются музыкальностью; они представляют собой хриплый рев. Тем большей популярностью у публики пользуется один морской лев, выступающий с сольными номерами в океанариуме японского города Тоба на острове Хонсю. Голос у этого льва нежный и мягкий, и к тому же при пении он отбивает такт лапами.

Поющего тюленя повезло услышать одному датскому ихтиологу, работавшему на Гебридских островах. Не успел он установить свою аппаратуру под любопытствующими взорами островитян, как к берегу подплыли тюлени. Гебридцы хором пропели им народную песню. В ответ один из тюленей пропел эту песню... чистым контральто!

Дрессировщик знаменитого Маринлендского океанариума (США) Андрэ Коуэн выводит «на сцену» крупного серого дельфина, который по сигналу начинает исполнять для собравшейся публики популярную песню. Как и полагается на сцене, ему аккомпанируют труба и рожок. Нельзя сказать, чтобы голос у дельфина был чистым и сильным (для этого есть микрофон), зато какой музыкальный слух!

Но поющие дельфины — это жалкие дилетанты по сравнению с такими выдающимися профессионалами в вольном искусстве, какими являются их морские сородичи — киты-горбачи. Об этом, однако, мы поговорим несколько позже (см. главу 3).

Итак, к кому бы из зверей мы ни стали присматриваться (вспомним даже «пение» рыб!), все обнаруживают «музыкальные» способности. Похоже, все они взялись доказать, что музыкальное искусство — не только удел избранных (то есть нас, людей), но кое-кто в нем «разбирается» и из «братьев наших меньших».

Шутки шутками, а вопрос о «музыкальных способ-

ностях» животных представляет и немаловажный научный интерес: каковы причины их эволюционного происхождения и необычайной развитости у отдельных «особо одаренных» представителей животного царства? Ответов пока что мы не имеем. Может быть, потому, что стремление к гармонии как некой форме совершенства свойственно природе всего живого, но, естественно, в разной степени даже среди однотипных существ? Так, например, среди людей миллионы способны пассивно наслаждаться музыкой, значительно меньше — ее исполнять и совсем немногие — творить. Нельзя также забывать, что определенная часть людей абсолютно равнодушна к ее звучанию, считая, что «музыка — самый дорогой вид шума». Моцарт, Бетховен, Чайковский в шуме леса слышали музыку, а кто-то в музыке — слышит шум. И давайте не будем спорить: каждый слышит то, что он слышит (так же как и видит, кстати сказать). Не так ли и среди животных даже одного вида: определенная часть их равнодушна к сладким созвучиям, другая — весьма чувствительна и восприимчива, а кое-кто из «особо одаренных» оказывается способным и к активному «музыкальному творчеству». Примером тому может служить индивидуальная выраженность «музыкальных способностей» у птиц (у соловьев и др.), о чем мы поговорим в следующей главе.

Глава 2 Пернатые

певцы

Ветер песенку несет,
А куда — не знает,
Та, кому она, — поймет,
От кого — узнает.

М. Г л и н к а.
Жаворонок

Птицы и музыка. Лечение пением птиц

Голоса птиц связаны в нашем сознании с чем-то особенно приятным: они непроизвольно навевают ощущение живой природы, лесной тишины, летнего отдыха, душевного спокойствия. Невозможно представить себе, например, летний лес без птичьих голосов. Недаром поэтому в художественных радиопередачах режиссер вводит звучание птичьих голосов с целью создания у слушателей ощущения леса.

Изумительное разнообразие и музыкальность голосов птиц широко используются в музыкальном творчестве. Известны, например, многие песенки про кукушку с использованием подражания голосу этой птицы. Любопытные сведения об использовании композиторами птичьих песен для построения музыкальных произведений приводит А. С. Мальчевский. Оказывается, Н. А. Римский-Корсаков делал специально нотные записи птичьих голосов и вводил их в звучание большого симфонического оркестра. Так, в опере «Снегурочка» встречается звучание голоса кукушки, любимого композитором снегиря и других птиц. Некоторые считают, что Л. Бетховен в Пасторальной симфонии использовал мелодии пения соловья, перепела, кукушки, а в Шестой симфонии — песню иволги.

Своеобразие пения птиц трудно передать средствами инструментальной музыки. Поэтому некоторые компози-

торы предпочитают вводить звучание птичьих голосов в музыкальное произведение, так сказать, в натуральном виде. Такой способ предпочел, например, Респики в поэме «Римские линии».

Как бы ни очаровывало нас пение птиц, нужно признать, что мы довольствуемся лишь частью эстетической информации, которую несут птичьи голоса. Связано это с тем, что наш слух не может воспринять многие высокие обертоны в голосе птиц, простирающиеся в область не слышимых нами ультразвуков. Не различаем мы и быстрые трели, то есть частые изменения громкости и высоты звуков. Проведенные в нашей лаборатории исследования слуха человека показали, что наилучшим образом он различает подобные звуковые модуляции, если они не превышают 10 изменений в секунду. Более частые, как говорят специалисты, амплитудно-частотные модуляции звука сливаются для нашего слуха в трудно-различимые шумы. Птичье же щебетание часто как раз и состоит из таких частых модуляций, порядка 100—400 изменений звука в секунду, что не позволяет нам воспринять их.

С целью преодолеть эти трудности некоторые исследователи стали в последнее время прибегать к прослушиванию птичьих голосов при воспроизведении их магнитофонных записей в замедленном темпе. При замедлении в 2, 4, 8, 16 и более раз происходит во столько же раз понижение (уменьшение) частоты модуляций птичьего щебета, и он становится доступным для слухового восприятия человека. При этом также понижаются и становятся слышимыми и сверхвысокие звуки в голосе птиц — ультразвуки.

Известно, что предел человеческого слуха к восприятию высоты звука — это 13 000—18 000 Гц (в зависимости от возраста человека). Зона же наиболее хорошей слышимости звука для нашего слуха лежит в области 1000—3000 Гц. Поэтому, если мы хотим хорошо услышать ультразвуки в голосе птицы, поющей, например, с частотой 25 000 Гц, мы должны замедлить магнитофонную пленку при воспроизведении этих записей как минимум в 8 раз. Песни птиц при этом приобретают совершенно иную эстетическую окраску и нередко воспринимаются как весьма своеобразные музыкальные мелодии. Важно, разумеется, чтобы аппаратура (магнитофон, микрофон) обеспечивала запись этих ультразву-

ков в голосе птицы, чего, к сожалению, большинство наших бытовых магнитофонов не обеспечивает.

Изучение птичьих голосов подобным методом, получившее название «музыкальной орнитологии», успешно развивается, в частности, венгерским исследователем Петером Секе. Сходные методы замедленного воспроизведения магнитофонных записей ученые применяют и при изучении голосов ряда других животных, например летучих мышей и дельфинов, звукочастотные диапазоны которых лежат в области ультразвуков.

Эстетическое значение музыки в жизни человека трудно переоценить. Известно ее могучее влияние на развитие культурной, духовной, эмоциональной сферы людей. Вместе с тем давно известно благотворное применение музыки в медицинских целях. Согласно преданию, кровотечение раненого Одиссея было остановлено пением, а распространение троянской чумы — музыкой. Древнейший из врачей — Асклепий лечил больных пением и музыкой. В наши дни благотворное терапевтическое влияние музыки находит все большее научное обоснование и применение. Любопытно в этом отношении и судьба музыки птичьих голосов.

Еще много лет назад на курорте «Зеленый мыс» в санатории «Аджария» было создано отделение психо-профилактики и психотерапии, где нервные расстройства лечили... пением птиц. Как сообщил тбилисский корреспондент ТАСС Ю. Мурадели, «...их трели навевают больным целебный сон. Люди, страдающие бессонницей, после восьми или десяти сеансов этого необычного лечения засыпают без посторонней помощи. Исчезает головная боль, улучшается общее состояние». Известны подобные благотворные влияния птичьей музыки и в практике стоматологии. Недаром поэтому ши-



Рис. 19. Нотная запись песни
иволги, сделанная
А. С. Мальчевским

роекое распространение получили пластинки с записями птичьих голосов: птичья музыка имеет не только эстетическое, но и медицинское значение.

Их молчаливые предки

«Рожденный ползать летать не может»,— гласит известный афоризм М. Горького, характеризующий два диаметрально противоположных образа жизни. Не удивительно ли, что именно «рожденные ползать», то есть древние пресмыкающиеся — рептилии,— дали начало своим пернатым потомкам, основным способом передвижения которых стал полет? Наука располагает многочисленными доказательствами происхождения птиц от рептилий.

Не менее удивительно и то, что предки птиц, по-видимому, не отличались вокальными данными. Об этом можно судить хотя бы потому, что все современные рептилии — черепахи, змеи, ящерицы, крокодилы — имеют весьма скромные голосовые возможности, если не сказать — никаких. Большинство из них не имеет даже настоящего голосового аппарата и может издавать лишь самые примитивные звуки типа шипения или свиста. Так шипят змеи, ящерицы, черепахи. Более громкие звуки могут издавать гекконы, крокодилы, но их голоса очень примитивны и однообразны.

Не лучше обстоит дело и со слухом. Еще Ч. Дарвин заметил, что черепахи глухи. Более поздние исследования показали, что черепахи не реагируют на звуки свистка, звонка, трубы и даже выстрела. Ряд попыток образовать у черепах условный рефлекс на звуки также не увенчался успехом, поэтому было сделано заключение, что Дарвин прав.

Однако недавно провели электрофизиологические исследования слуха черепах, то есть регистрацию электрической активности слуховых нервов при воздействии звука. Эти опыты показали удивительные результаты: черепахи отлично слышат звуки, правда, только низкие, до 500—1000 Гц. Об этом убедительно свидетельствуют электрические импульсы их слуховых нервов и центров. У некоторых видов черепах острота слуха к восприятию низких звуков оказалась такой же, как у кошки. Загадкой остается, почему все же черепахи в большинстве случаев не желают реагировать на звуки,

хотя явно их слышат. Это тем более странно, что у большинства животных хорошо выражен так называемый ориентировочный рефлекс — четкая двигательная реакция на незнакомый звук, источник которого всегда таит для животного возможную опасность.

Хорошо слышат звуки и другие представители класса рептилий — крокодилы. Так, самка нильского крокодила стремительно спешит к кладке своих яиц, в которых перед самым вылуплением раздаются квакающие голоса ее детенышей.

Итальянский писатель и путешественник Фолько Куиличи писал, что туземцы с острова Фиджи выманивают из моря гигантских черепах путем длительного заунывного пения: «Трое островитян спрятались за черными скалами возле белого кораллового берега, печально и заунывно тянули «нению» — протяжную песню. Прошло несколько часов, солнце уже стояло высоко в небе и пронзало лагуну ослепительными ударами лучей-клинков. Внезапно из воды высунулась треугольная голова черепахи, несколько минут черепаха неподвижно лежала на поверхности. Пение усилилось, стало еще более тягучим. Черепаха поплыла к берегу. Тяжело вылезла из воды и поползла к скале. У нас осталось впечатление, что ее в самом деле манила к себе песня. Едва пение прерывалось, черепаха останавливалась. Возобновлялось — и черепаха по горячему песку ползла снова к скале, за которой прятались певцы. Так продолжалось до тех пор, пока из засады не выскочили

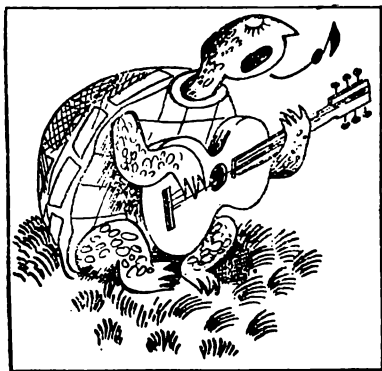


Рис. 20. Музыкальные способности животных — одна из интереснейших и неизученных областей биоакустики (рис. В. Чижикова)

двое мальчишек. Они молниеносно воткнули позади черепахи палку и ею, словно рычагом, опрокинули черепаху на спину. Та беспомощно взмахивала лапами, отчаянно пытаясь перевернуться. Любовь к пению стояла ей жизни».

В настоящее время фиджийцы не утратили традиционной способности выманивать черепах из моря при помощи пения. Свидетелем этого их удивительного искусства был недавно биолог Луи Марден, специально для этой цели посетивший Фиджи. Любопытно, что именно продолжительное, протяжное пение привлекает черепах, а не какие-либо иные звуки, издаваемые людьми на берегу.

Истории с «танцующими» под дудку факира кобрами не менее удивительны и загадочны. Считается, что змеи глухи. У них даже, увы, нет барабанной перепонки. Поэтому феномен «танцев» объясняли зрительным восприятием змеей дудки факира, которую он раскачивает в такт мелодии, или вибрационным восприятием звуковых колебаний.

Но дело оказалось не так просто. Проведенные опыты, опять-таки электрофизиологические, показали, что змеи все же слышат не только вибрацию, но и звуки, хотя и в довольно узком диапазоне частот. Об этом неопровержимо свидетельствует возникновение электрических потенциалов в слуховых отделах мозга змей в ответ на звуковые сигналы. При перерезке слухового нерва электрические ответы исчезают. К тому же мы вспоминаем, что некоторые виды змей умеют свистеть, а самцы некоторых видов черепах — даже «петь»; то есть издавать несколько примитивных звуков в период спаривания.

Таким образом, не пришлось бы нам пересмотреть общепринятую точку зрения, что змеи глухи. Их избирательная чувствительность к музыкальным звукам, так же как и у черепах, поразительна и загадочна. Уж не являются ли «рожденные ползать» скрытыми меломанами? И не эта ли их загадочная особенность явилась основой для возникновения в процессе эволюции необычайных вокально-музыкальных способностей у их пернатых потомков? Эта проблема еще ждет своих исследователей.

Тайна птичьей голосистости

Птицы — виртуозные «музыканты». Одна из причин этого в том, что они обладают весьма оригинально устроенным «музыкальным инструментом». С голосовым аппаратом человека он имеет черты как сходства, так и существенного различия. Сходство в том, что оба этих голосовых аппарата принадлежат к типу духовых «музыкальных инструментов», звук в них образуется за счет движения воздуха, выдыхаемого из легких. Воздушная струя приводит в колебание упругие перепонки, которые и рождают звуковую волну. У человека такими перепонками, или вибраторами (источником звука), являются голосовые связки, расположенные в гортани. У трубача роль вибратора выполняют вибрирующие губы, особым образом вставленные в мундштук духового музыкального инструмента. Высота голоса определяется степенью мышечного натяжения голосовых связок: чем больше связки натянуты, тем выше звук. Сила голоса зависит от плотности смыкания голосовых связок и воздушного давления в легких: более сильные звуки образуются за счет более плотного смыкания связок и большего воздушного давления из легких.

Любой музыкальный инструмент, кроме источника звука, должен иметь резонатор или даже несколько резонаторов, усиливающих звуки, рожденные вибратором. Основными резонаторами в голосе человека являются глотка, ротовая и носовая полости, а также трахея.

Долгое время считали, что голосовой аппарат птиц устроен так же, как и у человека. Однако оказалось, что у пернатых певцов не одна гортань, а целые две: верхняя (larings), как у всех млекопитающих, и, кроме того, нижняя (sirings). Причем главная роль в образовании звуков принадлежит как раз не верхней, а именно нижней гортани, устроенной очень сложно.

Наличие нижней гортани — это оригинальное эволюционное приобретение птиц, не встречающееся у других животных. Располагается нижняя гортань птиц в нижней части трахеи, как раз там, где трахея разветвляется на два главных бронха.

Оригинальность ее строения заключается в том, что она имеет не один вибратор, или источник звука, как у человека и всех других млекопитающих, а два или даже целых четыре (!) вибратора, работающих неза-

висимо друг от друга. Таким образом, голосовой аппарат птицы представляет собой как бы мини-оркестр (дуэт или квартет), при помощи которого птица и исполняет виртуозные «музыкальные произведения». Строение нижней «певческой» гортани птиц так сложно и так значительно различается у разных видов птиц, что у исследователей до сих пор нет единого мнения о механизмах ее работы.

Образование у птиц второй гортани в нижнем отделе трахеи дало возможность использовать трахею в качестве сильнейшего резонатора. У многих птиц трахея сильно разрастается, увеличиваясь в длину и в диаметре. Увеличиваются в объеме также и бронхи, в каждом из которых у многих птиц находится по независимому источнику звука. Движениями тела и натяжением специальных мышц птица может в значительной степени изменять форму этой сложной системы резонаторов и таким образом управляет высотой и тембром.

Ритмические характеристики звука зависят от работы верхней гортани, выступающей в роли своеобразного стоп-крана на пути звукового потока и работающей в рефлекторном содружестве с нижней гортанью.

Голосовой аппарат птиц по своим размерам занимает значительную часть тела (гортань вместе с резонаторами). Особенно это характерно для маленьких певчих птичек. Поэтому в процесс пения у них вовлекается весь организм. Понаблюдаем хотя бы за вездесущей певчей птичкой зябликом, когда он, сидя на каком-либо видном месте, исполняет свою незамысловатую демонстративную песенку с характерным росчерком в конце. Все тельце птички трясется от напряжения, шейка вытянута, маленький ротик широко раскрыт, как воронка, давая простор переполняющим его грудь звукам, слегка растопыренные крылышки и хвостик трепещут в такт издаваемым трелям. Пение целиком захватывает птицу эмоционально и физически.

Разнообразие в строении голосового аппарата и способах издавания звука соответствует и разнообразию самих звуков голоса пернатых певцов. Они простираются от низких басовых криков, характерных для гусей, уток, ворон, до высочайших мелодических свистов у певчих птиц из семейства воробьиных.

В начале 60-х годов в голосе птиц были обнаружены даже ультразвуковые обертоны, не воспри-

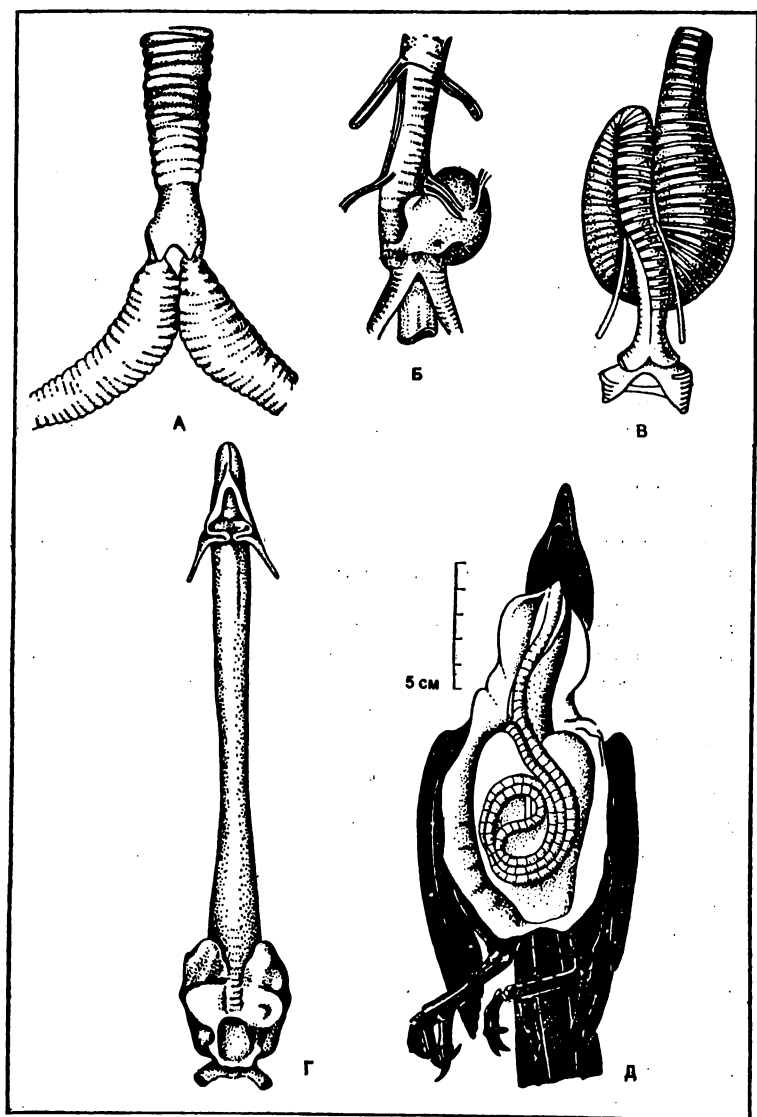


Рис. 21. Тайна птичьей голо-
систости в том, что у них
имеется вторая (нижняя)
певческая гортань и сложная
система резонаторов, роль
которых выполняет увеличен-

ная трахея: А — серый
гусь; Б — абиссинский гусь;
В — черный крак; Г — те-
терев; Д — птица-трубач
(по В. Д. Ильичеву, 1975)

нимаемые слухом человека (зарянка, просянка, серая славка, зеленушка и др.). Ультразвуковые обертоны голоса у певчих простираются до 50 000 колебаний в секунду. Встречаются даже некоторые виды птиц, песня которых целиком состоит из ультразвуков. Мы видим, как эта птичка широко раскрывает рот и вся напрягается, несомненно, издавая звуки, но самих звуков не слышим, так как они находятся выше пределов нашей слуховой чувствительности, то есть в области ультразвуков.

Столь же недоступны для нашего слуха оказываются и ритмические модуляции пения многих птиц. По мнению Гринволта, разрешающие возможности птичьего голосового аппарата в этом отношении в 50—100 раз превышают возможности слуха человека. Таким образом, мы, люди, слышим голоса птиц совсем не так, как сами птицы, воспринимая звуковой узор, генерируемый чудо-голосовым аппаратом птицы, лишь частично.

Подобно истинным музыкантам, птицы не довольствуются для образования звуков только голосовым аппаратом, а используют для этой цели и другие «музыкальные инструменты»: клюв, лапы, крылья и даже хвост. Таким образом, для акустических целей при необходимости используются («по совместительству») органы, служащие обычно для другой цели. Дятел, отличный барабанщик, пользуется также и «барабаном», подыскивая для этой цели хорошо звучащее сухое дерево или резонирующий сук. А. С. Мальчевский наблюдал, как дятел иногда использует в качестве барабана даже пустые консервные банки и куски железа, только была бы достаточно далеко слышна его барабанная дробь, имеющая, как известно, смысл призывной весенней песни самца.

Белый аист предпочитает исполнять любовную серенаду своей подруге также не голосом, а щелкая клювом. При этом он откидывает голову далеко на спину, вытягивает назад язык, образуя, таким образом, хорошо резонирующую ротовую полость для усиления звука. Известно, что щелканье клювом на разный манер практически заменило у этой птицы голосовое общение. Щелканьем клювом широко пользуются хищные птицы (совы, орлы) в качестве сигнала угрозы, недвусмысленно напоминающего противникам и о прямом назначении этого их своеобразного «музыкального инструмента».

Любопытный способ «пения хвостом» наблюдается у бекасов во время брачных полетов за счет вибрирования от тока встречного воздуха рулевых хвостовых перьев. Возникающий от этого звук удивительно напоминает бляение барашка, отчего эта птица и получила в народе название «лесной барашек». Издавание звуков при помощи крыльев (шум, хлопанье, фыркание, свист во время полета и т. п.) — весьма характерные способы звукообразования у птиц, имеющие нередко сигнальное значение (вспомним, например, боевой клич обыкновенного петуха, сопровождающийся, как правило, хлопанием крыльев, а также хлопанье крыльев у тетеревов и глухарей во время токования).

Однако как бы ни были многочисленны и разнообразны «инструментальные» звуки, издаваемые птицами, основное значение для их подавляющего большинства имеет истинный голос, образующийся в специальном птичьем «музыкальном инструменте» — нижней гортани. Разрешающие возможности такого рода голосового аппарата — фантастические. Достаточно сказать, что многие птицы обладают способностью не только перенимать песни других видов, но и имитировать голос человека и даже индивидуальные особенности его тембра (скворцы, попугаи и др.), о чем мы специально поговорим в другом разделе.

«Я пою — следовательно, существую»

«Я пою — следовательно, существую» — так начал одну из своих недавно опубликованных научных статей о птицах американский ученый Дж. Черфаз, подчеркнув тем самым исключительно важное биологическое значение звуковых сигналов в жизни птицы. Вот уж поистине голос дан птицам для того, чтобы обеспечить себе существование. Отнимите у них этот дар, и многие их виды погибнут, так как не смогут обеспечить охрану своей территории от вторжения чужаков (обеспечение пищевых ресурсов), не смогут привлечь самку для выведения потомства, уберечь сородичей и своих птенцов от грозящей опасности и т. п.

Специалисты насчитывают в языке птиц десятки звуковых сигналов, при помощи которых птицы «переговариваются», сообщая друг другу ту или иную инфор-

мацию (сигналы бедствия, предостережения, пищевые, сигналы ухаживания, спаривания, агрессивные, стайные, гнездовые и т. п.). Даже такое примитивное, казалось бы, создание, как наша домашняя курица, насчитывает в своем «лексиконе» до десятка подобных сигналов. При этом любопытно, что сигнал тревоги у курицы четко различается в зависимости от того, какой враг на нее нападает: воздушный или наземный. Так, при появлении воздушного хищника курица реагирует протяжным слитным криком, а при наземной угрозе (кошка) — дробным сигналом.

Биологическое значение тех или иных голосовых звуков птиц выявляется уже путем простого наблюдения и сопоставления характера издаваемого птицей звука и особенностями поведения в этой ситуации как самой птицы, так и ее сородичей. Ученые-орнитологи демонстрируют здесь удивительную наблюдательность, изобретательность, а также прекрасный музыкальный слух и память, позволяющие им изучать и классифицировать многотысячные вариации птичьих голосов.

Типы	Варианты
1 /	
1' \	
2 /	
2' \	
3 —	
4 —	
4' —	
5 —	

Рис. 22. Слоги и комбинации слогов, встречающиеся в песне зарянки (по результатам обработки сонограмм).

Движение линии вверх соответствует повышению звука, а вниз — понижению (по Д. Бремонду, 1968)

Вместе с тем здесь возникает необходимость как-то объективно зарегистрировать птичий голос. Мы уже упоминали о нотных записях птичьих песен, употребляемых А. С. Мальчевским и некоторыми другими исследователями. Орнитолог А. Н. Промтов рекомендовал также записывать птичьи песни близкими по характеру звуко сочетаниями человеческой речи. Так, например, короткая песня иволги в три-четыре низких свистовых (флейтовых) тона звучит как «фитиу-лиу». Пеночка-весничка, прыгая по веткам, издает короткие «фюить» и т. п. Этим методом мы широко пользуемся в жизни для обозначения голосов уток («кря-кря»), ворон («кар-рр»), кукушки («ку-ку») и др. Добавление к нотной записи таких слоговых обозначений значительно повышает точность передачи характера и более сложных песен.

По аналогии с человеческой речью и пением птичью песню принято делить на отдельные элементы, называемые «нотами» или «слогами». Многие песни состоят из одного-двух слогов, но бывает и больше. Так, у пеночки-теньковки в песне от 13 до 24 слогов. Более сложные части песен, состоящие из нескольких слогов, называются уже «мотивами», «фразами» или «коленами», как, например, у соловья.

При изучении птичьего языка широко используется магнитофон: голос птицы в той или иной ситуации записывается на магнитофонную ленту, а потом воспроизводится. При этом наблюдают, как птица реагирует, то есть понимает те или иные «слова» и «фразы» голоса в записи. Этот метод позволил установить, что птичья песня подчас имеет широкий смысл для другой птицы и понимается по ситуации: например, в период размножения песня может служить как призывный сигнал для самки, а в период высиживания птенцов — как сигнал занятости территории. Путем предъявления отдельных частей песни было установлено, что сигнальное значение несут подчас не все элементы песни, а лишь некоторые, а другие «фразы» прибавляются, так сказать, для красного словца.

Территориальные и другие споры в животном мире решаются довольно четко: побеждает сильнейший. Но если среди других зверей решающее значение имеют рога, клыки, когти, мускулы, то среди певчих птиц — голосовое превосходство. Правда, дерущиеся воробьи

(да так, что только перья летят!) — явление, не редкое. Но вот среди соловьев... Впрочем, предоставим слово Н. А. Соколову, описавшему такой любопытный случай: «В саду над кустом сирени взлетели две серенькие птички. Взлетели и стали драться. Они столкнулись в воздухе и с тревожным писком упали в куст. Прошла минута, другая... И вот запел соловей. Сразу же, пу, может, на секунду попозже, другой рассыпал свою трель. Чудесные пересвисты сменялись щебетанием, потом начиналась нежная стукотня, катились тихие раскаты. Было немного странно слышать, что два соловья распевают в одно время, да еще так долго, с каким-то задором, заглушая друг друга. Иногда птицы затихали. Казалось, они устали и вот-вот прекратят свое состязание. Но это были лишь сменяющиеся коленца, все новые и новые переливы чудесной песни. Так продолжалось несколько минут. Песня одного соловья с каждой секундой звенела все сильнее и сильнее. Трель другого слабела, потом как-то неожиданно оборвалась, словно певец поперхнулся. И больше уже не возобновлялась. Затихший соловей выпорхнул из куста и улетел. А другой, самый голосистый, все распевал, не умолкая».

Нетрудно представить, что мог сказать соловей-победитель своему сопернику, наверное, что-то вроде: «Мой голос сильнее и красивее. Значит, я и сам сильнее тебя и интереснее. Уверен, что любая соловьица предпочтет меня, а не тебя. Поэтому территория эта моя, убирайся прочь, поищи себе другую территорию!» А может быть, участники «конкурса «вокалистов» хотели сказать друг другу нечто иное, более сложное... Бесспорно только одно: птичья песнь поется отнюдь не для забавы в часы досуга, а несет для соплеменников важнейшую, биологически значимую информацию, в соответствии с которой регулируется их поведение и выясняются взаимоотношения между членами общества.

Важной особенностью птичьего языка является так называемая его видоспецифичность, то есть понятность особям лишь своего вида. Так, призывная песня самца одного вида, например короткопалой пищухи, оставляет совершенно равнодушной самок другого вида, причем весьма близкого, например обыкновенной пищухи. Даже такой непревзойденный вокальный виртуоз, как соловей, не может своим пением привлечь самку, например,

воробья: для воробьихи примитивное чириканье воробья-самца, надо полагать, звучит как несравненно более сладкая музыка. Это важное биологическое свойство птичьего языка обеспечивает биологическую устойчивость, сохранность вида. Нередко птицы очень близких видов, практически неразличимые по внешним признакам, различаются по характеру песни, и именно характер песни служит основанием для их классификационного разделения на отдельные виды. Однако сильная географическая удаленность особей одного и того же вида нередко приводит к тому, что они начинают вырабатывать свои особенности языка и перестают понимать друг друга. Так, например, французские вороны и чайки не реагируют на крики бедствия своих кровных родственников, живущих в Америке.

Голоса певчих птиц настолько индивидуально разнообразны, а слух настолько изощрен, что они прекрасно различают своих близких сородичей по характеру песни. Так, птица-самка безошибочно отличит пение своего супруга от пения чужого самца своего же вида. А это уже очень важно для поддержания у птиц семейных отношений. Вместе с тем, несмотря, казалось бы, на такую «узконациональную» и индивидуальную специализацию, язык птиц обладает, так сказать, и «интернациональными» (межвидовыми) свойствами: способностью понимать друг друга обладают птицы разных видов. Так, например, всему птичьему населению в лесу понятен крик синички, обнаружившей сову: к этому месту немедленно слетаются десятки птиц, демонстрируя свою агрессивность по отношению к ночному хищнику. (Кстати, если вы хотите записать крики тревоги пернатых обитателей леса, то для этого достаточно выставить в лесу чучело совы, как это советует А. С. Мальчевский.) Беспокойное стрекотание сороки, обнаружившей в лесу охотника, оповестит о его приближении и насторожит не только других птиц, но также волка, медведя и всех других обитателей леса.

Любопытное наблюдение приводит М. М. Пришвин: «Летит ворон и кричит. Нам хоть бы что. А лисичка наострила ушки в кустах и спешит в поле. Ворон летит и кричит наверху, а внизу по крику ворона во весь дух мчится лисица. Ворон опускается на падаль, и лисица уж тут как тут».

Живет на свете целое семейство птиц под странным названием «медоуказчики». Имя свое получила эта птица за удивительную способность указывать дорожку медведю к лесному улью диких пчел. Летит к медведю птица и кричит странным трескучим голосом. А медведь ее понимает, идет за ней по ее крику, и приводит она его к старому дуплу, где и замолкает. Садится и ждет, пока медведь взломает дупло и наестся меда. От этой трапезы и птице немало перепадает. Более того, считается, что такой способ пропитания и является основным средством добывания пищи у медоуказчиков. Справедливость афоризма «я пою — следовательно, существую» вряд ли здесь вызовет у кого сомнение.

Несмотря на большие успехи в изучении птичьего языка, здесь остается еще много неясного: слишком он многообразен и сложен. И по-видимому, более сложен, чем это представляется.

Как-то деревенские шалуны подложили в гнездо аистов несколько утиных яиц. Для многих птиц такая замена остается незамеченной. Курица, например, старательно высидит утят или гусят. Голубь с глубокомысленным видом будет насиживать даже чернильницу. А вот чета аистов страшно обеспокоилась. Они долго «обсуждали» это странное, с их точки зрения, явление на своем языке, щелкая клювами. К их гнезду собрались другие аисты, которые также приняли эмоциональное участие в «обсуждении» происшедшего. Когда же гости разлетелись, случилось непредвиденное: потерпевшая самка аиста поднялась высоко в воздух, и камнем упав вниз, разбилась насмерть. У нас, людей, невольно напрашивается вопрос: не был ли этот ее поступок результатом «общественного обсуждения» сложившейся ситуации, а может быть, и «осуждения» ее как «ответственной» за кладку яиц? Разумеется, зоолог будет здесь искать проявление каких-то примитивных рефлексов и инстинктов. Но не слишком ли мы подчас упрощаем поведение животных, лишая их права иметь сложную психологию своего общественного поведения (разумеется, в рамках законов своего сообщества!), сложные эмоциональные состояния и, наконец, более сложный язык, чем мы привыкли считать?

Родители и птенцы

Не удивительно ли, что звуковую связь с родителями птенцы устанавливают, еще будучи в яйце, за несколько дней до вылупления? Практически сформировавшиеся птенцы уже подают об этом знать своим родителям своеобразными звуковыми сигналами.

Американские и советские исследователи, изучив эти сигналы и реакцию на них наседки, пришли к поразительному выводу: яйцо «разговаривает» с курицей! Выделено около десятка сигналов этого необычного общения. Яйцо «издает», например, резкий звук, условно названный «пусти меня». Он напоминает писк только что вылупившегося цыпленка, если его взять на руки. Высокий чирикающий звук выражает удовольствие. Иногда из яйца слышится ищущий и тревожный сигнал, который вылупившийся птенец будет издавать, когда захочет угнестись под крылом своей матери. Услышав этот сигнал, наседка отвечает яйцу квохтаньем или движениями, в результате чего птенец в яйце успокаивается. Он реагирует высоким писком на тревожный предупредительный сигнал курицы о появлении врагов, звуком удовольствия на успокоительное квохтанье курицы или на ее сигнал в связи с появлением пищи и т. п.

Зачем же понадобилось природе организовывать такое преждевременное общение курицы с невылупившимся птенцом? Исследования показали, что такой предварительный контакт очень полезен: цыпленок, еще будучи

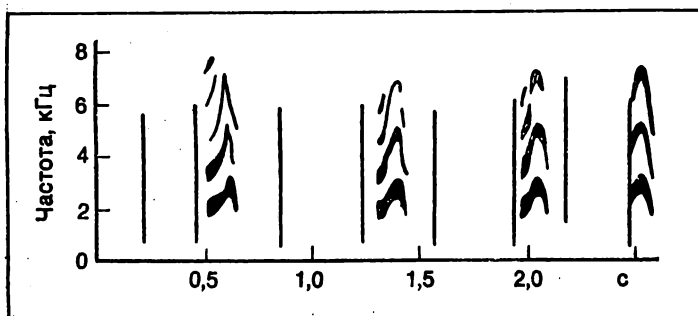


Рис. 23. Голос птенца кряквы, находящегося в яйце, за 12 ча-

сов до вылупления
(по В. Д. Ильичеву, 1972)

в яйце, уже готовится к появлению на свет, усваивает сигналы курицы-наседки, а через нее — и основные ситуации внешней среды, с которыми он вскоре столкнется (пища, враги и т. п.). В результате он появляется на свет более подготовленным к своей далеко не легкой и небезопасной цыплячьей жизни.

После вылупления из яйца звуковая связь с родителями продолжает усложняться, и ее жизненно важная роль для птенцов усиливается. Достаточно сказать, что родители предпочитают кормить в первую очередь того из птенцов, который выражает свой голод наиболее громким криком и, естественно, наиболее широко раскрытым ртом.

Еще большее значение имеет голосовая связь родителей и птенцов после их слета с гнезда. В этот период они еще не способны кормиться самостоятельно и продолжают существовать на родительском иждивении. Птенцы иволги, например, рассевшись по ветвям в кроне дерева, возвещают о своем голоде громким криком. Чем более голоден птенец, тем громче и настойчивее крик и тем более вероятно, что кормящие родители обратят на него внимание. Съевший жирную гусеницу замолкает, впадая в сонное забытие, а проголодавшийся вновь поднимает требовательные вопли. Здесь уж, что называется, г о л о с в буквальном смысле к о р м и т п р о с и т е л я и спасает его от голодной смерти, ибо, будь птенец молчалив, родители и не подумают кормить его.

Интересные исследования роли голосовых и зрительных стимулов для кормящих родителей провела доктор биологических наук Е. Дерим-Оглу. Вот гнездо синичек, поселившихся в искусственном синичнике на старом дубе. Родители беспрестанно носят корм для десятых прожорливых птенцов. Подлетая к гнезду, родитель издает чуть слышный крик, в ответ на который раздаются громкие крики голодных птенцов. Исследователь заменил птенцов синицы на птенцов пеструшки-мухоловки, голоса которых были, разумеется, другими. Когда синица-мать прилетела с кормом и пискнула, ей никто не ответил. Птицу-мать, так же как и подлетевшего самца, охватило сильное беспокойство. Они долго беспомощно метались, а потом сидели на ветке, трепеща крылышками от волнения, отнюдь не пытаясь кормить чужих птенцов. Лишь много времени спустя, они,

подчинившись сильному родительскому инстинкту, как бы нехотя, изредка стали приносить корм чужим птенцам, но при этом уже не издавали привычных предупредительных звуковых сигналов.

Значение звуковой сигнализации между родителями и птенцами особенно важно для тех видов птиц, которые гнездятся в дуплах и, таким образом, не могут видеть своих птенцов. Для видов же, гнездящихся открыто в гнездах, большое значение имеет еще и зрение, позволяющее им отличать собственных птенцов от подкидышей другого вида: при наличии в гнезде своих и чужих птенцов птица предпочитает все же кормить своих птенцов, как это свидетельствуют опыты Дерим-Оглу. Если же в гнезде остается только чужой голодный птенец, то здесь нередко птица также после видимых колебаний и «переживаний» начинает кормить и чужака. Недаром поэтому кукушонок, вылупившийся в чужом гнезде, стремится выбросить из гнезда птенцов своих приемных родителей.

Дерим-Оглу описывает еще один забавный опыт, при котором можно было наблюдать, как дрозди пытались кормить лягушек, посаженных вместо ее птенцов в гнездо со связанными ногами (чтобы не выпрыгнули) и широко раскрытыми, как у птенцов, ртами, что достигалось вставленной соломинкой-распоркой. Подобный любопытный случай описан Н. Тинбергеном: птица-кардинал, очевидно, потерявшая своих птенцов, долгое время кормила рыбку, высовывающую из воды свой раскрытый рот. Но факты эти следует, очевидно, расценивать как проявление у птиц могучего инстинкта заботы о потомстве в случае утраты собственных птенцов.

В колониях чаек, где царит невообразимый шум и гам от многотысячных голосов родителей и их птенцов, каждый птенец прекрасно различает голоса родителей, так же как и родители безошибочно находят местоположение своих птенцов по их голосам. Это можно объяснить только наличием индивидуальных акустических особенностей голосов каждой птицы и ее птенца и соответствующей настройкой слуха родителя и птенца на эти особенности голоса своих ближайших родственников. Подобные акустические каналы связи тянутся от родителей к детям не только у птиц, но и у других животных, живущих колониями, например, на лежбищах моржей и морских котиков, где также царит тысяче-

лосый рев, в шуме которого каждый зверь находит членов своей семьи по голосу (не исключено, конечно, здесь участие и других органов чувств, например, обоняния). Имеются подобные связующие акустические каналы и у человека. Еще И. П. Павлов, приводя известный факт, что спящая мать не реагирует на множество посторонних звуков, но тотчас же просыпается от слабого писка своего ребенка, объяснял его тем, что в мозгу матери имеется, как он говорил, «особый сторожевой пункт», настроенный на голос своего ребенка. Подобные сторожевые пункты имеются, очевидно, и у всех матерей животных и птиц. Образно говоря, эти мозговые пункты представляют собой нечто вроде замков, закрытых для посторонних звуков, но легко открывающихся «акустическим ключом» голоса собственных детенышей.

Соловьиные консерватории

«Каждая птица с первого дня своей жизни учится»,— писал А. Н. Промтов. В развитии голоса птицы от примитивных птенцовых криков до песни взрослой особи огромную роль играет та звуковая среда, в которой птенец воспитывается в самый начальный период своей жизни. Французский естествоиспытатель Ф. Дантек описывает такой интересный опыт: «Я воспитал коноплянок, взяв их птенчиками из гнезда, с тремя жаворонками, обладавшими наилучшим голосом... Каждая коноплянка вместо того, чтобы петь так, как это свойственно ее виду, целиком восприняла манеру своего учителя. Когда манера пения коноплянки, обученной жаворонком, вполне установилась, я три месяца держал ее в одной клетке с двумя обыкновенными коноплянками; коноплянка не заимствовала у своих новых сожителей ни одного приема, но целиком сохранила манеру пения жаворонка... Для успеха этого опыта птенчиков надо взять из гнезда через день или два после того, как они вылупились из яйца. Ибо через три-четыре недели птенцы уже усваивают крик своего вида, хотя они в течение этого времени только слышали его, но ни разу не выпускали».

Описанное явление, свидетельствующее о решающем значении обучения в самый начальный период жизни, характерно не только для птиц и других животных, но и для человека. Известны печальные случаи попадания

людей в логово зверей в раннем возрасте, как это, например, описано в сказке Киплинга «Маугли». В результате такого длительного пребывания ребенка среди зверей, не слыша человеческой речи, он не приобретает дара речи, а усваивает манеру голосового общения своих невольных учителей — зверей. Если даже такой Маугли снова попадет в человеческую среду, то возникают большие трудности обучения его речи, так как миновал тот благодатный период, в течение которого ребенок прочно усваивает систему речевых человеческих звуков. Факты эти, кстати, говорят, что обучение детей иностранному языку, равно как и музыке, наиболее эффективно не в школьные, а в более ранние годы.

Но вернемся снова к нашим пернатым певцам. Бесспорные лавры первенства среди них все любители птичьего пения отдают соловью. «На истинных поклонников и ценителей прекрасного соловьиное пение производит глубокое впечатление и заставляет их нередко проливать слезы умиления», — писал Х. Л. Брем в своем руководстве по приручению и разведению комнатных певчих птиц.

Своим чудесным вокальным мастерством соловей обладает отнюдь не от рождения, а должен приобрести его в процессе длительного обучения. От природы у него имеется лишь более или менее выраженная способность к обучению певческому мастерству, которая далеко не всегда приводит к истинному совершенству. Как это имеет место и у людей, в соловьиных «консерваториях» бывают хорошие и плохие учителя и, разумеется, талантливые и бездарные ученики. «Способности подражать чужому пению у иных соловьев вовсе нет, у других же они развиваются только в старости... — писал Брем. — Плохие соловьи часто портят хороших, помещенных подле них; последние подражают легким переходам, не упражняются в более трудных. Соловьев лучше поэтому держать отдельно от других птиц. Молодые соловьи навсегда остаются плохими певцами, если только их вовремя не помещают подле старых» (хорошо поющих. — В. М.).

Любопытные детали обучения соловьев вокальному мастерству находим мы у И. С. Тургенева в рассказе «О соловьях», который ведется от лица заядлого любителя соловьиного пения. «Молодых соловьев хорошо к старым подвешивать, чтобы учились, — советует он. —

Подвесить их надо рядом. И тут надо примечать: если молодой, пока старый поет, молчит и сидит, не шелохнется, слушает — из того выйдет прок — в две недели, пожалуй, готов будет, а какой не молчит, сам туда же вслед за стариком бурлит — тот разве на будущий год запоет как быть следует, да и то сомнительно. Иные охотники секретно в шляпах приносят молодых соловьев в трактир, где есть хороший соловей; сами пьют чай или пиво, а молодые тем временем учатся.

...У хорошего соловья каждое колено длинно выходит, отчетливо, сильно; чем отчетливей, тем длинней. Дурной спешит: сделал колено, отрубил, скорее другое и — смешался. Дурак дураком и остался. А хороший — нет! Рассудительно поет, правильно. Примется какое-нибудь колено чесать — не сойдет с него до истомы, проберет хоть кого... Одного я такого слыхал у мценского купца... — вот был соловей! В Петербурге за тысячу двести рублей ассигнациями продан».

Поскольку вокальное мастерство каждого соловья воспитывает звуковая среда, в которой он живет, и соловьи в природе друг у друга учатся, становится понятно; что в каждой стране, в каждой местности, в каждой долине песни соловья имеет свои особенности. В печати как-то сообщалось об интересном случае усвоения соловьем мелодий оркестра городского парка, в котором этот соловей жил.

Существуют не только соловьиные, но и канареечные «консерватории», причем и в наши дни они не утратили своей популярности. Особой известностью, например, пользуется канареечная школа-пансион в югославском городе Призрене. Любители пения канареек десяти стран Европы и Азии присылают туда своих пернатых певцов. В этой «консерватории» шесть курсов по тридцать «студентов» на каждом. Обучение заключается в том, что канарейки слушают магнитофонные записи знаменитых «мастеров» и виртуозов канареечного пения и повторяют их. Для наиболее старательных разработана система вознаграждения.

В отличие от своих вокальных собратьев — комнатных канареек, которые хорошо размножаются в домашних условиях, соловей в неволе не размножается. Единственный способ заполучить этого уникального певца — поймать его в природе, как это и делали старые любители соловьиного пения. Поскольку же соловьи строят

свои гнезда на земле, а современная цивилизация оставляет все меньше и меньше нетронутых уголков природы, соловьев, к сожалению, становится пропорционально этому все меньше и меньше. Это, в свою очередь, приводит к тому, что молодым соловьям не у кого учиться, и соловьиное пение хиреет. Померкла слава, например, некогда знаменитых курских соловьев. Поэтому вряд ли нам нужно стремиться к старым купеческим обычаям непременно иметь этого непревзойденного певца у себя в доме в клетке. Не лучше ли стремиться к тому, чтобы соловьев было больше в окружающей нас природе — садах, парках, пригородных лесах, создавая для этого необходимые условия для их существования на воле!

Говорящие птицы

Обладая уникальным голосовым аппаратом, с дополнительной певческой нижней гортанью и развитыми резонаторами, многие птицы к тому же еще обладают и совершенно феноменальным музыкальным слухом. Это позволяет некоторым из них запоминать и воспроизводить голосом не только музыкальные мелодии, но и любые другие звуки всевозможных тембров и ритмов. В частности, они легко повторяют песни других птиц и даже голоса многих животных, как бы передразнивая их. Поэтому птиц этих называют пересмешниками.

В Америке, например, существует целое семейство дроздов-пересмешников *Mimidae*, что означает «имитаторы». Наибольшую известность среди них получил так называемый «пересмешник многоголосый», обладающий просто фантастическими имитаторскими способностями. В лесу этот пересмешник подражает лесным птицам, а по соседству с жильем человека, как писал еще Брем, «он включает в свое пение крик пегуха, кудахтанье курицы, гоготанье гусей, кряканье уток, мяуканье кошки, лай собаки, хрюканье свиньи, а также легко и точно подражает визжанию флюгера, звуку работающей пилы, трещанию мельницы и сотне прочих звуков». За свои уникальные способности птица эта и получила научное название *Mimus polyglottus* — пересмешник многоголосый, или имитатор, говорящий на разных языках. Пре-

красными имитаторами слывут также индийский скворец-майна и знаменитая птица лира из Австралии.

Помимо таких «высокопрофессиональных специалистов»-имитаторов, среди птиц встречается ряд других, у которых эти способности пересмешничества проявляются в разной степени совершенства и не как правило, а лишь при определенных случаях. Из птиц наших лесов такие свойства проявляют сойки, дрозды, скворцы, вороны, снегири, сороки и даже воробьи. В одном из своих рассказов Э. Сетон-Томпсон говорит об уличном воробье, который, живя некоторое время в тесном соседстве с комнатной канарейкой, научился подражать ее пению. Специалисты считают, что этот случай не выдуманный, а вполне реальный, так как есть и другие свидетельства пересмешничества у воробьев.

Как уже говорилось в предыдущем разделе, многие птицы в раннем возрасте обладают способностью к имитации чужих звуков. Что касается пересмешников, то эта удивительная способность сохраняется у них в течение всей взрослой жизни. Они, разумеется, обладают и своей собственной песней, характерной для своего вида, но при этом постоянно вплетают в нее элементы чужих песен и всех звуков, которые они слышат вокруг себя, переделывая эти звуки в той или иной степени на свой лад и манеру.

М. Исупов из Красноярского края рассказывает такой случай. Будучи с товарищами на рыбалке, он оставил часть наловленной рыбы на берегу и ушел спать в палатку. Утром рыбаков разбудили звуки сорочьего стрекотания и тьяканья лисицы. Оказывается, рыбу клевала сорока и при этом иногда тьякала по-лиси, очевидно, пытаясь отпугнуть таким способом конкурентов,— так решили рыбаки. Полковник в отставке И. Кобяко из-под Волгограда сообщает о скворце, который научился отпугивать врагов от своего гнезда... истощенным кошачьим криком, который раздавался по вечерам и утром.

Как-то в Ялте, в Доме творчества писателей, группа отдыхающих была возмущена тем, что кто-то рано утром ни свет ни заря начинал стучать на машинке, вопреки всеобщей договоренности, лишая всех сна и покоя. Однако никто не признавался в злодеянии. Вскоре нарушитель был разоблачен. Им оказался дрозд-пересмешник, который научился с удивительной точностью

передавать все нюансы работающей пишущей машинки — движение каретки и ритмический перестук клавишей с характерными паузами.

Обладая таким талантом звукоподражания, пересмешникам, разумеется, ничего не стоит имитировать и речь человека, что они нередко и делают ко всеобщему удивлению и ликованию окружающих. «Петька, Петька! Вот, вот. Вовочка, Володечка, солнышко, что мне делать?» — такие слова с имитацией громкого хохота произносила сорока, «воспитанная» в Клубе юных пионеров Фрунзенского района Ленинграда. Сороку эту ребята привозили даже на ВДНХ.

А вот говорящий ворон Анны Владимировны Дуровой. «Как тебя зовут?» — задается ему вопрос. «Воронюк!» — следует ответ. «А как ты любишь, чтобы тебя называли?» — «Воронуша», — отвечает он, «стеснительно» склонив голову вниз.

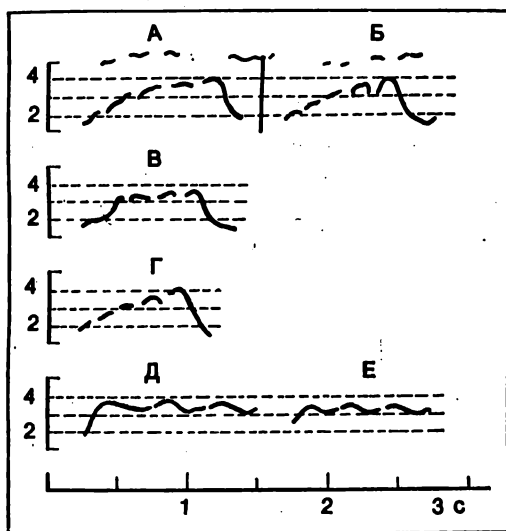


Рис. 24. Имитация свиста человека птицами. Сонограммы показывают практически полную тождественность имитации жаворонком свистовых команд пастухов своим собакам: А, Б — свистовые коман-

ды пастуха «бежать»; В, Г — их имитация жаворонком; Д — свистовая команда «ко мне»; Е — ее имитация жаворонком (по В. Д. Ильичеву, 1972)

Еще в начале 60-х годов на заседании Ленинградского общества естествоиспытателей автору этих строк довелось слышать интересный доклад А. С. Мальчевского, посвященный биоакустике птиц. Там же докладчиком были продемонстрированы магнитофонные записи голосов пересмешиков и говорящих птиц. В дальнейшем эти материалы были автором опубликованы и стали достаточно широко известны. А. С. Мальчевский рассказывает об одной сойке, которая без всякой помощи людей, сама научилась подражать лаю собак, кудахтанью курицы, скрипу колодезного журавля и тому подобным деревенским звукам. Ушастый скворец Чика одинаково удачно подражает мужскому и женскому голосу, громкому стуку в дверь, покашливанию. «Кто пришел? Чика пришел! Таня! Чика!» — выкрикивает он на разные голоса то ласково-протяжным сопрано, то грозным басом. Но самая забавная среди говорящих птиц — это, конечно, канарейка Пинчи. Сказочно тоненьким голоском она выкрикивает фразы: «Вот какие птички, какие птички, миленькие птички!» Всем этим фразам птицы научились у своих хозяев.

Попка не дурак!

Среди говорящих птиц особого интереса заслуживают попугаи как рекордсмены по числу заучиваемых слов. Некоторые из них заучивают по 100 и больше слов человеческой речи. Считается, что попугай воспроизводит эти звуки чисто механически, то есть совершенно неосмысленно. Однако замечено, что птица выкрикивает определенные слова в определенной ситуации. Так, например, один индийский скворец-майна, когда ему щекотали пальцем брюшко, кричал: «Ой, как здорово! Ой, как здорово!» Конечно, этой фразе его научили люди. «Попробуйте взглянуть на Ару сурово», — говорит владелец попугая из Ташкента Б. А. Симонов. Гость нахмурился. Птица строго уставилась на него и спросила: «Что тебе надо?» Гость улыбнулся и сказал: «Ара хороший, добрый!» И немедленно услышал в ответ: «И ты хороший!» Подобных историй известно множество.

Секрет обучения попугая искусству разговаривать с человеком состоит, по мнению Б. А. Симонова, в постоянном общении с ним и ласковом отношении. В контак-

те с человеком попугай нередко обнаруживает способности и к самостоятельному словотворчеству. Так, один попугай, увидев, как садовник плюнул на газон, вдруг неожиданно сказал: «Старый неряха». Этой фразе его никто не учил. В другой раз этот же попугай наблюдал, как крестьянин привязывал осла к забору. Крестьянин ушел, а осел, как это принято у ослов, заревел. Когда же он кончил, попугай изрек: «В чем дело, милый?» Этим словам хозяин его также никогда не учил, и он никогда ранее от него их не слышал. Скорее всего, попугай эти фразы все же когда-то слышал от людей, а здесь, что называется, лишь к месту их воспроизвел экспромтом. Однако в этом, как и во многих других подобных случаях, уже можно усмотреть определенные элементы как бы осмысления птицей ситуации.

Попугай Кокоша, привезенный из далекой Индонезии, прежде всего научился мяукать, подражая кошке. Он заметил, что хозяйка выпускает кошку за дверь погулять на свежем воздухе (дом находится в деревне), как только кошка изъявит свое желание мяуканьем. Теперь и Кокошу выпускают также погулять, услышав его требовательное «мяу».

А вот городской житель волнистый попугайчик Гоша — личность известная. Он знает больше 150 слов, выступал по радио в передаче «С добрым утром» в беседе с корреспондентом радио. С записью его голоса выпущена граммпластинка, чем, конечно, может похвастаться далеко не каждый попугай, даже из его говорящих собратьев.

Любопытный случай из жизни Гоши рассказала его хозяйка М. Олевская: «Когда Гоше исполнилось 2 года, я приобрела для него маленькую подружку. Их первое знакомство проходило необычно. Гоша подобрался к птичке и стал говорить, объясняться на человеческом языке:

— Подруженька Машенька, не кричи, давай поговорим.— Он всегда так обращался к игрушечной желтой уточке, которую я называла Машенькой. Новая подружка явно не понимала Гошу; наконец, разозлившись, она больно ударила попугая. Так и не получилось у них дружбы. Пришлось отвезти Машу к ее хозяйке».

Другая знаменитость — краснохвостый африканский попугай Алекс — живет в Падуанском университете (Италия). На его долю выпала почетная «историческая

миссия» — овладевать человеческой речью не стихийным домашним методом, а в научной лаборатории.

Этолог Ирен Паперберг поставила задачей обучить попугая основам общения с человеком. Для этого был разработан специальный метод. Попугаю показывали предмет и называли его. Птица быстро научилась повторять название. Потом два человека разыгрывали в присутствии попугая такую сцену: один человек вежливо просил у другого какую-либо вещь и получал требуемое. Далее учитель показывал эту вещь попугаю, и если он правильно называл ее, то ему отдавали данный предмет. Разумеется, предметы выбирали такие, которые интересуют птицу.

В результате за шесть лет обучения птица научилась вполне грамотно и членораздельно излагать свои просьбы человеку, желая получить тот или иной интересующий ее предмет. В случае, если дают не то, Алекс вежливо отказывается и просит то, что ему нужно. Таким образом он может потребовать любую из 50 знакомых ему вещей.

Итальянские исследователи считают, что именно попугаи, а не обезьяны и дельфины в состоянии достигнуть наибольших успехов в речевом диалоге с человеком. Впрочем, у нас всегда остается право задать вопрос: «А диалог ли это?» Для многих специалистов, например психолингвистов, изучающих речь человека, убежденных в бесконечной сложности, разнообразии и безграничных возможностях человеческого языка как средства передачи информации, отражения не только конкретных, но и самых абстрактных сложнейших идей и понятий, диалог человека с попугаем (так же как и с

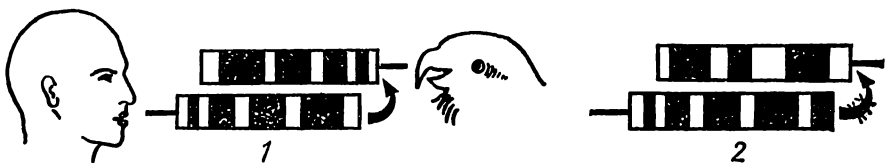


Рис. 25. Схема диалога «человек — попугай»; 1 — попугай в точности повторяет фразу, сказанную человеком; 2 — птица выкрикивает новую фразу, ситуационно связанную

с фразой «собеседника». Попугаев Жакота и Ито специально учили именно второму типу «диалога» (по Ильичеву, 1984)

другими животными), по-видимому, навсегда останется явлением совсем иного рода...

Впрочем, попугай Жакот и Ито, принадлежащие парижскому адвокату Раулю-Урсу, как будто взялись разубедить скептиков. Во-первых, их словарный запас весьма впечатляет: 500 слов, не считая имитации таких звуков, как смех, кашель, голоса разных животных и даже насвистывание оперных арий. Во-вторых, их беседы между собой (а они знают около 60 скетчей) и с хозяином носят характер отнюдь не бессмысленного обмена репликами. Вот, например, один из разговоров, в котором участвуют хозяин и обе птицы:

Урс. Жакот, скажи Ито, чтобы он изобразил кошку.

Жакот. Мяу.

Урс. Еще раз.

Жакот. Изобрази кошку.

Ито. Мяу.

И т. д.

За пять лет дрессировки птицы научились многим лингвистическим тонкостям, например отличать неопределенную форму глагола от повелительного наклонения, считать до 10, а главное — связывать произносимые слова и фразы с определенной ситуацией, предметом, действием, то есть вкладывать в разговор определенное содержание. Как пишет В. Д. Ильичев, комментирующий поведение знаменитых попугаев, эта связь слова и ситуации для Жакот и Ито не является чисто формальной и автоматической, и в целом акустический канал управления их поведением со стороны человека включает в себя множество тонких деталей и оттенков, так сказать,



Рис. 26. Говорящий попугай-поводырь — это уже не только развлекательно, но и практично, как считает американский орнитолог Рей Берунк, организовавший школу попугаев-поводырей в коммерческих целях (рис. В. Чижикова)

творческого характера. Недаром же Жакот и Ито за свои выдающиеся способности признаны победителями многих международных соревнований говорящих птиц!

Лингвистические способности попугаев находят и практическое применение.

Как сообщалось на страницах популярной печати, американский орнитолог Рей Берунк открыл школу попугаев-поводырей для слепых. Птиц обучают произносить слова «стой», «иди», «поверни налево» и т. п. в зависимости от сигналов светофора, наличия дорожных опасностей, препятствий и т. п. В отличие от собак-поводырей полугай-поводырь не страдает дальтонизмом, не отвлекается на кошек, дешевле по содержанию и живет намного дольше. Стоимость полугая-поводыря от 250 до 400 долларов в зависимости от числа команд, которые он способен подавать своему хозяину.

Объясняя эти любопытные факты, мы, по всей видимости, должны прислушаться к мнению А. Н. Промтова, который писал: «...поведение птицы... никоим образом нельзя сводить лишь к врожденным реакциям, безусловным рефлексам, попросту называя их инстинктами», — ибо, как доказал этот ученый, во многих жизненных ситуациях птица проявляет удивительную сообразительность и «творческий подход» к решению различных сложных задач. Науке еще предстоит выяснить и уточнить многие неясные вопросы, возникающие у нас при виде говорящей птицы, и, в частности, зоопсихологические аспекты этого интереснейшего явления.

Как сова «видит ушами»

Огромное большинство птиц (а их на Земле насчитывается около 8500 видов) предпочитает дневной образ жизни. Это и понятно: летать — не то что рыскать по земле, лучше это делать при дневном свете. Да и пищу днем найти легче. Поэтому у птиц очень хорошо развито зрение: глаз и соответствующие зрительные центры мозга. Недаром о зоркости орла сложены поговорки.

Таким образом, большинство пернатых просыпается с восходом солнца, а засыпает с заходом. Но есть среди птиц и такие, которые ведут себя как раз наоборот: днем спят, а ночью летают, охотятся, выводят птенцов — одним словом, чувствуют себя в ночной темноте, как

днем. Особый интерес среди этих ночных охотников вызывают совы, облик которых всем хорошо известен благодаря огромным, как фары, глазам: «Терпеливо, часами подкарауливает например, длиннохвостая неясыть свою добычу. В это время она сидит столбиком где-нибудь невысоко над землей. Глаза сужены, но сова видит все. Чуть шорох... и медленно, без резких движений, как на шарнире, поворачивается большая голова птицы в сторону источника звука. Глаза ее еще полузакрыты, но уши уже насторожились. Они ориентируют ночного хищника. Вот они точно засекали место, откуда доносится шорох. В следующий миг широко раскрываются огромные темные глаза. Жертва обречена! И вот уже с глухим утробным «угу-угу» неясыть скользит к гнезду с добычей в лапах». Считается, что за летний сезон одна сова серая неясыть вылавливает до тысячи мышей-полевок — истребителей зерна и посевов. В этой сцене охоты совы Ю. Б. Пукинским подмечена важная роль как зрения, так и слуха для ночного охотника.

Поскольку у сов очень большие глаза, раньше думали, что они способны видеть в полной темноте, и поэтому считали, что ночью сова охотится под контролем зрения. Сова действительно видит в ночном полумраке значительно лучше, чем мы, люди, или ее дневные сородичи. Однако опыты показали, что есть предел остроты зрения совы: в абсолютной темноте она, так же как и мы, ничего не видит.

Существовала гипотеза, согласно которой глаз совы — это особый прибор, воспринимающий тепловые лучи, благодаря чему она якобы и «видит» выделяющееся на фоне холодной земли теплое тельце мыши, за которой охотится. Эта версия специальными опытами также не подтвердилась. Более того, оказалось, что сова не видит не только теплого, то есть инфракрасного излучения, но не воспринимает даже красного света. Так, например, пойманная и посаженная в темную комнату сова не видит мышь не только в темноте, но и при освещении мыши красным светом. Но стоит мыши пискнуть или пошевелиться, как сова тут же на нее бросается. Неспособность совы видеть при красном свете была использована учеными для изучения ее ночного поведения в лабораторных условиях.

Таким образом, было установлено, что в абсолютной темноте, какая, например, бывает в лесу в долгие осен-

ние ночи, сова охотится, руководствуясь только слухом. Причем ошибка, с которой она по слуху определяет направление, местонахождение добычи, составляет не более 1°! Это было установлено, в частности, В. Д. Ильичевым и его сотрудниками в лабораторных опытах с совами.

Пол в комнате, где находилась сова, сидя на возвышении, был посыпан слоем опилок, под которыми были спрятаны маленькие динамики (излучатели звука). Стоило на какой-либо из динамиков подать звук голоса мыши, как сова пикировала на это место и вцеплялась в динамик когтями, как это она делает при ловле мышей на слух в природной обстановке.

В лесу, где много деревьев, сова использует так называемый присадный способ охоты, то есть предпочитает сидеть на сучке и высматривает, насколько позволяет зрение, но главным образом выслушивает добычу. Но на открытых пространствах, на опушке леса, в поле, где водятся мыши, сова охотится путем облета кругами своих охотничьих угодий. В своем бесшумном полете она также слышит мышинные пiski и временами вдруг зависает, как вертолет, над обнаруженной мышью, быстро трепеща крыльями. В это время она уточняет ее местонахождение перед окончательным броском. При этом промахивается сова редко.

Поразительной оказывается острота слуха у сов — филина, ушастой совы, неясыти, силухи и многих других ночных охотников. Сова, например, слышит слабые мышинные пiski или шуршанье листьев, производимое лапками, на расстоянии до 200 шагов!

Чем же объясняется столь высокая острота слуха сов? Большие заслуги в изучении этого вопроса принадлежат профессору В. Д. Ильичеву и его сотрудникам. В его лаборатории было установлено, что строение и работа слухового аппарата сов отличается целым рядом особенностей по сравнению с другими птицами. Прежде всего оказалось, что ушное отверстие у совы окружено особым образом устроенным оперением, образующим нечто вроде звукоулавливающего рупора, что, естественно, уже значительно усиливает воспринимаемые звуки. Площадь барабанной перепонки у ушастой совы около 50 кв. мм, в то время как у курицы в 2 раза меньше. Кроме того, у сов барабанная перепонка образует выпуклость, так называемый шатер, за счет чего ее пло-

щадь увеличивается еще на 15 %. У сов значительно более сложная, чем у других птиц, система передачи звука в среднем ухе, более длинная улитка, включающая большее число нервных элементов, воспринимающих звуки, и, наконец, более развитые слуховые нервные центры. Так, в одном из основных нервных центров, где происходит обработка информации о частоте и силе звука (так называемое магноцеллюлярное ядро), у различных видов сов насчитывается от 16 до 22 тысяч нейронов, в то время как у голубя — всего около 3 тысяч.

Острая пространственная направленность слухового восприятия совы, обеспечивающая сове определение на-

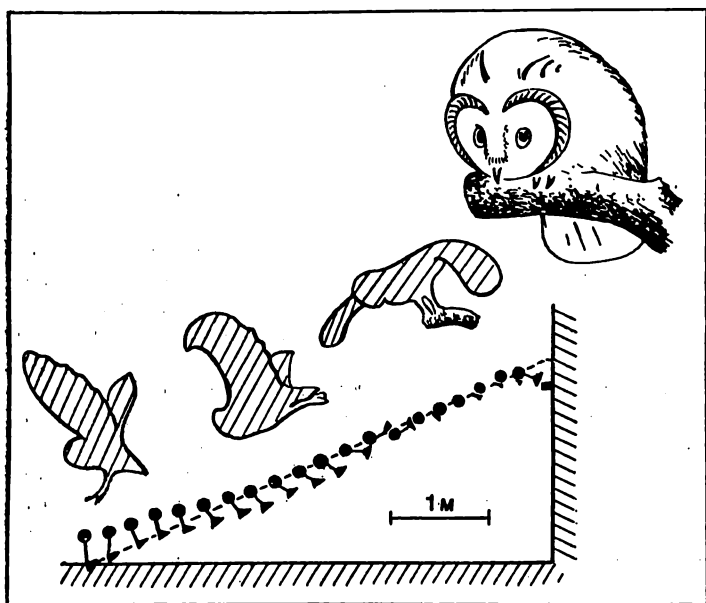


Рис. 27. Любопытные данные о поведении головы и ног совы во время броска на жертву дала кинорегистрация при красном освещении. Сначала «летит» голова с чуткими ушами, держа цель под контролем слуха. Примерно за 1 метр от жертвы голову на-

чинают как бы замешать в пространстве когти, которые и схватывают мышь. Круглыми точками условно изображена траектория головы, треугольниками — траектория ног совы (по В. Д. Ильичеву, 1975)

правления на источник звука с необычайной точностью (до $1-1,5^\circ$), связана не только с точностью и сложностью строения каждого из ушей, но и с особым характером взаимодействия ушей и их нервных центров при восприятии звука. Здесь действуют общие законы не только для птиц, но и для всех животных, которых природа снабдила двумя приемниками звукового сигнала.

Если звук падает под углом к линии взгляда животного, то к одному уху, которое расположено ближе к источнику звука, звуковая волна приходит раньше на какое-то мгновение, чем к другому уху. Кроме того, к дальнему уху звук приходит несколько ослабленный по интенсивности вследствие экранирующего влияния головы и т. п. Эти ничтожные различия по силе и времени прихода звука к разным ушам и лежат в основе физиологического механизма, обеспечивающего животным определение направления на источник звука (так называемый бинауральный эффект). Благодаря особому строению ушей и нервных центров механизм этот работает у сов наиболее тонко по сравнению с другими видами птиц.

Для слуха совы характерна не только острая пространственная направленность, но и звуковысотная избирательность. Наилучшим образом сова слышит звуки с частотой 3—7 тысяч Гц. Оказалось, что именно в этом диапазоне частот как раз и лежат такие звуки, как писки мышей, шорохи грызунов на траве, голоса птенцов и слетков совы. Таким образом, слух совы — это своего рода акустический фильтр, настроенный на восприятие наиболее важных для нее звуков. Благодаря такому приспособлению эти звуки оказываются как бы «вне конкуренции» по сравнению с другими, менее важными звуками, например шумом леса. Это обеспечивает слуху сов высокую помехоустойчивость.

Подобный принцип устройства слуховой системы — повышенная чувствительность к биологически важным звукам — характерен, в общем, для всех живых существ. Однако степень или острота этой избирательности бывает разная. Особо сильно она выражена у тех видов, где слух играет основную роль в обнаружении пищи (совы) и ориентации, например, у эхолоцирующих животных (летучие мыши, дельфины).

Загадки глухариной глухоты

Глухарь — очень чуткая и осторожная птица. Держится от людей подальше, в глухих лесных дебрях, отчего, по некоторым данным, и получил свое странное имя «глухарь». Слух у глухаря отменный: слышит человека за сотни метров. Но вот беда: когда начинает глухарь петь своей глухарке любовные серенады, теряет, как говорится, и голову, и слух, причем в буквальном смысле этих слов.

Издавна глухарь был предметом страстного охотничьего вожделения. Иной петух бывает величиной с индюка: это около шести килограммов вкуснейшего мяса. Перья на шее и животе — черные, на спине — светло-коричневые с беловатыми пятнами. Голову украшает огромный крючковатый клюв и ярко-красные бархатистые брови. Каждому охотнику хорошо известна слабость этой птицы — терять слух во время токования, что и стоит иному глухарю жизни. Именно в этот момент и подкрадывается к нему охотник на расстояние выстрела. Теперь, к сожалению, глухариные песни звучат все реже: слишком мало осталось глухариных мест, куда бы не проникли человек и его техника.

Имеется множество описаний охоты на глухарей и странных звуков его песни. Вспомним, например, красочный рассказ А. И. Куприна «На глухарей», ведущийся от лица бывалого охотника и отличающийся удивительной точностью описания деталей.

«— Сначала глухарь с опаской играет, — наставительно говорит Трофим. — Чок! и замолчал. Сидит себе на суку и во все стороны слушает. Потом опять: чок, чок! — и опять тихо. Уже тут спаси вас господи, паныч, поворохнуться или сучком треснуть — только и услышите, как он крыльями по всему лесу захлопает. Потому что его хоть и называют — глухарь, а нет в целом свете такой чуткой птахи, как он... Потом вдруг как зашипит! Вот тут-то вы уж что есть духу скачите вперед. Изо всей силы... Прыгнули раз с пять — и стой! И — ни мурмур... Тут он вскорости опять заиграет...

Мы сделали таким образом около двадцати перебежек, когда я, наконец, расслышал играющего глухаря. Это были сухие, отрывистые звуки с металлическим оттенком, похожие на то, как если бы кто шелкал ногтем по пустой жестяной коробке. Они следовали друг за

другом попарно, сначала очень редко, с интервалом в несколько секунд, но потом повторялись все чаще и чаще, пока не переходили в мелкую, сливающуюся дробь. В этот момент мы с Трофимом стремглав бросились вперед, высоко вскидывая ноги и разбрасывая вокруг себя жидкий снег...

У меня так сильно колотилось сердце и так дрожали ноги, что я решился пропустить несколько песен, чтобы оправиться. Тут я расслышал совершенно ясно и второе колено. Частая дробь незаметно и быстро переходит в сплошной жесткий и резкий звук, похожий скорее на скрежет, чем на шипение, и напоминающий звук, происходящий от трения двух металлических поверхностей. Этот скрежет продолжается недолго — секунды четыре, — но зато в эти секунды глухарь абсолютно ничего не видит и не слышит, потому что плотно замуривает глаза, а уши у него герметически закупориваются отростками челюстных костей. В эти секунды можно выпалить из пушки в расстоянии четверти аршина от его головы: он не обратит на выстрел никакого внимания и все-таки закончит свое колено...

А глухарь все играл и играл не переставая одну песню за другой... Никогда в жизни, ни раньше, ни впоследствии, не слышал я ничего более странного, загадочного и волнующего, чем эти металлические, жесткие звуки. В них чувствуется что-то допотопное, что-то принадлежащее давно исчезнувшим формациям, когда птицы и звери чудовищного вида перекликались страшными голосами в таинственных первобытных лесах...»

В рассказе Куприн упоминает, что причиной глухоты глухаря является то, что «уши у него герметически закупориваются отростками челюстных костей». Это, по-видимому, не совсем точно.

Загадка глухариной глухоты волновала многих исследователей. Еще в XVIII веке зоолог Компаретти описал своеобразную железу в наружном слуховом проходе у глухаря, которую многие и сочли за причину его глухоты. С тех пор было высказано множество гипотез, но ни одна из них пока что не может претендовать на абсолютную достоверность. Одна из наиболее распространенных версий состоит в том, что в слуховом проходе глухаря имеется особая лопасть или складка, обильно снабженная кровеносными сосудами. Во время токования она так наливается кровью и набухает, что когда

глухарь, открывая рот во время песни, надавливает ее одной из косточек черепа, она совершенно закупоривает слуховой проход.

А. С. Мальчевский считает, что одна из возможных причин токовой глухоты глухаря — это самооглушение звуком собственной песни в результате сильного резонирования звука в широко раскрытой глотке.

Немецкий зоолог Шварцкопф обнаружил любопытный механизм изменения слуховой чувствительности у птиц: открывание рта во время песни ослабляет у них натяжение барабанной перепонки, что и приводит к потере слуха. У голубя эта потеря составляет 10 децибел, то есть весьма ощутимую величину. Значит, не только глухарь, но и другие птицы теряют слух во время пения. Разделяя эту точку зрения, В. Д. Ильичев приводит интересные наблюдения. В лесу поет зяблик. Но вот на его территорию прилетел другой зяблик и тоже запел. Если песня гостя не совпадает во времени с песней хозяина, то хозяин немедленно прогоняет пришельца, так как обнаруживает его присутствие по голосу. Но если гость и хозяин поют одновременно, хозяин не прогоняет чужака, так как, надо полагать, его не слышат.

Наконец, немаловажная роль в объяснении причин глухоты токующего глухаря принадлежит, по-видимому, и сильнейшему нервному возбуждению, которое охватывает птицу во время брачной песни. Песня глухаря — это любовная серенада и одновременно боевой клич-вызов всем глухарям-соперникам. «В диком любовном экстазе,— пишет Куприн,— он трет одной челюстью о другую, ожесточенно скрежещет ими и забывает в эти мгновения об опасности, и о многочисленных врагах, и о мудром благоразумии, и решительно обо всем на свете». Таким образом, у глухаря возникает состояние, известное в физиологии под термином «доминанта». Это явление впервые описано академиком А. А. Ухтомским — создателем учения о доминанте. Доминанта характеризуется не только сильнейшей концентрацией возбуждения в каком-то определенном центре нервной системы, но и сопровождается параллельным торможением всех остальных нервных центров, не охваченных доминантой. Это было неоднократно доказано экспериментально. Так, например, кошка, хорошо слышавшая все посторонние звуки, вдруг перестает их слышать, как только увидит мышь (у нее создается доминанта на

мышь). Подобным образом и у поющего глухаря наступает как бы «психологическая глухота», отчего он не слышит даже и неудачно сделанного по нему выстрела.

Имеются данные, что подобное «самозабвение» наблюдается и у соловьев во время их пения, так что некоторые птицеловы ловят их в этот момент чуть ли не руками в темные весенние ночи. Доминанта, однако, почему-то не охватывает зрительный контроль поющей птицы: стоит глухарю увидеть в этот момент внезапно появившегося незадачливого охотника или свет от его фонарика, как он тут же улетает. Причем даже в этом случае он не в силах прервать свою знаменитую песню и заканчивает ее уже на лету.

Таким образом, мы рассмотрели ряд возможных причин временной глухариной глухоты. Не исключено также, что глухота токующего глухаря — результат не одной, а разных причин, рассмотренных нами. Однако истинная причина этого удивительного явления остается все же загадкой, так как никому из исследователей до сих пор не удалось еще заглянуть в ухо поющего глухаря на току, а на столе экспериментатора глухарь не токует.

Птицы с «плачущими» голосами

Трудно сказать, что заставило первых птиц из породы гуахаро, живущих в Америке, избрать в качестве места ночлега не ветку дерева, как это делают многие птицы, а глухой угол темной подземной пещеры. Еще более странно, что птицы эти, обладающие хорошим зрением, кормиться предпочитают по ночам. Казалось, это они могли бы делать и днем, так как основу их рациона составляют плоды деревьев пальмовых пород.

В поисках пищи улетают гуахаро за 70—80 км в ночную темноту, но лишь только забрезжит рассвет, вся стая птиц спешит к своей пещере и стремительно исчезает в ее глубине. Они летят по темным подземным коридорам, оглашая своды своими странными голосами, и каждая находит свое примитивное гнездо на выступе скалы. Здесь родителей ожидают прожорливые, непомерно жирные и беспомощные птенцы. Птицы обильно кормят их пищей, отрыгнутой из желудков, отчего птенцы весят нередко вдвое больше, чем сами родители.

Видно, поэтому путешественник А. Гумбольдт и назвал этих птиц латинским термином *Steatornis caripensis* — «жирные птицы из Карипе» — по имени города в Венецуэле, где он посетил пещеру с гуахаро.

Эти многочисленные жирные комки — птенцы гуахаро — издавна были предметом охоты индейцев, которые ухитрялись доставать их из труднодоступных гнезд, находящихся высоко под сводами пещеры. Из желтого жира птенцов индейцы вытапливали прозрачное, ничем не пахнущее и долго не портящееся масло, служившее им для пищи и освещения. «Какая ирония судьбы, — замечают в этой связи американские исследователи Лорус и Маргарет Милны, — птицы, столь старательно избегающие света, должны давать масло, которое разгоняет тьму в доме человека».

Потрясенные присутствием человека птицы носят по пещере, оглашая ее зловещими пронзительными криками, напоминающими плач и стоны. По-видимому, испанцы потому и называли птицу «гуахаро», что означает «плачущий», «стонущий». Очевидцы говорят, что эти резкие взвизгивания и кудахтанья непереносимы для непривычного уха. Отзвуки зловещих криков гуахаро, многократно отраженных от стен пещеры, слышны далеко за ее пределами...

Но вот в пещеру гуахаро ступила нога исследователя... Американский биоакустик Дональд Гриффин предположил, что гуахаро тоже пользуются эхолокацией, а их странные, трескучие голоса не что иное, как эхолокационные сигналы, при помощи которых они ориентируются в крошечной темноте пещеры (открытая в течение 9 мин фотопленка там не засвечивалась). Предположение это оправдалось.

Гриффин поймал трех птиц и принес их к себе в лабораторию. Здесь он выпускал каждую в темной комнате, где они прекрасно летали, избегая столкновений со стенами и препятствиями. При этом они излучали серии коротких звуковых щелчков, которые, как оказалось, и были эхолокационными сигналами.

Эхолокация, как известно, основана на слуховом восприятии животным эха собственного голоса от различных препятствий. Голос и слух при эхолокации работают совместно и представляют собой как бы две части единой системы, каждая из которых в отдельности не может обеспечить эхолокацию.

Когда исследователь заткнул птицам уши, они стали с глухим стуком натекать на стены и препятствия, так как не могли воспринимать эхо: их эхолокатор не работал. Но вот уши открыли, и это снова возвратило птицам прежние способности «видеть» в темноте. Таким образом, эхолокация у гуахаро была доказана.

При этом выяснилась любопытная деталь: птицы с заткнутыми ушами, но в светлой комнате прекрасно ориентировались, не натекаясь на стены и расставленные препятствия. Характерных локационных сигналов при этом также не было слышно. Это означало, что на свету гуахаро не пользуются эхолокацией, так как им для ориентировки вполне достаточно зрения.

Недавно два американских ученых — М. Кониши и Е. Кнудсен — предприняли новые исследования эхолокации у гуахаро. В глубине большой пещеры на острове Тринидад, где гнездилась колония гуахаро, исследователи развесили на тонких нитях множество пластмассовых дисков диаметром от 5 до 40 см. Цель эксперимента заключалась в том, чтобы проверить, насколько

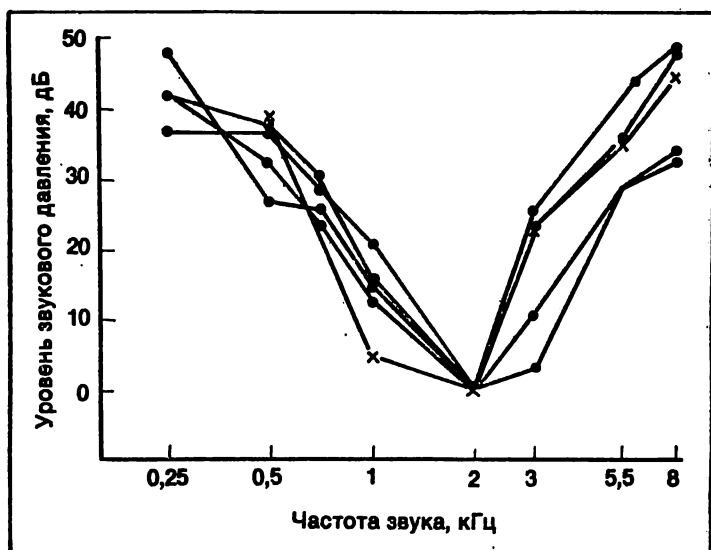


Рис. 28. Исследование слуха гуахаро показало, что он настроен на восприятие

собственных эхолокационных сигналов (по М. Кониши, Е. Кнудсену, 1979)

совершенен эхолокатор гуахаро, то есть каковы минимальные размеры препятствия, которые могут обнаружить эти птицы при помощи своего эхолокатора.

Результаты оказались любопытными. Вспугнутые птицы носились по пещере и при этом хорошо обнаруживали диски с диаметром более 20 см, но натывались на них, если диаметр дисков был меньше 20 см.

Причина оказалась в том, что гуахаро пользуется для эхолокации не ультразвуком, как летучие мыши, а значительно более низкочастотными локационными сигналами, основная акустическая энергия которых лежит в диапазоне 1500—2500 Гц, то есть в области, доступной для восприятия человеческим слухом. Звуковые волны таких частот значительно меньше отражаются от препятствий особенно небольших размеров, так как в основном огибают их благодаря значительно большей, чем у ультразвука, длине волны. Слух у гуахаро оказался настроенным на частоту их локационных сигналов: максимум их слуховой чувствительности был обнаружен в области 2000 Гц. Это четкое согласование слуха и голоса лишний раз подчеркивает эхолокационную природу голосовых сигналов гуахаро.

Таким образом, эхолокатор у гуахаро оказался значительно менее совершенным, чем у летучей мыши, которая при помощи эхолокации способна легко обнаружить бабочку и комара, а не то что круг диаметром 20 см. Тем не менее эхолокатор гуахаро, по-видимому, их вполне устраивает, так как служит в основном для ориентировки в полете по темным пещерам по отражениям от стен. Плоды же с деревьев они рвут своим крепким клювом под контролем зрения в ночном полумраке, а также с помощью осязания, для чего вокруг рта имеют длинные жесткие щетины.

Птицы-эхолокаторы

Эхолокационными способностями из птиц обладают не только гуахаро, но и несколько других видов, в частности стрижи-саланганы. Они живут в Юго-Восточной Азии на островах Индонезии и Тихого океана. Птицы эти получили широкую известность благодаря своим съедобным гнездам, так называемым «ласточкиным гнездам», которые они строят из собственной слюны. За последнее столетие добыча «ласточкиных

гнезд» приобрела форму настоящего бизнеса. В ресторанах съедено этих гнезд на сотни тысяч долларов. Их подают в виде деликатесных супов и консоме. Гурманы утверждают, что по вкусу гнезда саланган напоминают черную икру осетровых рыб.

Гнездятся саланганы многочисленными колониями в сотни тысяч и даже миллионы пар, преимущественно в пещерах, где и строят свои знаменитые «гнезда-кушанья». Сорок дней нужно птице, чтобы построить такое гнездо. Если оно будет разрушено и взято сборщиком, птица строит новое, но уже худшего качества, так как, кроме слюны, добавляет туда различные примеси.

Саланганы в отличие от гуахаро дневные насекомоядные птицы. Однако, залетая в пещеру, нередко довольно глубокоую, где царит темнота, саланганы вынуждены руководствоваться эхолокацией. Исследователи заметили, что, летая в темноте, они издают хорошо воспринимаемые на слух щелчки, частота повторения которых особенно увеличивается при подлете к гнезду. Подобное явление наблюдается и у других эхолоцирующих животных (летучие мыши, дельфины) при приближении к препятствиям. Это связано с тем, что укорачивается время, необходимое для пробега локационного импульса до препятствия и обратно в виде эха. Летая в темноте, эхолоцирующая птица все время как бы измеряет расстояние до препятствия. А мерой этого расстояния является время от момента посылки локационного импульса до момента прихода эха — отраженного сигнала.

Любопытно, что у сидящей саланганы эхолокационный аппарат не работает. Полностью прекращает свою работу эхолокатор саланган и на свету: в этих условиях ориентировка целиком осуществляется при помощи хорошо развитого у птиц зрения.

Разумеется, ученые не ограничились наблюдением эхолокаторов саланган в природе. Они принесли несколько птиц в лабораторию с целью изучить особенности работы их эхолокационного аппарата и его разрешающие возможности при обнаружении препятствий. Интересные опыты были проделаны Д. Гриффином и Р. Сатерсом. В темной комнате, куда они запустили птиц, были сооружены три различных вида препятствий:

из пластиковых трубок диаметром 8 мм, из металлических стержней диаметром 3 мм и проволок в изоляции диаметром 2 мм. Оказалось, что саланганы с большей ловкостью могут летать между толстыми стержнями, не касаясь их, чем между проволоками. В последнем случае их эхолокатор допускал 57 % ошибок, в то время как в первых двух случаях они не задевали препятствия в 68 и 80 % случаев.

Были изучены разные виды эхолоцирующих птиц, и установлено, что их эхолокаторы различаются как по особенностям локационных сигналов, так и по степени совершенства. Так, например, частота заполнения эхолокационных щелчков у различных видов птиц варьировала от 2000 до 75 000 Гц. При этом оказалось, что чем выше частота локационного сигнала, тем более мелкие препятствия могла обнаружить птица своим эхолокатором. Незвестным, однако, остается механизм излучения локационных сигналов у саланган, а также особенности слухового анализа отраженных сигналов. Ясно только, что механизмы эти значительно грубее и примитивнее, чем у чемпионов по эхолокации — летучих мышей и дельфинов. Оказалось даже, что некоторые виды саланган вообще не обладают эхолокацией. Это те виды, которые гнездятся в открытых для света пещерах или в других светлых местах.

В настоящее время исследователей интересует, какие другие виды птиц могут обладать эхолокацией. Ясно, что птиц-эхолокаторов нужно искать среди тех представителей птичьего царства, образ жизни которых связан с полетом в темноте, то есть там, где даже зоркий птичий глаз оказывается бессильным. Сейчас имеются данные о том, что императорский пингвин, оказывается, тоже пользуется эхолокацией при ловле рыбы под водой. Кроме того, исследователи обратили внимание на то, что многие виды птиц, совершающие длительные перелеты в ночное время, всегда издают своеобразные звуки. Уж не локационные ли это сигналы и не измеряют ли они таким способом расстояние до земли и возможных препятствий по курсу полета? А может быть, это просто переключки между участниками перелета?

Ответы на эти вопросы дадут дальнейшие биоакустические исследования.

Акустические пугала для вредителей полей

Известно, что многие виды птиц для человека полезны тем, что уничтожают огромное количество вредных насекомых. Вот уж здесь поистине враги наших врагов — наши друзья. Садоводы хорошо знают, что одна синичья семья, поселившаяся в саду, способна лучше защитить сад от вредителей, чем все хлопоты по опрыскиванию деревьев ядохимикатами. Но как часто это бывает в природе, полезный в целом вид животного может оказаться для человека в каких-то отношениях и вредным.

По данным В. Д. Ильичева, урожай во всем мире страдает от опустошительных налетов пернатых нахлебников. В Африке и Индии птицы из породы ткачиков уничтожают до 70 % урожая риса и других зерновых, являясь нередко причиной голодания местного населения. В Центральной и Южной Европе, Средней Азии, Казахстане бичом полей является обыкновенный воробей. Отдельные участки полей пшеницы и проса оказываются полностью опустошенными воробьями. Виноградники Южной Европы и Северной Африки по вине скворцов ежегодно теряют около трети, а то и половину урожая. В Туркмении скворцы уничтожают до 25 % белых и до 50 % черных сортов винограда. Безжалостно уничтожают птицы оливковые плантации, вишневые сады, огородные культуры.

Ущерб, наносимый птицами мировому сельскому хозяйству, очень велик. Годы массовых налетов скворцов в Тунисе на оливковые плантации считаются годами национального бедствия, и все население выходит на борьбу с птицами. В ход пускаются всевозможные средства: стрельба, ракеты, ядохимикаты, различные пугала. Эффект, к сожалению, незначительный — птицы быстро привыкают к отпугивающим средствам, перелетая с одной плантации на другую.

1954 год для одного из крупных городов США обернулся подлинным стихийным бедствием — город подвергся небывалому налету розовых скворцов. Тучи скворцов буквально закрыли солнце, облепили деревья, крыши, подоконники и извергали на тротуары и головы горожан дождь нечистот, создавая шум, грязь, угрозу инфекций. Власти прибегли к самым энергичным мерам.

Однако ни мощные звуковые сирены, ни ружейная канонада, ни фейерверки ракет, никакие протехнические средства, хлопушки и пугала не могли заставить скворцов убраться из города.

Своему спасению город был обязан американскому зоологу Г. Фрингсу. Он записал на магнитофон крики бедствия смертельно напуганных скворцов, воспроизвел их несколько раз, после чего скворцы, как будто сговорившись, дружно покинули город. Сходные опыты провел в середине 50-х годов француз Жилбан по отпугиванию врановых птиц.

Успех этих опытов породил в науке новое направление — работу по созданию акустических репеллентов (репеллент — средство отпугивания).

Техника производства акустических репеллентов не представляет большой сложности, хотя здесь требуется знание дела и опыт. Можно, например, записать на магнитную ленту тревожные крики только что пойманной или видящей кошку птицы. Однако действие этих криков на сородичей птицы будет разное. Если крики пойманной птицы вызовут немедленное «паническое бегство», то крики на «кошку» не столь действенны. Наиболее сильное отпугивающее действие оказывают крики только что пойманной дикой птицы. Но стоит этой птице привыкнуть к человеку, например посидеть в клетке, и крики ее уже не будут столь тревожными для сородичей. При появлении опасности птица, заметившая ее, издает сигнал предупреждения. Оказалось, что совместное действие сигнала предупреждения («Внимание!») и отчаянного крика бедствия («Спасайся, кто может!») действует сильнее, чем каждый из сигналов бедствия в отдельности.

Любопытную подробность сообщает А. М. Сема, впервые применивший акустические репелленты на практике. Оказалось, что действие криков бедствия птицы на сородичей зависит от рангового положения птицы в стае. Наиболее «безоговорочно» птицы подчиняются сигналам высокоранговой птицы, например вожака стаи. При этом они, услышав сигнал, обычно сначала подлетают к источнику звука, кружатся над ним, желая, по-видимому, выяснить причину бедствия своего сородича, и лишь после этого улетают, напуганные повторным воспроизведением криков страха.

За многовековую историю сельского хозяйства чего

только не делал крестьянин, чтобы избавиться от пернатых вредителей посевов (вспомним традиционное огородное пугало). Применение «акустических пугал» в виде криков бедствия птиц дало положительные результаты. Так, например, А. М. Сема пишет, что при помощи этих несложных и дешевых мер ему удалось довольно быстро изгнать около 200 000 розовых скворцов, налетевших на виноградники в одном из районов Казахстана.

«Акустические пугала» имеют то преимущество по сравнению с другими средствами отпугивания, что у птиц не наблюдается привыкания и «равнодушия» к этим крикам, поскольку реакция убегания в ответ на эти крики закреплена в нервной системе птиц миллионными лет эволюции и превратилась у них в своего рода инстинкт самосохранения, безоговорочного подчинения сигналу опасности.

При помощи двухминутного воспроизведения криков страха удавалось даже согнать грачей с гнезд во время насиживания птенцов. Они немедленно улетали и долго не возвращались в эти края. Поскольку покинутые птенцы погибали, в руках ученых оказалось средство регулирования численности пород особо расплодившихся и потому ставших для человека нежелательными птиц.

Взлетают птицы и от ружейного выстрела. Но если у них есть прочный интерес к этому месту, они вскоре снова возвращаются. Демонстрация же криков страха сородичей действует неизмеримо сильнее: птицы улетают, не возвращаясь в эти места, или возвращаются через весьма продолжительное время. Таким образом, акустический репеллент — это сильнейшее биологически значимое средство отпугивания.

Преимущество акустического отпугивания состоит еще в том, что оно не уничтожает птиц (в отличие, например, от ядохимикатов и отстрела), что важно для сохранения полезных пород птиц. Так, например, розовые скворцы, тучи которых зоолог Фрингс так эффектно изгнал из города при помощи акустических пугал, являются главнейшими истребителями саранчи.

Современные биоакустические методы позволяют не только изгнать птиц с нежелательных территорий, но и привлечь их в определенные места, например, на помощь в случае скопления на плантациях большого

числа вредителей-насекомых. С этой целью нужно применять уже другие сигналы из птичьего языка, не отпугивающие, а привлекающие птиц, например крики, сигнализирующие о наличии пищи. Средства эти носят уже другое название — акустические аттрактанты, то есть средства привлечения (от латин. *attraho* — привлечение).

Птицы и самолеты

Пассажирский самолет, на борту которого находились 17 пассажиров и члены экипажа, разбился в 20 км от Балтимора (США), все люди погибли. Причиной катастрофы оказался... лебедь, который врезался в стабилизатор и разрушил его, в результате чего самолет потерял управляемость.

При ночном взлете самолета «Ванкорд» авиакомпании ВЕА впереди по курсу поднялась стая птиц. У командира самолета создалось впечатление возникшей впереди стены. Видимость исчезла, и произошли многочисленные сотрясения самолета. Сразу же отказал один из двигателей, а температура остальных поднялась выше максимально допустимой. Только по счастливой случайности командиру удалось посадить аварийный самолет и спасти жизнь пассажирам. После этого происшествия на взлетно-посадочной полосе в аэропорту Эдинбурга было подобрано более 100 мертвых птиц. Американский астронавт Фримен погиб в авиационной катастрофе, причиной которой оказался гусь.

Подобных происшествий в мире регистрируется тысячи, и число их непрерывно растет в связи с ростом числа самолетов и их скоростей. Создан Международный комитет по предотвращению столкновений самолетов с птицами, в задачу которого входит разработка мер по уменьшению этой опасности.

Птицы заселяют аэродромы в поисках пищи, мест гнездования, временного отдыха при перелетах и кочевках, и, как это ни странно, привлекают птиц и сами самолеты. Наблюдения за поведением птиц в Оклахомском аэропорту показали, что в периоды бескормицы большие стаи птиц слетались на звук работающих двигателей самолетов типа «Электра». Пилоты были вынуждены еще на земле отключать двигатели, чтобы избежать засасывания птиц в турбины. Причина пти-

чьего интереса к самолетам оказалась любопытной: шум работающих турбореактивных двигателей типа «Алисон-501» по частоте и тембру походил на звук, издаваемый стаями некоторых видов насекомых, входящих в пищевой рацион птиц.

Некоторые виды птиц, гнездящиеся в дуплах, заняв все возможные места гнездования, облюбовывают для этой цели и... самолеты. Самолет АН-2 в мае 1968 года простоял в Керченском порту на ремонте 4 дня. Каково же было удивление механиков, которые обнаружили в углублениях крыла самолета четыре (!) гнезда скворцов, причем в двух из них было уже отложено по 4—5 яиц! Случай этот далеко не единичный и иллюстрирует далеко не предел строительной расторопности птиц: как сообщает В. Э. Якоби, в одном зарубежном аэропорту птица (вид не указан) сумела смастерить гнездо в воздухозаборнике двигателя, стоявшего на остановке реактивного лайнера, всего за 1,5 часа. Ясно, что все эти «миролюбивые» действия птиц представляют серьезную опасность для авиации.

Для отпугивания птиц от аэродромов применяли множество средств: сильный шум ракеты, автоматические пугала из смеси воздуха и ацетиленового пламени, ультразвук, стрельбу из ружей, капканы, отравленные приманки и даже взрывы гранат. Все оказалось напрасным — птицы быстро к ним привыкают. Дело не обошлось и без юмора. Как иронически замечает Н. Тинберген, один правительственный чиновник приказал истратить 2000 фунтов стерлингов на нафталин в надежде, что, посыпав им аэродром, он наилучшим образом решит проблему. Чиновник этот не знал, что у птиц слабо развито обоняние и что запах нафталина их мало беспокоит.

Одно время большие надежды начали возлагать на мощные радарные установки на аэродромах, служащие для радиолокации самолетов. Сообщалось, что стая птиц — галок, ворон, гусей, чаек, — попав в зону радиолокационного облучения радара, рассыпается, строй стаи нарушается. Возникла надежда, что птиц можно отпугивать радаром с пути летящего самолета. Однако дальнейшие исследования этого не подтвердили. Птицы привыкают к радиолокационному излучению, садятся на радарные установки и даже гнездятся на них.

Забавный случай описал В. Э. Якоби: на действующую радарную установку, вращающуюся со скоростью

2 оборота в минуту, сел глухарь и, мало того, начал токовать, что продолжалось довольно долго. Очевидно, это новейшее техническое «средство отпугивания» его отнюдь не беспокоило.

Значительно лучше дело продвинулось, когда начали изыскивать научно обоснованные методы борьбы с птицами на аэродромах. Методы эти основаны на знании биологии птиц и, в частности, птичьего языка. Большие заслуги в обосновании этих методов принадлежат В. Э. Якоби.

Для отпугивания птиц с аэродромов в настоящее время используются мощные акустические установки, воспроизводящие крики страха или бедствия птиц. Эффективность их оказалась значительно выше многих других средств. Типичная реакция птичьей стаи на звуковые репелленты такова: 1 — стая взлетает, 2 — летит к источнику звука, 3 — кружится над ним и 4 — улетает.

Однако дело здесь обстоит не так просто. На поле могут присутствовать несколько разных видов птиц (чайки, вороны, скворцы, воробьи, голуби, грачи и т. п.), часть которых не реагирует на чужие крики бедствия. Более того, даже птицы одного и того же вида, но географически разделенные, как правило, не понимают друг друга. Так, трансляция криков одесских скворцов не эффективна в Прибалтике. Эстонские чайки не понимают американских серебристых чаек и т. п. Поэтому некоторые специалисты, например А. С. Мальчевский, скептически относятся к идее практического использования акустических репеллентов.

В этой связи специалистам есть еще над чем подумать для увеличения эффективности акустических средств отпугивания на основе более глубокого изучения птичьего языка.

Хорошие результаты дало применение этих методов в течение трех лет на аэродроме г. Таллина. Привыкание птиц к крикам страха своих сородичей не происходит. Было установлено, что «акустические пугала» действуют лучше в сочетании с другими методами, например вывешиванием чучел убитых птиц, пиротехническими средствами и т. п. Значительного внимания заслуживают такие биологические методы борьбы с птицами на аэродроме, как разведение и применение дрессированных хищников (соколы, коршуны, ястребы). Подобные методы практикуются на аэродромах Испании, где

древнее искусство соколиной охоты освоили несколько десятков бывших самолетных механиков. С этой целью применяются также чучела хищных птиц с машущими крыльями и даже радиофицированные летающие модели ястребов.

«Робот-пугало» — так можно назвать устройство, изобретенное по заказу фермеров английским инженером по сельхозтехнике Майклом Уильямсом для отпугивания птиц с сельхозугодий. В отличие от традиционных огородных пугал, молчаливых и неподвижных, роботы-пугала Уильямса реагируют на появление птиц истощенным воем сирены и угрожающим размахиванием «рук», приводимых в действие электромотором. Роботы-пугала «оживают» при появлении птиц благодаря наличию у них «глаз» (фотоэлементов) и «ушей» (микрофонов), включающих механику под действием птичьих голосов. Судя по всему, однако, стоимость этих роботов-стражей далеко не каждому фермеру по карману. Применение акустических репеллентов, основанных на использовании типовой техники звуковоспроизведения, значительно дешевле и доступнее каждому хозяйству.

Таким образом, применение биологических методов и, в частности, акустических репеллентов — этих своеобразных технико-биологических средств отпугивания птиц с полей и аэродромов — сулит дать народному хозяйству многие выгоды, точнее, избежать многих потерь, с которыми, увы, приходится еще мириться. Эффективность этих средств научно обоснована, доказана на опыте и, разумеется, может быть еще более увеличена усилиями ученых. Теперь встал вопрос о широком внедрении их в практику народного хозяйства. Для этого необходимо создать и размножить в достаточном количестве магнитофильмы или грампластинки с записями криков бедствия непрошенных пернатых гостей и массовую акустическую технику для воспроизведения этих записей в запретных для птиц местах.

Глава 3 Этот удивительный дельфин

Когда-нибудь люди смогут разговаривать с представителями других видов.

Д. Ж. Лилли

Если отбросить в сторону представления, очеловечивающие дельфинов, то взгляд на их биологическую природу к настоящему времени сложился довольно противоречивый.

А. Г. Томили

Дельфин — загадка природы

Дельфин известен человеку со времен глубокой древности. Однако до сих пор он остается для нас существом во многих отношениях еще загадочным. Одна из удивительных загадок дельфина — наличие у него способности к эхолокации — была раскрыта совсем недавно, всего лишь около 30 лет назад. Это открытие послужило толчком к более пристальному изучению дельфина и многих его ближайших сородичей из отряда китообразных.

В последние годы значительно усилился интерес человека к Мировому океану, который занимает $\frac{4}{5}$ всей поверхности Земли. Морские пучины таят в себе неслетные богатства: неисчислимые запасы пищи, нефти, золота и других полезных ископаемых. Человека привлекают морские растения, животные, а главное — возможность обитания самого человека в подводном мире. Французский акванавт Жак-Ив Кусто был одним из первых, кто прекрасно доказал эту возможность.

Но, собираясь в дальний путь, ищут надежных попутчиков. Дельфин — властелин океана. Он обладает необыкновенным умом, силой, подвижностью и к тому же быстро обучается выполнять любые задания. Можно ли желать для нас более подходящего помощника в освоении океана?! Все это заставило человека в последние годы взглянуть на дельфинов иными глазами.

Вот здесь-то и обнаружилось, что зверь этот полон для нас загадок.

Загадочно прежде всего само происхождение дельфинов. Зоологи называют их вторичноводными животными. Жизнь, как считает наука, зародилась в океане. Лишь много миллионов лет спустя первые живые существа вроде вылавливаемых еще и ныне древних рыб латимерий вышли на сушу, чтобы начать ее завоевание. При этом некоторые из видов, освоив новый наземный образ жизни, то есть приобретя лапы, шерсть, способность дышать легкими, рожать живых детенышей и вскармливать их молоком, почему-то вновь решили вернуться в океан. Таких животных и называют вторично-

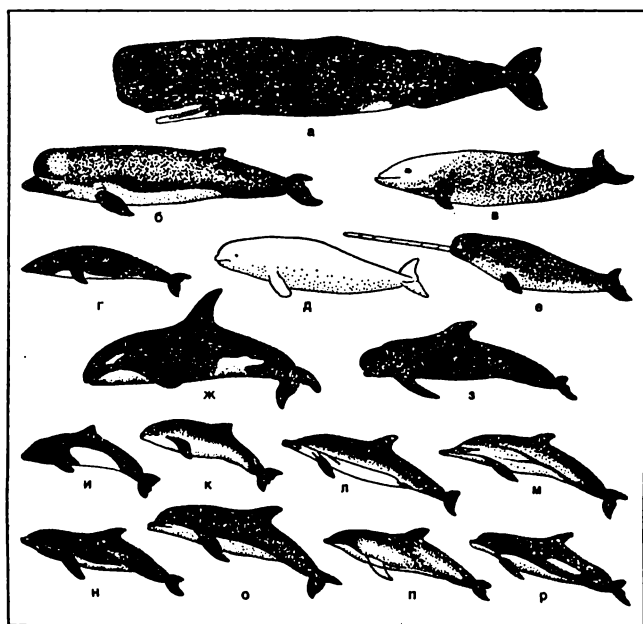


Рис. 29. Зубатые киты: а — кашалот; б — бутылконос; в — клюворыл; г — китовидный дельфин; д — белуха; е — нарвал; ж — косатка; з — гринда; и — белокрылая морская свинья; к — обыкновенная морская свинья; л —

полосатый проделфин; м — обыкновенный дельфин-белобочка; н — белокрылый дельфин; о — афалина; п — тихоокеанский белобочий дельфин; р — белобочий дельфин (по В. М. Бельковичу, А. В. Яблокову, 1965)

водными (дельфины, киты, тюлени, моржи, морские коты и др.).

Но кто же из наземных животных был предком дельфинов? Среди ученых имеются на этот счет лишь догадки, поскольку дельфины сильно изменили свой облик, став больше похожими на рыб, чем на наземных зверей. Дельфины, как и все китообразные, рожают живых детенышей и вскармливают их молоком. Значит, предки их были млекопитающими. Зубастая пасть и способ питания дельфинов, казалось бы, свидетельствуют о том, что они ведут происхождение от хищных или, как считают некоторые, от каких-то древних насекомых. Но вот по строению глаза, желудка и некоторым особенностям поведения они оказываются ближе к парнокопытным. Не правда ли, трудно представить, что они родственники наших коров и коз? Решение проблемы осложняется многообразием облика и образа жизни ки-

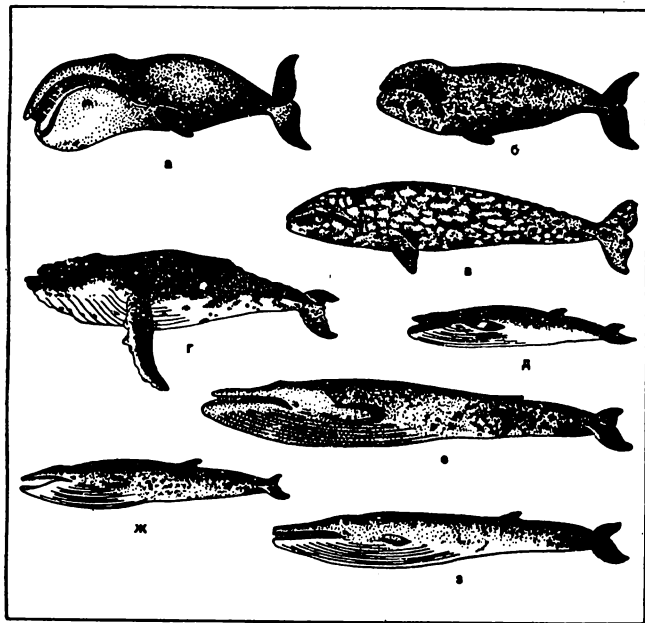


Рис. 30. Усатые киты: а — гренландский кит; б — южный кит; в — серый кит; г — горбач; д — малый полосатик;

е — синий, или голубой, кит (блуждал); ж — сейвал; з — финвал

тообразных; кроме нескольких десятков видов дельфинов, в отряд китообразных входят еще косатки — настоящие морские тигры, кашалот — обладатель уникальной «гидроакустической пушки» и секретов глубоководного ныряния и, наконец исполины моря — усатые киты.

Авторитетные советские ученые В. М. Белькович, С. Е. Клейненберг и А. В. Яблоков считают, что зубатые и усатые киты произошли от разных предков: зубатые — от хищных, а усатые — от копытных вместе с сиреновыми. Знаменитый представитель сиреновых — стеллерова корова, к сожалению, полностью истребленная, имела хвост, как у кита, а на передних лапах — маленькие копытца. По биохимическому составу плазмы крови усатые киты как будто подтверждают свое родство с копытными, но не более. Одним словом, «...происхождение китообразных, — как пишет американский специалист по дельфинам Ф. Г. Вуд, — остается для нас тайной, скрытой в глубине геологических эпох».

Удивительно и необъяснимо дружелюбие дельфина по отношению к человеку. Огромная раскрытая зубастая пасть (у афалины 88 зубов типа тигриных клыков) невольно вызывает у новичка законное чувство опасения. Но не бойтесь прыгнуть в гущу этих добродушных зверей: они не только не принесут вам вреда, но могут даже спасти, если вы вдруг начнете тонуть. При отлове любого дикого зверя, особенно из хищных, человек справедливо опасается его клыков и когтей. А вот при отлове дельфинов (сегодня он производится только для научных целей) ситуация нередко складывается наоборот: человек бросается в гущу мечущихся зверей, подтянутых аломаном к борту судна, и начинает их всячески успокаивать, например поглаживать. Это приводит к желаемому результату и предотвращает их возможные травмы, запутывание в сети и т. п. Удивительна терпеливость этих животных и к всевозможным экспериментальным воздействиям вплоть до хирургических операций, переносимых без каких бы то ни было признаков агрессивности к человеку, причиняющему зверю боль. А ведь в природе дельфины умеют постоять за себя даже против таких страшных хищников, как акулы. Не загадка ли это?

Необъяснимой долго оставалась большая скорость движения дельфинов — до 40 км в час, — которую они

развивают в своей родной стихии, обгоняя подчас многие быстроходные суда. Известный специалист по биомеханике профессор Грей подсчитал, что при том огромном сопротивлении, которое оказывает вода движущемуся в ней физическому телу, дельфин должен был бы обладать как минимум в 7 раз более мощной мускулатурой, чтобы развить в воде такую скорость. Попытка объяснить это противоречие, получившее известность как «парадокс Грея», была предпринята еще Максом Крамером, показавшим, что все дело здесь заключается, по-видимому, в очень эластичной коже дельфина, которая предотвращает турбулентность обтекающего его тело водного потока. Все корабли при своем движении в воде создают вихри, на что уходит много энергии. Дельфин не создает завихрений. Он как бы ввинчивается в воду своим хорошо обтекаемым сигарообразным телом, легко проскальзывая между ее слоями. При этом кожа его, каким-то образом взаимодействуя с водой, предотвращает турбулентные завихрения и кавитацию, обеспечивает максимальную ламинарность обтекания. Мечта кораблестроителей — создать покрытие для кораблей наподобие эластичной кожи дельфина: ведь это сулит увеличение скорости судов при той же их мощности! Но в чем же секрет дельфиньей кожи? Совсем недавно группа советских ученых — В. Е. Соколов, В. В. Бабенко, Л. Ф. Козлов, С. В. Першин, А. Г. Томилин, О. Б. Чернышов — получила диплом на открытие, объясняющее роль живой дельфиньей кожи в обеспечении быстроходности дельфина.

Очередной патент дельфины держат по способности нырять на большие глубины до 300 м и без всяких признаков кессонной болезни. Известно, что давление воды с глубиной возрастает примерно на 1 атм через каждые 10 м. Поэтому у водолазов при глубоководных погружениях в крови растворяется большое количество компонентов дыхательной смеси из числа инертных газов (азот и др.), не поглощаемых организмом и проникающих в кровь из легких. При быстром возвращении водолаза на поверхность растворенные в крови газы не успевают выводиться из организма, отчего кровь человека «закипает» от множества пузырьков, как «закипает» шампанское при откупоривании пробки. Достаточно одному из пузырьков закупорить ответственный кровеносный сосуд, питающий важный участок мозга, — и ис-

ход кессонной болезни может быть роковым для водолаза.

Как удастся дельфину не заболеть кессонной болезнью, стремительно вынырнув с большой глубины? Как ему удастся не дышать под водой так долго? Но эти «достижения» дельфинов ничто в сравнении с рекордами их ближайшего родственника — кашалота. В поисках глубоководных кальмаров, которыми кормится, он заныривает в морскую пучину на целый километр! На этих глубинах не раз находили трупы кашалотов, запутавшихся в разорванных ими межконтинентальных телефонных кабелях, проложенных по дну океана. По-видимому, кашалоты принимали их за щупальца кальмаров и, вступив с ними в «схватку», погибли, плененные кольцами металлических «щупалец».

На глубине 1000 м на каждый квадратный сантиметр поверхности погруженного в воду тела действует сила в 100 кг. Окажись там человек-ныряльщик без всяких защитных приспособлений (то есть в условиях кашалота), он был бы немедленно убит этим чудовищным давлением, получив смертельную баротравму, как говорят водолазы.

Не удивительно ли, что кашалот способен выдерживать такое чудовищное давление! Не менее удивительно, что кашалот проводит на таких фантастических глубинах до полутора и более часов. Задержка дыхания всего лишь на 1 мин под силу далеко не каждому из нас. Профессиональные ныряльщики — искатели жемчуга — способны находиться под водой не более 8 мин. Как же дельфину и тем более кашалоту удастся не задохнуться от недостатка кислорода, находясь под водой столь длительный срок — от 15 мин до 1,5 ч?

Американский физиолог Риджуэй и другие показали, что эритроциты китообразных обладают свойством связывать кислород в значительно больших объемах, чем у наземных зверей. А главное, оказалось, что свойством аккумулировать (запасать) кислород обладают у китообразных не только эритроциты, но и все мышцы тела, точнее, мышечный белок — миоглобин, аналогичный в этом смысле гемоглобину эритроцитов. После каждого глубоководного нырявания кашалот долго лежит на поверхности, чтобы как следует отдышаться и хорошо запасть кислородом впрок для очередного посещения своей глубоководной столовой.

Что касается кессонной болезни, то ее отсутствие у дельфинов и кашалотов, как считается, связано с тем, что под воду они ныряют со сравнительно небольшим запасом воздуха в легких в отличие от водолаза-глубоководника, который дышит под водой сжатым воздухом, специально доставляемым в его дыхательные пути. Поэтому считается, что в крови дельфинов и кашалотов растворяется мало азота и при быстром выныривании «эффект шампанского» не возникает. Имеются, однако, данные, что профессиональные ныряльщики за жемчугом нередко заболевают кессонной болезнью, известной у них под термином «таравана».

Таким образом, надо сказать, что многие раскрытые наукой приспособления китообразных не могут все же полностью объяснить удивительной способности этих животных к глубоководному погружению.

Проблема пресной воды — очередная загадка дельфинов. Все живущие на земле гибнут от отсутствия пресной воды значительно ранее, чем от голода. Как же обходится без воды дельфин? Может быть, он, как считают некоторые, довольствуется пресной водой, получаемой им из рыбы? Не исключена также возможность, что сильно развитая почка дельфина действует как опреснитель морской воды. Американцы Х. Коломб, С. Риджуэй и В. Эванс обнаружили, что в выдыхаемом воздухе у дельфинов содержится значительно меньше водяных паров, чем в выдыхаемом воздухе у наземных животных и даже менее, чем их содержится во вдыхаемом дельфинами воздухе. Это, безусловно, можно рассматривать как пример жесткой экономии пресной воды организмом дельфина, но вряд ли можно считать, что дельфин довольствуется таким способом пополнения запасов воды для нужд своего организма.

Как мы видим, дельфин задал человеку много любопытных вопросов, ответы на которые сулят быть не только интересными для науки, но и практически полезными.

Обратимся, однако, в соответствии с основной нашей задачей к рассмотрению акустических загадок дельфина и его сородичей.

Они поют, слушают и «разговаривают»

Популярный американский журнал «Нейшнл джиографик» недавно опубликовал статью о таинственных голосах китов-горбачей, снабдив ее интригующими заголовками и долгоиграющей пластинкой с песнями китов.

Пение горбачей удивительно мелодично. По свидетельству Роджера Пейна из Рокфеллеровского института, специально записывавшего этих китов в районе Бермудских островов, их голоса напоминают то гобой, то кларнет, то временами волынку. Кроме того, они поют не только «соло», но и «хором». «Китовой музыкой» заинтересовались даже музыканты.

Если темп песни горбача ускорить в 16 раз путем увеличения скорости магнитофонной ленты, то она становится похожей на песню птицы. Ее эмоциональное воздействие на человека очень сильно. Она звучит то как невообразимо прекрасная музыка, то как скорбные всхлипы, то как звуки, которые мог бы издавать тонущий человек... Песни разных китов очень сходны. Похоже даже, что все горбачи исполняют одну и ту же песню. Но она сильно изменяется год от года. «Песни, которые мы записывали в 1964 и 1969 годах, так же непохожи, как музыка Бетховена и музыка «Битлз», — пишет Пейн.

Звуки, которые издает сорокаторный горбач, очень мощные. Они буквально сотрясают тело человека, оказавшегося рядом с китом под водой, отдаваясь «как барабаны в груди», по словам одного кинооператора. Несомненно, что звуки эти могут служить для очень дальней сигнализации. Акустики показали, что в толще морской воды на глубине около 1000 м пролегают так называемые «звуковые каналы», по которым звук способен распространяться на тысячи (!) километров, то есть через весь океан. По-видимому, киты знают о существовании этих каналов и используют их для общения с далекими собеседниками, находящимися в других морях. По мнению зоолога Кристофора Кларка, они способны вести «задушевные разговоры» на расстоянии более 1000 (!) км.

Голосами китов-горбачей заслушивался также Жак-Ив Кусто, путешествуя со своими товарищами на

«Калипсо». Произведенные ими записи, как пишет Кусто, «...не оставляют сомнения в том, что киты общаются друг с другом. Вот слышен призыв, а вот издалека доносится ответ. Причем звуки чередовались, как и положено, при разговоре. Только разговор этот на наш язык не переведешь. Голоса горбачей отличны от голосов любых других животных. Их спектр гораздо шире, и они выразительнее птичьих голосов... Пожалуй, мы различали до тысячи различных звучаний! Тембр, сила звука, частоты создавали бесконечное разнообразие. Тут и трели, и сирены, и что-то вроде мышинного писка. А то вдруг словно олень заревел. Странные чужеродные звуки... Когда слушаешь ночной «разговор» китов, их способность к общению между собой представляется очевидной. Так и кажется, что речь идет не просто о серии бессмысленных звуков, что горбачи обмениваются мыслями и мнениями!..»

Столь же разнообразны голоса дельфинов-белух, дельфинов-афалин и многих других китообразных. У всех поэтому возникает законный вопрос: а не является ли и в самом деле богатая звуковая сигнализация дельфинов и китов их языком, при помощи которого они объясняются, передавая друг другу сложную информацию? Ведь по относительным размерам мозга они стоят близко к человеку да и к обучению способны, что свидетельствует об уме и сообразительности.

К настоящему времени в решении этого вопроса исследователи занимают разные позиции. Выразителем наиболее крайней точки зрения одной позиции явился американский исследователь Джон Лилли, известный читателю по книге «Человек и дельфин». «Когда-нибудь люди смогут разговаривать с представителями других видов. Я пришел к этому заключению после тщательного анализа данных, полученных в наших опытах с дельфинами», — писал он в своей книге. Работа Лилли была воспринята как научная сенсация века. Еще бы! Ученый утверждал, что дельфины, обладая развитым интеллектом, способны общаться между собой на языке свистов. Они способны также копировать человеческий смех и всевозможные звуки, даже звуки речи, которые они приносят в свойственной их звукообразующему аппарату высокой тональности и сжато, но главное — с подозрением на осмысленность ситуации! Лилли слышал от дельфинов такие фразы, как «three-two-three» («три-два-три»),

«It's six o'clock!» («Уже шесть часов!»), «This is a trick!» («Нас обманули!») и т. п. Дельфина Эльвара Лилли научил произносить ряд различных английских слов и даже фраз, добившись, чтобы он произносил их более низким голосом, близким по высоте к человеческому.

Реакция на эти работы Лилли в Америке была необычайно бурной: от восторженно хвалебной до уничтожающе-насмешливой: «Это новый рубеж науки, который

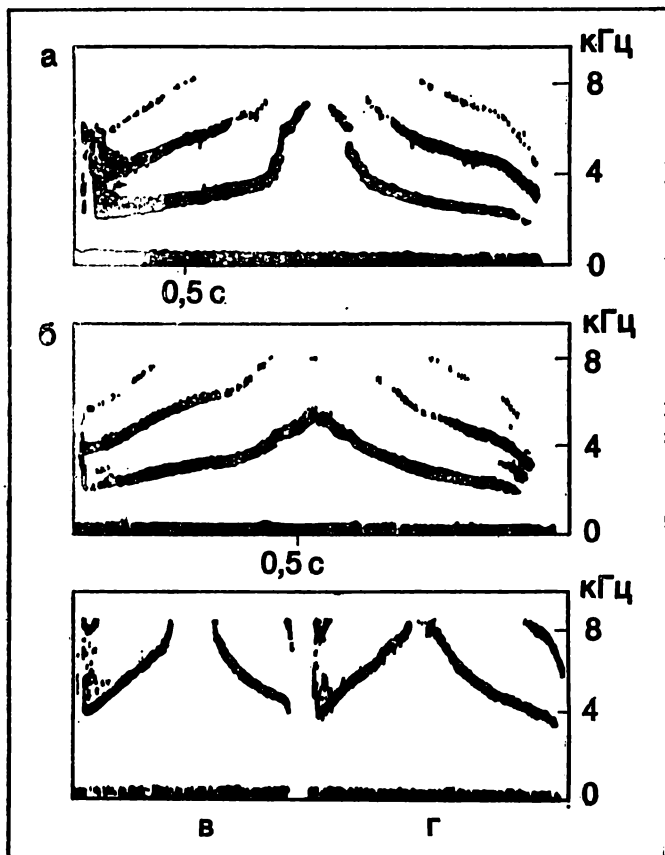


Рис. 31. Сонограмма свистового сигнала бедствия дельфина (по Дж. Лилли):

а, б, в — взрослых;
г — молодого

мы бесстрашно открываем!», «Психиатр хочет заставить дельфина говорить», «Дельфин, ошарашенный ударом электрического тока, подражает смеху жены ученого... и умирает» — мелькали заголовки газетных статей.

С наиболее резким осуждением позиции Дж. Лилли как научно необоснованной выступил его давнишний коллега по изучению дельфинов Ф. Г. Вуд. Признавая в Лилли человека блестящего ума, чистосердечного и уважаемого, Вуд все же считает, что, приписав дельфинам несвойственные им лингвистические способности, Лилли принял желаемое за действительное. После неудачных попыток научить дельфина английской речи Лилли закрыл свою лабораторию и «Институт исследований общения» в Майями и отбыл в неизвестном направлении. Таким образом, Вуд считает, что идеи Лилли потерпели полное фиаско, а сам автор, «заварив кашу», что называется, «ушел в кусты». Имеются, однако, сведения, что Лилли не оставил надежду доказать всему миру свою правоту: в числе новых методов он намерен использовать ЭВМ в качестве посредника в системе общения «человек — дельфин».

Сдержанную позицию в отношении наличия у дельфинов речеподобной коммуникационной системы занимает наш отечественный цетолог¹, профессор А. Г. Томилин. Он считает, что звуковая сигнализация дельфинов не более как обмен сигналами типа сигналов бедствия, страха, пищевых, половых и т. п., то есть язык дельфинов принципиально ничем не отличается в этом смысле от сигналов других животных. Аналогичного мнения, кстати сказать, придерживаются американские исследователи супруги Дэвид и Мелба Колдуэллы. Высокоразвитый мозг дельфина А. Г. Томилиным связывается с эхолокацией как совершеннейшим способом ориентации в воде. Что же касается способности дельфинов к копированию слов и фраз человеческой речи, то А. Г. Томилин считает это проявлением рефлекса звукоподражания, свойственного и другим животным, например, как мы видели, птицам-пересмешникам — попугаям, скворцам, майнам и т. д.

Идеи Лилли породили тем не менее большое число

* Цетология — наука о китообразных.

исследований, имеющих целью установить реальное значение издаваемых дельфинами звуков .. степень сложности их звуковой коммуникации.

Они «говорят по телефону»

Американцы Т. Лэнг и Х. Смит решили повторить опыт Лилли по изучению способности дельфинов общаться между собой при помощи звуков в условиях, когда они были рассажены в разные акустические изолированные бассейны. Звуковая связь между бассейнами была налажена наподобие телефонной, то есть каждый дельфин, кроме себя, мог слышать и соседа.

Записав на магнитофон такую получасовую «беседу» двух дельфинов-афалин — самца Дэша и самки Дорис, сидящих в разных бассейнах, и проанализировав записи, исследователи установили ряд интересных фактов.

Прежде всего оказалось, что при включении «телефонной связи» акустическая активность животных значительно усиливалась по сравнению с тем, когда связь была выключена. Далее, при наличии связи сигналы самца и самки часто чередовались между собой, создавая впечатление «диалога», но были и совпадения сигналов по времени, как, впрочем, это бывает и у людей при телефонном разговоре.

Лэнг и Смит выделили в записях ряд часто повторяющихся звуков, предположив, что один из них (тип А) является приглашением вступить в беседу, а другой (тип F) — призыв к ее прекращению, так как после сигнала А «беседа» обычно оживлялась, а после сигнала F она прекращалась.

Наличие у дельфинов сигнала, предписывающего «собеседникам» прекратить звуковое общение, по-видимому, вполне реально, так как имеет определенный биологический смысл. В естественных условиях дельфины, обнаружив своих врагов — косаток, с подачей такого сигнала мгновенно затаиваются, становясь менее заметными для своих преследователей. Если же опасность миновала, вожаком вновь подается сигнал возобновить звуковое общение.

Подобную «минуту молчания» наблюдал Жак-Ив Кусто в стаде поющих китов. Стоило только под воду погрузиться аквалангистам, как киты тут же мгновенно смолкали: «Как будто кто-то из китов вдруг подавал

команду: «Тишина!» — пишет Кусто. — Весьма эффективную команду, потому что киты тотчас ей подчинялись. Наши записи подтверждают это. Очень может быть, что «всеобщее молчание» — защитная мера против других морских животных с острым слухом, например против косатки...» Подобные «минуты молчания» в случае опасности наблюдаются и в стадах дельфинов-белух.

Много опытов по изучению «телефонных разговоров» дельфинов, сидящих в разных бассейнах, и в других ситуациях провели московские исследователи В. И. Марков и В. М. Островская. Они пришли к выводу, что обмен сигналами у дельфинов обычно носит характер диалога и что «...характер и порядок следования сигналов и длительность межсигнальных интервалов внутри конкретных групп значимы для животных».

Советские исследователи В. М. Белькович, В. В. Казнадзей, С. А. Крейчи и Э. А. Хахалкина записали голоса диких дельфинов в естественных для них морских условиях (во время игр, питания, охоты и т. п.). Произведя статистическую обработку записей в разные экспериментальные годы, они выделили несколько десятков сигналов, расположив их по частоте повторяемости, и попытались понять их сигнальное значение для животных, связав эти сигналы с той или иной ситуацией. В результате ученые подтверждают, что у дельфинов есть сигнал

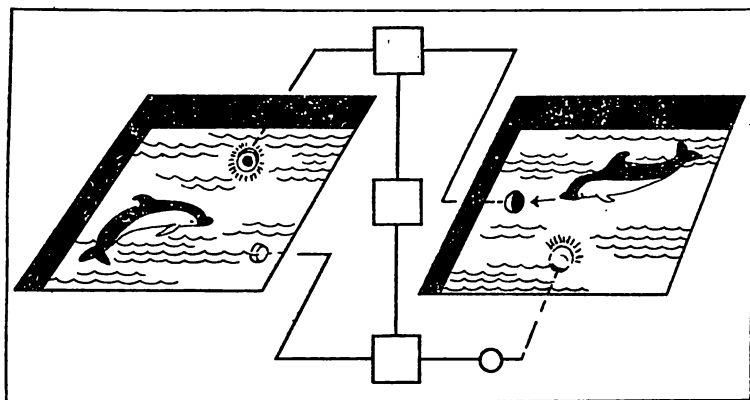


Рис. 32. Схема «телефонного разговора» двух дельфинов в опыте Т. Ленга и Х. Смита.

В каждом из бассейнов находится как излучатель звука, так и его приемник (гидрофон)

N	Контуры сигнала	Дважды дельфины				Дельфины в неволе								Σ по всем наблюдениям	
		III сезон		II сезон		III сезон		II сезон		Зимы и Дреер					
		Кол-во	Ранг	Кол-во	Ранг	Кол-во	Ранг	Кол-во	Ранг	Кол-во	Ранг	Кол-во	Ранг	Кол-во	Ранг
1		46	3	0	6	60	3	5	10	2	9	128	6		
2		46	4	72	2	128	1	1235	1	161	2	1631	1		
3		16	9	26	6	10	10	173	2	363	1	566	2		
4		2	19					1	12	26	6	29	17		
5		41	5	3	10	10	10	114	3			168	4		
6		9	14	7	7					5	8	21	20		
7		17	10	1	12	40	5	1	12	1	10	60	10		
8		2	19									2	26		
9		3	18			18	6	26	5			49	13		
10		50	1	39	3	17	7	1	12			107	7		
11		26	8			12	9			6	7	44	14		
12		32	6									32	16		
13		8	15					13	8	35	4	56	11		
14		6	16			16	8					22	19		
15		2	19	2	11			8	9			12	25		
16		13	12			1	14					14	23		
17		48	2	35	4			62	4			145	5		
18		1	20									1	29		
19		31	7									31	16		
20		24	9	77	1					71	3	172	3		
21		48	2	33	5							81	9		
22		4	17			5	9					9	26		
23		3	18							12	6	15	22		
24		10	13					3	11			13	24		
25		1	20					16	7			19	21		
26						1	14					1	29		
27						2	13					2	26		
28						51	4					51	12		
29						4	12					4	27		
30						102	2					102	8		
31		1	20	4	9			21	6			26	18		

Рис. 33. Элементы словаря свистов дельфиньего языка — контуры различных типов свистовых сигналов дельфинов, зарегистрированные соногра-

фом; цифры показывают частоту встречаемости разных сигналов (по В. М. Бельковичу и др., 1978)

бедствия, обнаруженный еще Лилли (см. рис. 33, № 19), испускаемый дельфином при отлове или пересадке животного, по-видимому, сигнал страха (рис. 33, № 17), наблюдаемый во время грозы, при чистке бассейна; индивидуальные опознавательные сигналы, характерные для каждой конкретной особи дельфина, наиболее часто встречающиеся эмоциональные сигналы типа длительных свистов (рис. 33, № 1—7), связанные с игровым возбуждением животных и т. п.

Все это пока укладывается в рамки того, что мы знаем о языке животных. Вместе с тем наши исследователи считают, что особенностью языка дельфинов является способность их комбинировать с разной степенью сложности отдельные неделимые элементы — нечто вроде фонем или звуков алфавита человеческой речи — в сложные последовательности звуков типа «слов» и «фраз». Экспериментаторы отмечают наличие определенных закономерностей и построений дельфинами сигналов типа «фраз» — нерархичность использования отдельных звуковых элементов; блоковую структуру построения сложных сигналов, наличие как минимум трех и не менее пяти уровней первичной группировки идентичных сигналов и т. п.

Птицы, как уже упоминалось, также способны составлять свою песню из отдельных элементов («слов»), комбинируя их в разных сочетаниях (см. главу 2). Однако разнообразие элементарных звуковых сигналов дельфинов, а главное, число всевозможных комбинаций отдельных элементов у дельфинов неизмеримо больше.

Исследователи считают, что такого рода построение сигналов дельфинов характерно для коммуникационных систем так называемого открытого типа (к числу которых принадлежит и речь человека!), служащих для передачи сложной информации. Но действительно ли дельфины способны использовать столь широкие возможности своего языка? Исследователи пока не могут ответить на этот вопрос.

Они понимают друг друга

Всемирную известность получил опыт американского исследователя Джервиса Бастиана, профессора Калифорнийского университета, поставленный

с целью установить способность дельфинов передавать друг другу звуками значимую информацию. Два дельфина — самец Баз и самка Дорис, находящиеся в разных частях бассейна, — были обучены сообща решать задачу по добыванию корма. Благодаря брезентовой перегородке они не видели друг друга, но хорошо слышали. Чтобы получить рыбу, каждое из животных должно было нажать рылом на соответствующий рычаг в ответ на подаваемые экспериментатором сигналы. При этом сигналы подавались только одному дельфину — самке Дорис: в ответ на непрерывный свет сигнальной лампы она должна была нажать правый рычаг, а на мигающий — левый рычаг. В отделении База также были установлены подобные рычаги, но без сигнальных ламп, а вознаграждение в виде рыбы оба зверя получали только в том случае, если оба они нажимали на соответствующий рычаг.

Идея опыта Бастиана состояла в том, что если дельфины способны что-то сообщать друг другу, то в данной ситуации Дорис могла сообщить Базу, на какой рычаг следует нажимать, чтобы получить рыбу.

В результате оказалось, что Баз, отделенный от Дорис брезентовой перегородкой так, чтобы он не мог видеть сигнальной лампы, быстро научился нажимать нужный рычаг (вероятность реакции 90 %). Когда же животных акустически изолировали, перегородив бассейн звуконепроницаемой перегородкой, точность решения задачи Базом снизилась до 50 %, то есть упала до уровня случайно правильных решений.

Отсюда можно было сделать вывод, что Баз, не имея никакой иной возможности знать, какой из рычагов следует нажимать, получал эту информацию от Дорис, и притом не иначе как путем ее звуковой сигнализации. Выходило, что Дорис явно подсказывала Базу правильное решение: «нажми правый рычаг» или «нажми левый»!

Но какими же звуками она это передавала — вот в чем был важный вопрос!

Анализ магнитофонных записей опыта позволил установить; увидев, что лампа горит ровно (что значило: нажать правый рычаг), Дорис издавала короткую серию импульсов, а если лампа мигала (нажать левый рычаг), Дорис таких звуков не издавала. Этого и было вполне достаточно Базу, чтобы правильно решить задачу.

Трактовка опыта Бастиана вызвала много споров. Один из главных вопросов, выдвинутых противниками теории языкового общения дельфинов, был следующий: делала ли Дорис свои подсказки Базу сознательно, то есть желая ему (а следовательно, и себе!) помочь правильно решить задачу, или это были бессознательные звуки на загорание лампы, которые Баз тем не менее использовал? Вероятность второй версии не исключена, так как Дорис продолжала издавать эти звуки даже тогда, когда База не было в бассейне (для чего его специально убрали).

Однако сам факт использования одним дельфином сигналов другого как «подсказки» для решения сложной поведенческой задачи уже весьма знаменателен. Да и стоит ли нам сомневаться, что в «лексиконе» дельфинов могут быть сигналы, обозначающие понятия «право», «лево»? Ведь в природных условиях их синхронно осуществляемые маневры (как по сигналу) — обычное явление.

Для изучения языка дельфинов любопытные опыты провел Дуайт Батто. В 1964 году он сконструировал электронный прибор, преобразующий звуки человеческой речи в характерные для дельфина свисты. С другой стороны, прибор позволял преобразовывать дельфиньи свисты в речеподобные звуки, более близкие для восприятия человеческим ухом.

Идея Батто заключалась в том, чтобы попытаться наладить с дельфинами диалог при помощи этого аппарата хотя бы на каком-то специально выработанном языке-посреднике. Для этого был разработан словарь такого языка-посредника.

В результате дельфины усвоили целый ряд слов-команд, выполняя по ним определенные действия: ударить хвостом по воде (ПЛОП), выпрыгнуть из воды (ИЯПМ), проплыть через обруч (БАЙЭИП) и т. п. Они даже понимали значение сложных сочетаний этих слов, выполняя по ним соответствующую последовательность действий. Дельфин Мауи, например, выполнял в любом сочетании до 15 таких команд, в том числе, кстати говоря, поворот вправо (сигнал СТАРБОРД) и влево (ПОРТ), а также повторял голосом данную ему любую команду (РИПИИТ). Оппоненты, однако, заявили, что на такого рода действия по командам способны и собаки. К сожалению, смерть Батто прервала опыт.

Их язык — это язык эмоций

Судя по поведению, дельфин — очень эмоциональное животное. Об этом свидетельствует их неиссякаемая потребность проводить свой досуг в играх и развлечениях.

Вот типичная наблюдавшаяся нами сценка. Девушка-тренер в урочный час подошла к вольеру, чтобы начать занятия со своей подопечной — дельфинихой Шалуньей. Не успела тренер спуститься в воду, как ее платье, повешенное на перилах мостков вольера, сдуло ветром в воду. Его тут же подхватила дельфиниха, утопила и поволокла под водой, ловко перебрасывая эту «игрушку» то на правую, то на левую ласту, то зацепляя его лопастью хвоста. Как ни пыталась девушка-тренер отнять у Шалуньи свое платье, ей никак не удавалось даже приблизиться для этого к дельфину — настолько быстро и маневренно носилась дельфиниха по вольеру. Платье тренер получила лишь после того, как Шалунья вволю наигралась.

Примеров таких множество. Создается впечатление, что дельфины только и делают, что играют. Правда, иногда в неволе их часто замечаешь стоящими неподвижно, как бы опечаленными. Часто такое поведение предшествует заболеванию. А на воле игриво резвящиеся дельфины — типичная картина. Как показывают исследования В. М. Бельковича, они даже охоту на рыбу проводят как бы играючи, как коллективную игру в «карусель», «котел» и т. п. Игра в перегонки с судами, катание на волне — любимые игры диких дельфинов.

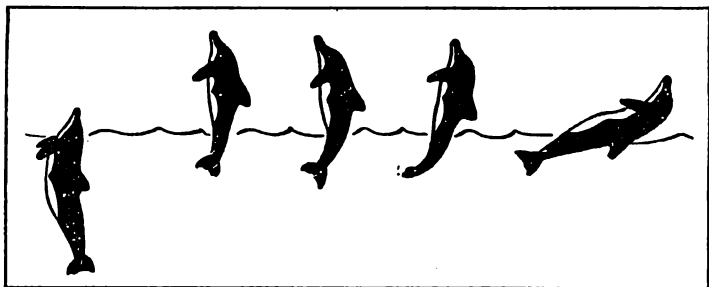


Рис. 34. Дикие дельфины тоже любят поиграть, например

постоять на хвосте (по В. М. Бельковичу и др., 1978)

Игра животного — уже сама по себе сигнал его эмоционального состояния. Наряду с этим у дельфинов имеется целый ряд специфических эмоционально-выразительных сигналов, как голосового *, так и неголосового происхождения. Так, например, свое недовольство дельфин нередко выражает оглушительным шлепком по воде лопастью хвоста. Иногда, заметив, что-то незнакомое в воде, например работающего водолаза, дельфин вдруг выпускает из-под воды через дыхало большой воздушный пузырь, производящий своеобразный булькающий звук. Считается, что это сигнал удивления и недовольства. Нам приходилось наблюдать, как такие пузыри выпускал мечущийся по вольеру дельфин, когда его пытались поймать для пересадки в другой вольер.

При внезапно возникшей опасности дельфин иногда издает сильный импульсный звуковой щелчок. Ухаживая за самкой, дельфин производит характерные твякающие звуки. Наконец, некоторые самцы, по-видимому, из числа агрессивных (по отношению к своим сородичам), нередко щелкают зубами, резко захлопывая раскрытую пасть. Эмоционально выразительный смысл возникающих при этом звуков и самого вида животного вряд ли вызовет у кого сомнение. Нам был известен один крупный самец-афалина по кличке Нептун, который к такого рода угрозам прибегал по отношению не только к своим сородичам, но и к человеку, оказавшемуся в его подводных владениях. Что же касается его собратьев, то многие из них плавали с характерными ярко-белыми полосами на теле, оставленными зубами Нептуна.

* Поскольку в образовании звуков у дельфинов участвует сложная система надчерепных воздушных полостей — резонаторов и мышечных затворов, издаваемые ими звуки не принято называть голосом, который образуется у других млекопитающих с участием истинных голосовых складок. Звуки дельфинов называют просто сигнализацией. Тем не менее нет принципиальных различий в образовании голоса с участием истинных голосовых связок и, например, свиста у человека, когда вибратором являются губы. То же и у дельфинов: свист — это их своеобразный голос, служащий для связи. К тому же есть данные, что у дельфина имеются и истинные голосовые связки, участвующие в механизме звукообразования. Кстати, у птиц звучат тоже не истинные голосовые связки, а особые перепонки в нижней гортани. Между тем мы говорим о голосе птиц. Не побоимся же поэтому назвать коммуникационные свисты дельфина его голосом — своеобразным эквивалентом голосовых звуков наземных животных.

Естественно, что все эти эмоциональные отношения между дельфинами сопровождаются соответствующими звуковыми сигналами. Обилие у дельфинов такого рода сигналов привело американских специалистов по дельфинам, супругов Дэвида и Мельбу Колдуэллов, работающих на базе Маринлендского океанариума во Флориде, к убеждению, что язык дельфинов — это язык эмоций. У дельфинов нет языка типа нашей абстрактной речи, считают Колдуэллы. Все, что эти животные хотят сказать друг другу, они говорят на языке эмоций. Например, у них есть так называемый опознавательный сигнал («Привет, это я!»), который каждое из животных издает наиболее часто. Он по акустической структуре индивидуален для каждого из животных.

Обладая прекраснейшим слухом, дельфины безошибочно опознают по этому акустическому сигналу каждого из своих знакомых сородичей и могут отличить их от незнакомых. Колдуэллы провели интересный эксперимент, подтверждающий наличие у дельфинов такого «абсолютного слуха».

На магнитофон были записаны свисты нескольких дельфинов в разных ситуациях, то есть соответственно для каждого дельфина разные свисты. На эту же пленку были записаны свисты восьми дельфинов из другого стада. Один из дельфинов был обучен нажимать на пе-

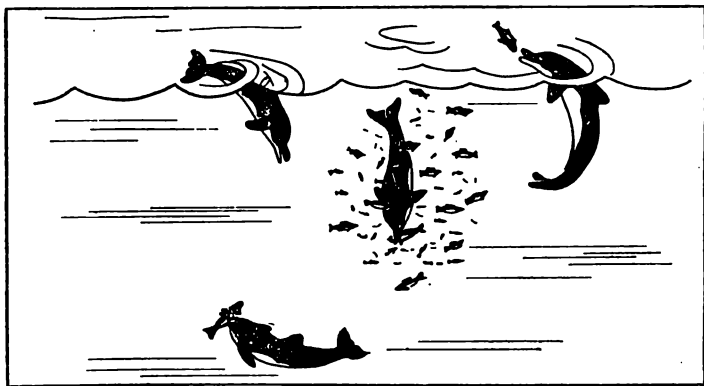


Рис. 35. Ловля рыбы по методу «котел» — это тоже вроде игры. Кружась вокруг стаи рыбы, дельфины останавливают

ее, сбивают в кучу и вот так играючи «обедают»
(по В. М. Бельковичу, 1978)

даль в том случае, когда он слышит сигнал знакомого дельфина, и не реагировать, когда звучит голос незнакомца. Оказалось, подопытный дельфин быстро и точно справился с этой задачей. Более того, через восемь месяцев он с ходу продемонстрировал, что помнит, кому какой свист принадлежит. Ему было достаточно слышать свисты всего лишь полсекунды, чтобы определить разницу.

При изменении эмоционального состояния дельфина опознавательный сигнал его в той или иной степени меняется. Ясно, что эти изменения прекрасно слышат сородичи дельфина. И именно по этим изменениям «тембра голоса» своего товарища они и судят о том, что с ним произошло. Такова суть теории Колдуэллов о языке эмоций дельфинов.

У человека, как мы увидим в следующей главе, тоже имеется язык эмоций, доставшийся нам от наших далеких предков. Изменения тембра голоса, силы, ритмики речи — все это прекрасно говорит нашему слуху, в каком эмоциональном состоянии находится знакомый нам человек, даже если мы его не видим, а говорим с ним по телефону. Но при всем при том у человека имеется и язык сложной логической речи, акустическая основа которого та же самая, что и у языка эмоций, — характерные изменения акустических (фонетических) свойств звуков.

Поэтому наличие у дельфинов языка эмоций, как и у всех животных, не вызывает сомнений. Однако в принципе это не отрицает возможности у них и более сложных форм акустического кодирования информации путем различных комбинаций отдельных стандартных звуковых единиц, о чем пишут советские исследователи. Тем более что чудесный слух дельфина и звуковая память создают для этого прекрасные возможности.

Таким образом, мы должны признать, что, несмотря на ряд попыток выяснить степень сложности и эффективности языка дельфинов для передачи значимой для них информации, вопрос остается окончательно не решенным, равно как и вопрос о возможности установления с дельфином языковых контактов, о чем мечтал Джон Лилли. Пока что мы лишь думаем, что дельфины обладают более сложным языком, чем другие животные, например птицы, и в силу большей развитости своих

умственных способностей и сложности поведения находят своему языку более сложное применение.

В изучении слуха дельфинов и их эхолокационного аппарата достигнуты значительно более определенные результаты, чем при изучении языка. В следующих разделах мы и познакомимся с этими не менее любопытными результатами.

Они слышат неслышимые звуки

Если мы хотим узнать, слышит ли звук человек, то проще всего спросить его об этом. Но как спросить об этом животное, пусть даже такое умное, как дельфин? К сожалению, наши познания в области языка дельфина пока еще не настолько совершенны, чтобы провести с ним такой диалог. Тем не менее обмен информацией между человеком и дельфином в форме «вопрос — ответ» вполне возможен. Для этого существует ряд методов, в частности, основанных на образовании у животного условного рефлекса.

Наш подопытный дельфин Аврора — временный пленник акустической лаборатории Карадагской биостанции — работал сегодня особенно хорошо. По всему было видно, что задачу опыта он хорошо усвоил и выполнял ее с видимым удовольствием. В ожидании звукового сигнала он терпеливо стоит «на старте» в середине вольеры. Услышав сигнал, он буквально бросается к шарiku из оргстекла, подвешенному на ниточке около подводного излучателя звука, и толкает его носом, за что и получает вознаграждение — небольшую рыбку ставриду, которую тут же ловко проглатывает.

Задача опыта, конечно, пустяковая для такого «интеллектуального» зверя. Но суть всего эксперимента не в этом. Дело в том, что, выполняя по сигналу то или иное действие, животное может ответить исследователю на многие порой довольно сложные вопросы. В данном случае вопрос ставится так: каков предел слуховой чувствительности дельфина? Точнее, какова минимальная сила звука, которую он способен воспринять, и наибольшая его частота, доступная дельфийному слуху?

Вот опыт начинает усложняться: звуки даются все тише и тише. Дельфин по-прежнему выполняет по сигналу свое несложное задание. Значит, звук слышит. Но вот силу звука очередного сигнала еще немного умень-

шили. Сигнал звучит, а дельфин остается на месте. Вывод ясен — животное звука не слышит. Опять увеличили немного силу звука. Дельфин реагирует, то есть слышит. Значит, здесь между этими двумя градациями силы звука и находится предел чувствительности слуха дельфина, или, как говорят физиологи, порог его слухового восприятия.

Посмотрим, чему же равен этот порог. Исследования, проведенные американским биоакустиком Джонсоном, а также в нашей лаборатории, показали, что максимальная чувствительность слуха дельфина примерно на 20 дБ (а у косатки на 30 дБ) выше максимальной чувствительности слуха человека (Johnson, 1968; Морозов и др., 1971; Белькович, Дубровский, 1976), то есть дельфин слышит звуки, энергия которых в 100 (а косатка чуть ли не в 300!) раз меньше энергии едва слышимых нами звуков. Значит, слух дельфинов и их сородичей косаток в 100—300 раз чувствительнее нашего. Они слышат звуки, не слышимые нами!

Проведем еще один эксперимент: будем изменять частоту звука, служащего нашему дельфину сигналом к

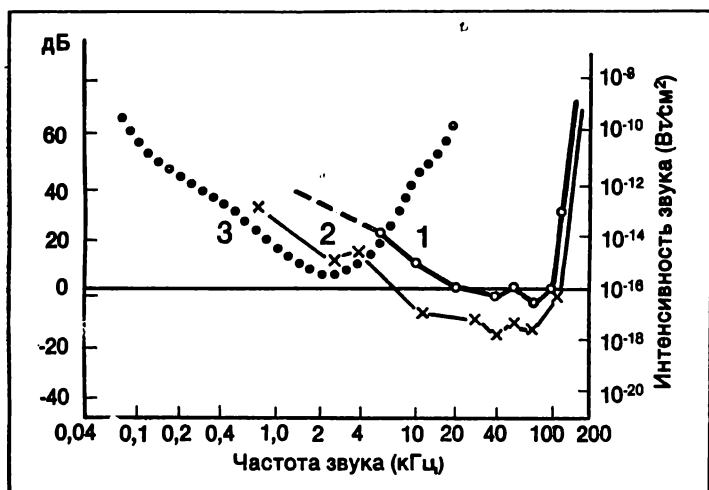


Рис. 36. Сравнение аудиограмм, то есть графиков, отражающих слуховую чувствительность человека (кривая 3) и дельфинов (кривые 1, 2), по-

казывает, что дельфины слышат звуки, недоступные слуху человека как по силе, так и по частоте (по В. П. Морозову, 1979)

действию. Вот на шкале генератора последовательно устанавливаем частоту звука 100 Гц, 1000 Гц, 10 000 Гц — наша Аврора прекрасно их слышит. Идем дальше: 20 000 Гц, 40 000 Гц, 60 000 Гц. Удивительно, но слышит все лучше и лучше.

Известно, что слух человека способен воспринимать звуковые колебания, частота которых лежит в диапазоне от 20 до 16 000 Гц. Более высокочастотные звуки наше ухо бессильно услышать. Эти недоступные человеческому слуху ультразвуки и слышит дельфин. Более того, здесь в области высоких ультразвуковых частот (60 000—100 000 Гц) и лежит зона наилучшей чувствительности слуха дельфина. У нашего дельфина предел слуха по высоте оказался 142 000 Гц. Это почти в 10 раз превышает предельные возможности слуха человека.

Кроме того, как мы уже частично рассказали в предыдущем разделе, дельфины удивительно тонко чувствуют ничтожные звуковысотные и тембровые различия между звуками. Зачем же, спрашивается, дельфину необходимо иметь столь тонкий и изощренный «музыкальный» слух?

Они «видят» ушами

Когда продавщица выдает нам купленный чайный сервиз, то обязательно постучит легонько по каждому предмету карандашом. Каждый бокал звенит, конечно, по-разному, но особый характер звука немедленно выдаст даже слегка надтреснутое стекло. Точно так же обходчик железной дороги (в старые времена, конечно, — сейчас это делают машины) проверял крепость железнодорожного полотна: идет и постукивает. Постукивает и слушает. Слушает и обнаруживает треснутый рельс.

Давайте закроем глаза и постучим чайной ложечкой наугад по предметам на нашем столе. Это, конечно, звенит стакан. А это глухой «ватный» звук — несомненно, хлеб. А вот металлический звон серебряной сахарницы. Все предметы, оказывается, можно определить на слух, но при одном непременном условии — нужно заставить их звучать.

Итак звук, который издают предметы при ударе (сила, высота, тембр, продолжительность), зависит от ма-

териала, из которого сделан предмет. Этот физический закон давно «изучили» дельфины и применили его на практике. Времени у них для этого было предостаточно — миллионы лет эволюции, миллионы лет приспособления к водному образу жизни.

Как уже мы упоминали в этой главе, далекие исторические предки дельфинов жили на суше. Неизвестно, что заставило их переселиться в воду: недостаток ли пищи или обилие врагов. Но, начав вторично свой водный образ жизни, предки дельфинов обнаружили весьма неприятное свойство водной среды: даже в очень чистой воде дальше 10—20 м ничего не увидишь. А если нырнуть поглубже или вода станет мутной, то и на 2—3 м, что называется, «хоть глаз коли» — ничего не видно. Вот здесь, по-видимому, предки дельфинов и сделали свои первые попытки заменить глаза ушами, попытаться научиться «видеть» ушами. Благо слышно в водной среде еще лучше, чем в воздухе: звук распространяется чуть ли не в 5 раз быстрее и на значительно большее расстояние.

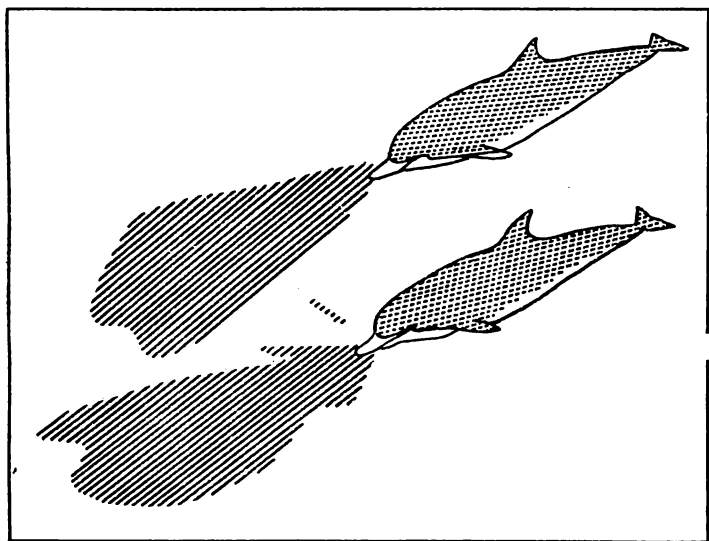


Рис. 37. Эхолокационные сигналы они научились излучать

вперед узким пучком, подобные луча прожектора

Но чтобы ориентироваться по слуху, надо заставить предметы звучать. Слепой человек пользуется для этого своим посохом, постукивая им по предметам. Дельфины приспособили для этой цели звуковую волну, точнее, короткий звуковой щелчок, или локационный импульс, который они издадут весьма рациональным способом — при помощи сложного лабиринта воздушных каналов и мешков, расположенных в верхней части головы над черепной коробкой. Эти локационные импульсы, необычайно короткие и резкие (длительность — сотысячные доли секунды), хорошо выполняют роль ударного молоточка, заставляющего звучать подводные предметы (что и создает отраженные сигналы). К тому же дельфины излучают их узким направленным пучком при помощи специальной жировой фокусирующей линзы и черепа — рефлектора. Это дает им возможность направлять звуковой луч-импульс на различные подводные предметы, как луч фонарика. Наткнувшись на любое препятствие, звуковой луч-импульс в виде эха возвращается обратно к дельфину, неся в себе информацию о свойствах предмета, ибо характер эха различный при отражении от разных предметов.

Вот здесь-то и требуется дельфину необычайно тонкий и острый слух, способный выделить эту информацию

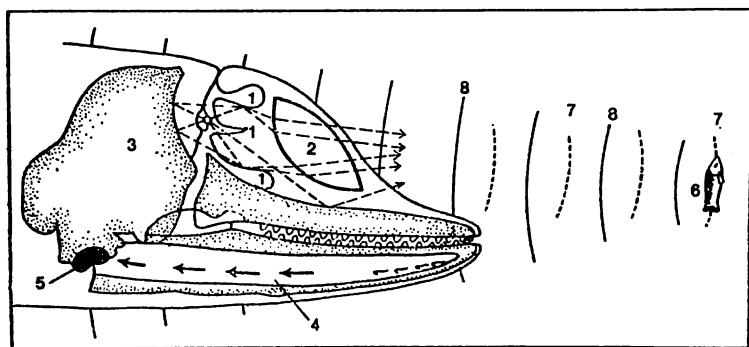


Рис. 38. Роль фокусирующей линзы в звукоизлучающем аппарате дельфина играет жировая лобная подушка 2, а рефлектора — вогнутый, напоминающий чаши, череп 3, воздушные мешки, участвующие в образовании звука 1, ниж-

няя челюсть, проводящая звуки в ухо 4, барабанная кость и внутреннее ухо 5, предмет лоцирования (рыба) 6, излученные звуковые волны 7, отраженные звуковые волны 8 (по А. Г. Томилину, 1974)

и оценить свойства предмета. Вот здесь-то и происходит одно из многочисленных чудес природы: дельфин без всякого участия глаз как бы видит предмет ушами. Причем в отличие от зрительного восприятия он не только может оценить внешний вид предмета (размер, форму, характер поверхности), но и прекрасно различает его свойства, например материал, из которого сделан предмет. В опытах биоакустика Н. А. Дубровского и его коллег дельфин прекрасно отличал сталь от латуни, свинца, эбонита, оргстекла, резины, воска и т. п. Зрение здесь не участвовало, так как эти материалы предъявлялись дельфину для опознавания в форме шаров одинакового цвета и диаметра, кроме того, известно, что подобные задачи дельфин прекрасно решал ночью в темноте.

Таким образом, эхолокатор дельфина, подобно рентгеновскому аппарату, «видит» материал. И эта удивительная способность основана на тонкости слуха дельфина, а также на свойстве звуковой волны в воде проникать внутрь тела и переизлучаться в виде «вторичного» эха, которое и доставляет изошренному слуху дельфина информацию о внутренней структуре материала.

Они измеряют расстояния на слух

Если слепой захочет измерить расстояние до ближайшего препятствия, он постарается дотнуться до него своим посохом. Поскольку длина посоха ему известна, становится известным и расстояние. Сходным образом и дельфин измеряет расстояние до интересующего его предмета. Только в качестве меры расстояния использует временной интервал.

Звук в воде распространяется с постоянной скоростью (1500 м/с). Таким образом, чем дальше предмет, тем больше времени нужно, чтобы звуковой импульс добежал от дельфина до предмета и обратно в виде эха. Опыты показали, что дельфин способен оценить это время, а следовательно, и расстояние до лоцируемого предмета.

Свои локационные импульсы дельфин излучает сериями, то есть часто следующими друг за другом посылками. Многочисленные статистические измерения показали, что временной интервал между локационными

импульсами дельфин изменяет пропорционально расстоянию до интересующего его предмета: чем дальше расстояние, тем реже следуют друг за другом его локационные импульсы. И наоборот, они становятся все чаще по мере приближения дельфина, например, к рыбе, брошенной в воду.

Оказалось, что дельфин излучает каждый последующий локационный щелчок лишь после прихода эхо-сигнала от предыдущего посланного им щелчка. Притом не сразу, а лишь спустя некоторое время (в среднем около 20 м/с). Эта задержка, по-видимому, необходима дельфину для восприятия эхо-сигнала и получения из него полезной информации.

Сама по себе способность высших животных к оценке коротких звуковых интервалов — известный физиологический факт. На этом свойстве слуха, в частности, основана способность животных и человека определять направление на источник звука благодаря оценке разности во времени прихода звуковой волны в правое и левое ухо.



Рис. 39. Чем дельфин ближе подплывает к рыбе, тем меньше время, необходимое для обратного прихода отраженного от рыбы его эхо-сигнала

согласно закону $T_0 = \frac{2L}{C}$,

где L — расстояние до рыбы, C — скорость звука в воде). График показывает, что дельфин регулирует частоту следования своих локационных щелчков (по В. П. Морозову, 1979)

Удивляет лишь быстрота переработки сложной звуковой информации в слуховой системе дельфина: эхо от интересующего предмета дельфин выслушивает всего лишь около 0,02 с, после чего посылает очередной зондирующий импульс. Успевает ли он за это время полностью осмыслить полученную информацию или копит ее от многих импульсов и производит оценку за более длительный срок? Надо думать, что дельфину доступен и тот и другой способ.

Что же касается измерения расстояний, например, до интересующего дельфина предмета, то у него имеются для этого прекрасные физические возможности: длительность временного интервала между излученным импульсом и эхо-сигналом всегда строго пропорциональна расстоянию до предмета. Эту нехитрую связь за миллионы лет своей эхолокационной практики дельфины освоили досконально. Опыты показали, что при помощи звуковой волны дельфин способен обнаружить разницу в расстояниях до предметов всего лишь в несколько сантиметров (с расстояния 5—10 м).

Частоту следования своих локационных импульсов дельфин иногда сильно замедляет, начинает издавать очень редкие, почти что одиночные импульсы, притом значительно увеличенной силы *. По-видимому, это связано с локацией очень удаленных предметов: дельфину приходится долго ждать возвращения эха. Считается, что дельфины способны обнаружить при помощи эха косяки рыбы на расстоянии до нескольких сот метров. Иногда для локации далеких предметов дельфин издает импульсы, не редко следующие друг за другом, а короткие серии частых импульсов. Послав такую «пачку» импульсов на далекое расстояние, дельфин ждет ее возвращения уже в форме пачки эхо-сигналов, которую и способен оценить в целом, а не только путем анализа каждого отдельного импульса.

Обладая быстродействующей системой обработки и получения информации от каждого из эхо-сигналов в

* Мощность излучаемых дельфином локационных импульсов, по-видимому, может достигать весьма больших величин. Е. В. Шишкова в 1965 году в Черном море около Батуми зарегистрировала очень мощные сигналы дельфинов типа ружейных выстрелов, при помощи которых дельфины, по ее мнению, могут оглушить рыбу во время охоты на нее. Советский биоакустик Г. Л. Заславский показал, что афалины в бассейне могут излучать щелчок силой до 120 дБ,

отдельности, дельфин, по-видимому, обладает способностью как-то суммировать и оценивать всю информацию в совокупности от многих полученных им эхосигналов. Поскольку эхосигналы поступают от разных предметов, на которые животные направляют свой звуковой луч эхолокатора, в мозгу дельфина складывается как бы панорама всей окружающей обстановки.

Чемпионом по дальности эхолокации, безусловно, является ближайший родственник дельфинов — кашалот. Поскольку кормится он глубоководными кальмарами, обитающими на глубине 400—600 м и глубже, кашалоту приходится то и дело заныривать в эти глубины в поисках скоплений кальмаров. Однако зачем же нырять зря так глубоко, если на поиски можно послать звуковую волну?

Акустическая эхолокационная система кашалота выглядит поистине грандиозной. Это настоящая «дальнобойная пушка» длиной около 5 м и занимает чуть ли не треть тела животного. Тем не менее она, так же как и у дельфинов, расположена в головной части над верхней челюстью, отчего голова у кашалота кажется непропорционально большой.

Существует мнение, высказанное киевским исследователем В. А. Козаком, что эхолокатор кашалота работает без участия слуха, так как кашалот якобы имеет другой орган для восприятия и анализа эхосигналов, подобный сетчатке глаза («акустический глаз»). Были гипотезы, приписывающие подобный механизм эхолокации и дельфинам. Однако подавляющее большинство исследователей не разделяет этой точки зрения. Дельфин, кашалот, так же как и наземные «специалисты» по эхолокации — летучие мыши, — в качестве приемника эхосигналов используют не что иное, как слух, удивительно изохронный и специально приспособленный для этой цели. Недаром же слуховые нервные центры у эхолоцирующих животных достигают необычайной степени развитости.

Что же касается кашалота, то особенности устройства его эхолокатора (например, грандиозные размеры) можно объяснить спецификой его работы и прежде всего необходимостью быть дальнобойным. Мы уже знаем, что кашалоты охотятся иногда на глубинах около 1000 м, так как на этих глубинах находили трупы кашалотов, запутавшихся в бронированных трансконтинен-

тальных телефонных кабелях. Надо полагать, что их сверхмощный эхолокатор способен обнаружить добычу и на значительно больших расстояниях.

Им не мешает сильный шум

Одна из удивительных особенностей слуха дельфина — это способность его слышать очень слабые сигналы в сильных шумах. Легко подсчитать, что эхо-сигнал, отраженный, например, от рыбки, появление которой в воде даже при самом осторожном бесшумном опускании дельфин безошибочно обнаруживает с расстояния 30 м, составляет миллионные доли энергии прямого локационного сигнала, то есть представляет собой ничтожно слабые звуки. Достаточно сказать, что дельфин способен слышать эхо от дробинки, бесшумно опущенной в воду за 4 м. Все это само по себе говорит об исключительной остроте слуха. Но при этом надо же еще и учесть, что столь слабые звуки дельфин способен слышать на фоне довольно сильных шумов. Источниками этих шумов в естественных условиях является само вечно шумящее море, его многочисленные обитатели, собственные (прямые) локационные и свистовые сигналы дельфина, голоса дельфиновых сородичей, наконец, реверберационные помехи, то есть эхо от посторонних предметов — дна, поверхности воды, тел других дельфинов, спящих рядом, и т. п. Как же способен дельфин слышать сверхслабые эхо-сигналы в таком невообразимом хаосе посторонних звуков?

Столь удивительной остроте слуха в условиях сильных шумовых помех дельфин обязан острой пространственной избирательности и направленности своего слухового восприятия.

Если человек хочет услышать очень слабый звук или собеседника в шуме, он направляет свое внимание к источнику звука, поворачивается к нему лицом, приставляет к ушной раковине руку в виде рупора, чтобы побороть «захватить» энергии звуковой волны, и т. п. Так, например, в шумной комнате, за праздничным столом, где «каждый разговаривает с каждым», мы слышим речь более удаленного соседа, несмотря на более громкие звуки речи ближайших соседей, музыки, пения и т. п. Этот удивительный эффект направленности и избирательности слухового внимания в научной литературе

так и получил название «эффект вечеринки» (cocktail party effect).

Что касается слуха дельфина, то оказалось, что подобным свойством направленного (избирательного) восприятия он наделен в высшей степени. Ультразвуки (80 000—100 000 Гц), на которых работает эхолокатор дельфина, животное способно максимально хорошо слышать только в том случае, когда источник звука расположен строго впереди по осевой линии тела дельфина. Малейшее отклонение источника звука в сторону резко ухудшает его слышимость дельфином. Поэтому слух дельфина и ощущается менее нечувствительным к источникам шума, если они расположены сбоку. Прямое экспериментальное доказательство существования этого феномена у дельфинов впервые было получено в нашей лаборатории.

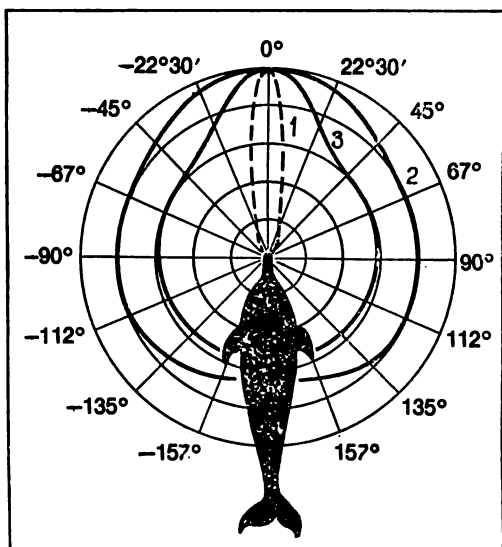


Рис. 40. Эхолокационный слух дельфина представляет собой нечто вроде трубки фонендоскопа, при помощи которой врач выслушивает больного. Это как бы узкий звуковой канал (кривая 1), по которому дельфин и слышит только эхо и не слышит окружающего шума.

Кроме того, у дельфина есть слух «кругового обзора» (кривая 2), весьма сходный с пространственным слухом человека (кривая 3) и позволяющий животному слышать все вокруг (по В. П. Морозову, 1979)

Таким образом, эхолокационный слух дельфина устроен так, что дельфин оказывается связанным с интересующим его объектом как бы узким ультразвуковым каналом, представляющим собой нечто вроде трубки фонендоскопа, которым врач выслушивает больного.

В основе острой пространственной направленности слуха дельфина лежит так называемый бинауральный эффект, то есть взаимодействие нервных центров правого и левого уха. Физиологические механизмы этого эффекта на примере слуха летучих мышей, также, кстати сказать, обладающего острой направленностью, подробно изучены в лаборатории профессора А. И. Константинова (Ленинградский университет), а для других животных — доктором биологических наук Я. А. Альтманом (Институт физиологии им. И. П. Павлова АН СССР).

Н. А. Дубровский, изучая со своими сотрудниками слух дельфина, установил еще одну его любопытную особенность, позволяющую объяснить слабую чувствительность дельфина к реверберационным помехам (то есть к эху от посторонних предметов). Дельфин, по-видимому, способен к так называемому временному строкованию, одна из основных особенностей которого заключается в максимальном повышении дельфином чувствительности слуха в момент возможного прихода эха от интересующего его объекта и загрублении слуховой чувствительности на все остальное время. Дельфин как бы открывает слуховой канал на очень короткое время, чтобы пропустить и воспринять интересующий его эхосигнал, а во все остальное время держит слух закрытым. Это оберегает слух дельфина от вредного действия массы ненужных звуков (в том числе и от его собственных), а главным образом от эха от предметов, расположенных по ходу локационного сигнала ближе или дальше интересующего дельфина объекта.

Быстрота, с которой дельфин способен отстраиваться от эхопомех, оказалась феноменальной: 0,0002—0,0005 с. Это означает, что сильная звуковая помеха, пришедшая раньше или позже этого времени, для слуха дельфина не имеет значения. Даже очень слабый сигнал рядом с этой помехой будет воспринят и проанализирован. Что это поистине удивительное свойство слуха дельфина, говорит хотя бы тот факт, что для слуха человека помеха сохраняет свое зловерное действие даже

в том случае, если она отставлена во времени от полезного сигнала на величину в 1000 раз большую.

Таким образом, устойчивость дельфина к действию сильных шумовых помех объясняется высокой пространственной и временной избирательностью его слухового восприятия. Образно говоря, в слухе дельфина существует как бы пространственно-временное окно, через которое дельфин пропускает только полезную информацию и не пропускает шум.

Кроме того, надо прибавить, что эхолокатор дельфина работает на ультразвуковых частотах — 80 000—100 000 Гц, в области которых в море царит относительная тишина (в море преобладают низкочастотные звуки и даже инфразвуки). Это обстоятельство также способствует лучшей слышимости их собственных ультразвуковых эхо-сигналов.

У них два типа слуха

Остронаправленный слух в виде «трубки фонендоскопа» безусловно хорош, так как дает возможность дельфину преимущественно выслушивать только строго определенные предметы, которые он сам же и заставляет «звучать», то есть излучать вторичное эхо. Это так называемый «активный слух». Но такой слух и явно плох; так как не позволяет слышать всего, что творится вокруг. Как же дельфину слышать своих сородичей, звуки приближения врагов и т. п., если звуки эти исходят сбоку или сзади? Оказывается, природа об этом позаботилась, и такой слух «кругового обзора» у дельфина тоже есть. Он известен под термином «пассивный слух». И по своему типу он сходен с пространственным слухом большинства наземных животных и человека, обладающих способностью слышать все вокруг, правда, все же с некоторым преимуществом в переднем направлении (см. рис. 40). Изучение этих двух типов слуха проведено Н. А. Дубровским, а также в нашей лаборатории.

Физиологическая разница между этими двумя типами слуха дельфина, в частности, состоит в том, что «работают» они на разных частотах, подобно тому как радиоприемник работает на разных частотах электромагнитных колебаний. Так, если эхолокационный остронаправленный слух работает на ультразвуковых частотах 40 000—170 000 Гц, то слух «кругового обзора» —

только на сравнительно низких (для дельфина) частотах (1000—20 000 Гц). В основном это свист или так называемые коммуникационные звуковые сигналы, при помощи которых дельфины «переговариваются» между собой, а также любые другие звуки, исходящие из окружающего пространства и лежащие в звуковом диапазоне частот.

Подобное частотное разделение слухового восприятия дельфина на два диапазона оказалось весьма целесообразным.

Известно, что низкочастотные звуки имеют свойство распространяться от породившего их источника равномерно во все стороны, подобно, например, звукам колокола. Эти звуки меньше поглощаются в водной среде, чем ультразвуки, и слышны на большие расстояния. Поэтому они лучше всего подходят для коммуникационных сигналов, которые должны быть хорошо слышны всем вокруг.

Вместе с тем низкочастотные звуки плохо отражаются от мелких предметов. Согласно закону Гюйгенса, они имеют свойство обходить мелкие препятствия, не отражаясь или мало отражаясь от них, так как длина звуковой волны существенно больше преграды. Поэтому использование низкочастотных звуков для эхолокации мелких предметов, таких, как, например, рыба ставрида размером 15—20 см, оказывается малоприменимым (длина волны дельфиньего свиста частотой 1000 Гц составляет в воде 150 см).

Другое дело — ультразвуки с частотой 85 000—100 000 Гц. Длины их волн в воде соответственно составляют 2—1,5 см, что и обеспечивает им свойство хорошо отражаться от мелких предметов (а ведь дельфину нужно хорошее эхо). Кроме того, ультразвук в отличие от низкочастотных звуков имеет свойство распространяться от источника узким направленным пучком (как луч прожектора). Эти чисто физические свойства ультразвука, надо полагать, и послужили причиной того, что дельфины стали использовать ультразвук для эхолокации, доведя эту способность в процессе эволюции до высокой степени совершенства.

Первым в процессе эволюции появился у животных слух низкочастотный (звуковой). Этим более примитивным типом слуха обладает большинство животных,

включая даже низших тварей, таких, как рыбы, лягушки и т. п.

Второй, ультразвуковой, или эхолокационный, слух появился в процессе эволюции значительно позже, как некая добавка к прежнему типу слуха. Причем добавка, имеющая совершенно самостоятельное значение: «Входные ворота» для этих двух типов слуха дельфина разные.

Более древний, обычный, тип слуха имеет «входные ворота» в тех местах на голове дельфина, где когда-то у их далеких предков были уши. Известно, что ушей у дельфина нет, а наружные слуховые отверстия сильно сжаты или чуть ли не заросли. Тем не менее звук они проводят прекрасно. Это хорошо доказал в своих интересных радиотелеметрических опытах с дельфинами биоакустик Е. В. Романенко.

Могут ли эти два типа слуха дельфина функционировать одновременно? По-видимому, да, поскольку дельфин способен издавать коммуникационные сигналы (то есть «разговаривать» с сородичами) и одновременно излучать серии эхолокационных сигналов, то есть что-то различать при помощи эхолокационного слуха. Таким образом, двум типам голоса дельфина соответствуют и два типа слуха: древний, коммуникационный, и новый, эхолокационный.

У них есть чему поучиться нам

Миллионы слепых людей, ощупывающих дорогу своей палкой, были бы рады получить взамен какой-либо более совершенный способ ориентации.

Американские биоакустики С. Джонсон и У. Эванс, приезжавшие в нашу страну на Международный зоологический конгресс, выступили с научными сообщениями в Институте эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР. Они рассказали, в частности, об устройстве, позволяющем человеку ориентироваться в воде без участия зрения по принципу эхолокатора дельфина, то есть на слух. Аппарат этот, правда, довольно громоздок и, разумеется, не столь совершенен.

Подобные попытки предпринимались давно. Еще в 1966 году на международном симпозиуме в Италии,

посвященном памяти Спалланцани, ученые разных стран рассказывали об устройствах типа «акустических очков» для слепых, позволяющих слепым «видеть» окружающую обстановку при помощи слуха (Animal Sonar System, 1966). О такого рода попытках неоднократно рассказывал в своих трудах американский ученый Дональд Гриффин.

К сожалению, несмотря на то что в конструкции «акустических очков» для слепых заложен тот же принцип ориентации по слуху, который используется дельфинами и летучими мышами, разрешающие возможности этих систем пока что оставляют желать лучшего, а слепые продолжают довольствоваться посохом.

Одна из существенных трудностей конструирования «акустических очков» состоит в отсутствии у человека ультразвукового слуха, который прекрасно развит у некоторых эхолоцирующих животных. Это заставляет конструкторов различными способами растягивать эхосигналы во времени или изыскивать какие-либо иные пути, делающие доступной для человеческого слуха информацию, заключенную в ультразвуковом эхосигнале. Основная трудность состоит в значительной медлительности нашего слуха по сравнению, например, со слухом дельфина. А отсюда и несовершенство «видения» человеком при помощи ушей даже при наличии совершенной техники.

Правда, известно, что слух слепых людей значительно лучше приспособлен для анализа коротких звуковых щелчков типа сигналов дельфинов. Эта способность развивалась у слепых в качестве компенсации за отсутствие зрения. Опыты показали, что некоторые слепые обладают способностью обнаруживать препятствия и различать предметы на основе слухового анализа эхосигналов, отраженных от этих предметов. В обыденной жизни слепые пользуются для этой цели постукиванием по полу или шелканьем пальцами с целью получения необходимого эха.

Эти наблюдения и исследования позволяют надеяться, что рано или поздно аппарат типа «акустических очков» для слепых будет все же достаточно усовершенствован и заменит им палку.

Для измерения расстояний и обнаружения подводных предметов дельфины используют ультразвуковую волну миллионы лет. Человек же научился этому сра-

внительно недавно. Так, например, для измерения глубины моря (а это необходимо, например, чтобы бросить якорь) моряки в течение многих тысячелетий бросали за борт груз на веревке, так называемый лот. Использовать для этой цели звуковую волну впервые пришлось в голову русскому изобретателю К. В. Шиловскому и несколько позднее французу Ланжевену. Совместный патент на этот способ ими был получен в 1916 году.

Современный эхолот служит не только для быстрого измерения глубины и даже вычерчивания рельефа морского дна, что весьма важно для научных целей. Всем известна трагическая гибель огромного парохода «Титаник» в 1912 году, наскочившего на подводную и потому не обнаруженную капитаном часть громадного айсберга. Современным океанским кораблям подобная трагедия не грозит, так как о наличии подводных препятствий капитана надежно извещает гидроакустическая станция, устроенная по принципу эхолота.

Без такого прибора трудно представить себе и современное рыболовецкое и рыбопоисковое судно. Звуковой луч рыболокатора обшаривает морские глубины и сообщает о наличии косяков рыбы. Однако рыболокатор может все же и обмануться, приняв за косяк рыбы, например, скопление в воде пузырьков воздуха. Дельфин, конечно, не обманывается. Поэтому, естественно, перед наукой стоит задача выяснить, как это ему удастся, какие тонкие механизмы слуха дельфина обеспечивают высокую надежность его аппарата «звуковидения», то есть биоэхолокатора.

Изучение строения слухового органа дельфина уже дает некоторые успехи в этом направлении. Московские исследователи Н. В. Липатов и Г. Н. Солнцева установили любопытную деталь в строении органа слуха дельфина: несмотря на то что ушей у дельфина нет и слуховые проходы снаружи плотно закрыты, внутри они заполнены воздухом и сильно удлинены. Авторы высказали гипотезу, что такое строение слуховых каналов помогает дельфину слышать подводные звуки. Доказательством правильности гипотезы послужили опыты на человеке. Известно, что под водой человек слышит значительно хуже. Но вот если в уши человеку, погруженному в воду, вставить трубочки, заполненные воздухом и устроенные по типу ушных каналов дельфина, то слух человека под водой увеличивается в 8—10 раз.

Однако еще многие удивительные свойства слуха и эхолотатора дельфина остаются для человека загадкой. Надо полагать, что разгадка их сулит нам решение многих технических задач, в особенности тех, которые возникли в последние годы в связи с освоением человеком океанских глубин. Одним словом, нам, людям, есть еще чему поучиться у братьев наших меньших — давнишних морских обитателей, некогда живших на суше, а теперь прекрасно приспособившихся к жизни в воде.

Говорят, что в прошлом рыбаки умели использовать для ловли рыбы дельфинов, которые помогали им загонять рыбу в сети. В современном промысловом рыболовстве для этой цели предложено применять магнитофонные записи дельфиньих голосов. Представьте себе судно, тянущее за собой огромный мешок-сеть, называемый тралом. Вот трал «зачерпнул» большую стаю рыб. Раздается сигнал: «Пора трал выбирать на борт!» Но пока трал подтягивают к кораблю, значительная часть рыбы успевает убежать из западни.

Чтобы предотвратить это, советские специалисты предложили в горловине трала разместить подводные излучатели звука, через которые транслировать сигналы дельфинов, записанные во время их охоты на рыб. Применение такого метода, как оказалось, удерживает

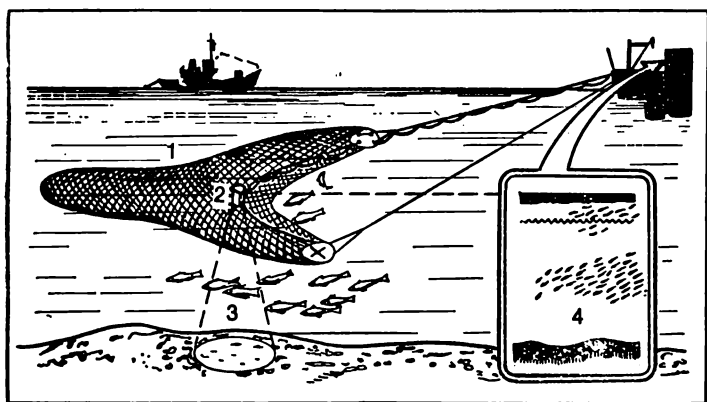


Рис. 41. «Прицельный» лов рыбы при помощи эхолотатора (2), установленного в горловине трала (1). На экране

рыболокатора (4) видно, что трал идет слишком высоко над основным косяком рыбы (3). (по И. И. Клюкину, 1967)

рыбу в корме трала, то есть повышает эффективность тралового рыболовства. Большие заслуги в применении такого рода достижений биоакустики в промысловом рыболовстве принадлежат В. Р. Протасову и его со-трудникам.

Но китообразные не только помощники, но и конкуренты рыбаков.

У острова Каталина (Карибское море), когда рыбаки ловят кальмаров в период их икрометания, на промысел собираются большие стада гринд и морских львов, которые оказываются много проворнее рыбаков. Рыбаки в сердцах даже пускают в ход ружья. Но ведь и жалко же этих зверей убивать попусту! Вот здесь на помощь и приходит биоакустика.

Достаточно включить мощные излучатели, транслирующие звуки косаток, как конкурентов-гурманов словно ветром сдувает — с косатками, как им известно, шутки плохи. Даже великаны серые киты, заслышав магнитофонные записи голосов косаток, быстро поворачивают в противоположную сторону. Значит, и они остерегаются этих «тигров океана». Американский биоакустик Билл Каммингс удачно использовал записи голосов косаток, чтобы изгнать стада дельфинов-белух численностью до 500 голов из устья одной из американских рек, в которой белухи уничтожали молодь лосося. Любопытно, что очень голосистые белухи, заслышав сигналы косаток, мгновенно замолкают и пускаются наутек. Кстати, трансляция других посторонних звуков не производит на белух такого впечатления, оставляя их равнодушными. Это лишний раз говорит о том, что белухи прекрасно разбираются, с кем имеют дело.

Таким образом, есть основания полагать, что применение акустических пугал (репеллентов), бесспорно, полезно для народного хозяйства не только на полях и аэродромах (о чем мы писали в главе о птицах), но и в морском промысловом рыболовстве.

Другим практически полезным для рыболовства методом биоакустики может служить способ привлечения рыбы к орудиям лова с помощью так называемых акустических аттрактантов — путем трансляции, например, нерестовых звуков, записанных во время икрометания, или звуков, издаваемых пищевыми для данного вида объектами, например, рачками, падающими на поверхность воды насекомыми (вспомним удочку Левина).

Глава 4 Язык, понятный всем на Земле

Страстный оратор, певец или музыкант, который своими разнообразными звуками или модуляциями голоса возбуждает самые сильные эмоции в своих слушателях, едва ли подозревает, что пользуется теми же средствами, которыми в очень отдаленной древности его получеловеческие предки возбуждали друг у друга пламенные страсти во время ухаживания и соперничества.

Ч. Дарвин

Сколько бы ни удивляли нас способности животных общаться друг с другом при помощи звуков, все же наивысшего совершенства достигли эти способности у человека. Ни одно из живых существ, обитающих на Земле, даже самых высокоразвитых и обладающих сложной системой звуковой связи, которую мы считаем возможным обозначить термином «язык животных», не может сравниться в этом отношении с человеком. Ибо речь человека — это непревзойденная по своей сложности и совершенству система абстрагирования (отвлечения) от конкретных предметов и явлений окружающей действительности, обуславливающая такие наши чисто человеческие способности и потребности, как мышление, сознание и самосознание, науку, искусство, наивысшие формы общественного и социального поведения. Человек одержим стремлением к бесконечному познанию и преобразованию окружающего его мира, чего лишены все другие живые существа, довольствующиеся более скромными жизненными задачами.

Достигнув наивысшего умственного развития, создав науку, искусство, грандиозную технику, человек объявил себя «царем природы» и стал посматривать на нее как бы со стороны, если не сказать — свысока. «Человек и природа», «природа и человек» — часто пишем и читаем мы, как бы забывая, что мы — неотделимая часть этой самой Природы, одна из многочисленных вет-

вей огромного филогенетического древа, имеющего один корень.

Пройдя долгий и сложный путь эволюционного развития, человек по своей природе представляет единство биологического и социального, материального и духовного, сознательного и бессознательного. Какую бы функцию человеческого организма мы ни рассматривали — движение, питание, размножение и т. п. — мы находим в ней черты как животного, так и человеческого. Не является исключением в этом смысле и наша речь. Наряду с чисто человеческими свойствами — возможностью передачи больших объемов информации абстрактного характера — она обнаруживает и черты определенного сходства с системой звуковой сигнализации высших животных. Сходство это заключается в том, что голос человека обладает свойством в процессе речи передавать слушателю (как бы между строк, в подтексте, за счет интонации) информацию об эмоциональном состоянии. Способность животных сообщать голосом о своем эмоциональном состоянии общеизвестна. Мы отлично, например, понимаем по голосу собаки, находится ли она в гневе (злобный лай), радости, страхе (повизгивание) или в горе (собачий вой). Точно так же собака, как и многие другие животные, не понимая речи, отлично понимает наши эмоциональные интонации.

На общность эмоционально-выразительных свойств голоса человека и животных обратил внимание еще Ч. Дарвин. В своих известных трудах «Выражение эмоций у человека и животных» и «Происхождение человека и половой отбор» он приводит этот аргумент в пользу животного происхождения человека.

Интересный и сложный мир эмоций человека в последнее время все более и более привлекает внимание исследователей. На состоявшемся в октябре 1979 года в Тбилиси Международном симпозиуме по проблеме неосознаваемой психической деятельности одной из центральных была тема эмоций. Недавно в этой области возникло новое направление — изучение языка эмоций, то есть способности человека передавать информацию об эмоциональном состоянии.

В СССР впервые в истории науки состоялись два научных симпозиума, посвященных проблеме «Речь и эмоции». Они были организованы Академией наук СССР

в Ленинграде и как первый (1974), так и второй (1978)¹ привлекли много специалистов разных профилей.

Перенесемся же и мы из мира животного в мир человека и посмотрим, что интересного дает изучение проблемы «Речь, голос и эмоции» для науки и практики.

Чудесный дар природы

Дар речи — одна из самых удивительных и самых человеческих способностей. Мы настолько привыкли постоянно пользоваться этим чудесным даром природы, что даже не замечаем, насколько он совершенен, сложен и загадочен. У человека рождается мысль. Чтобы передать ее другому, он произносит слова. Не удивительно ли, что акустическая волна, рожденная голосом человека, несет в себе все оттенки его мыслей и чувств, достигает слуха другого человека и тотчас же все эти мысли и чувства становятся доступными этому человеку, он постигает их потаенный смысл и значение?! Как же это происходит? Какие законы акустики, физиологии, психологии лежат в основе этого обыденного для нас чуда природы?

Чтобы получить ответы только на часть этих вопросов, наука прошла долгий исторический путь, отмеченный вехами крупнейших открытий и многочисленных теорий речевого процесса. Над изучением многогранной проблемы речи сегодня во всем мире работают десятки научных лабораторий и тысячи самых разнообразных специалистов. Однако природа таит здесь еще немало загадок для исследователей. Одна из них — проблема языка эмоций.

Прислушайтесь к звукам речи незнакомого человека... Разве тембр голоса, манера говорить, интонации не расскажут вам многое о его чувствах и характере? Ведь голос бывает теплый и мягкий, грубый и мрачный, испуганный и робкий, ликующий и уверенный, ехидный и вкрадчивый, твердый и торжествующий и еще с тысячью оттенков, выражающих самые разнообразные чувства, настроения человека и даже его мысли. Рассказывают, что, когда к Сократу однажды привели человека, о котором он должен был высказать свое мнение, мудрец долго смотрел на него, а потом воскликнул: «Да говори же ты, наконец, чтобы я мог познать тебя!»

Говорящий человек при помощи звуковых волн передает слушателю информацию трех родов. Во-первых, мы узнаем, ЧТО (о чем) говорит человек. Это смысловая, или семантическая, информация. Во-вторых, КТО говорит, благодаря характерным индивидуальным особенностям голоса каждого человека. Наконец, КАК говорит, то есть с каким эмоциональным отношением.

Как правило, эмоциональный контекст речи созвучен ее логическому смыслу и значительно его усиливает. Но он независим от логического смысла речи и поэтому может даже ему противоречить. Например, фразу «Я очень рад вас видеть» человек может произнести таким тоном, с таким эмоциональным оттенком в голосе, что смысл ее будет понят слушателем как обратный. При этом в обычной разговорной речи мы почему-то всегда склонны более верить этому эмоциональному контексту речи, нежели ее логическому смыслу. Кто же, например, поверит логическому смыслу слов «Я очень рад вас видеть», произнесенных с явной насмешкой или гневом?

Независимость восприятия эмоционального смысла речи от ее логического содержания имеет любопытную физиологическую основу: исследования, проведенные особенно в последние годы во многих лабораториях мира, показали, что логический смысл речи человек воспринимает левым полушарием головного мозга, а эмоциональный — правым. Физиологи, правда, давно знали, что в левом полушарии мозга находятся важнейшие речевые нервные зоны — зона Вернике и зона Брока (по имени ученых, описавших их), — нарушения которых приводят к тому, что человек перестает понимать логику речи, хотя и слышит ее, и даже вообще лишается дара речи. В правом полушарии мозга, по некоторым данным, находится участок, повреждение которого приводит к «амузии», то есть к нарушению способности воспринимать музыку и мелодику речи, несущую эмоциональный смысл.

До недавнего времени исследователей интересовали лишь законы логической речи. Эмоционально-выразительные же ее свойства как-то оставались в тени. Лингвисты называли их «внеязыковыми», или «экстралингвистическими», свойствами и даже, как пишет профессор Л. В. Бондарко, рассматривали их «как нечто негативное, затрудняющее языковое общение»

Однако в последние годы именно эти эмоциональные свойства речи и вызывают все больший и больший интерес многих специалистов, в том числе самих фонетиков.

Язык наших далеких предков

Способность человека выражать голосом эмоции считается исторически более древней, по сравнению со словесной речью. По-видимому, языком эмоций наши далекие предки владели задолго до того, как научились абстрактной речи. Существует ряд доказательств такого мнения. Любопытно, что одно из них — это сам современный говорящий человек, точнее, особенности развития его речи в детском возрасте.

Согласно теории эволюции, человек в процессе своего индивидуального развития, или, как говорят физиологи, онтогенеза, проходит различные стадии, свойственные его далеким доисторическим предкам, то есть как бы повторяет всю историю развития живого от низших форм к высшим. Так, например, на определенной стадии своего эмбрионального развития зародыш человека имеет зачатки жаберных щелей, волосяного покрова и т. п. Что же касается голоса, то человек владеет им с момента рождения, а вот речь, как известно, появляется значительно позже — к полутора, а то и к двум годам.

Однако задолго до овладения речью ребенок уже прекрасно владеет способностью общаться с окружающими на языке эмоций. Радость, печаль, горе, гнев, страх — эти чувства в его голосе различит не только чуткое ухо матери, но и слух любого человека. В младенческом возрасте человек не только выражает собственные эмоции. Он прекрасно понимает эмоциональную интонацию взрослых, даже еще в тот период, когда он не понимает логического смысла слов. Например, он улыбается в ответ на ласковые слова и может заплакать в ответ на суровые. Но может быть, он все-таки понимает слова? Простой эксперимент дает нам ответ.

Попробуйте произносить ребенку до полугодовалого возраста самые грозные и злые слова, но добрым, ласковым голосом, и он будет улыбаться. И наоборот, в ответ на нежные ласковые слова, произнесенные злым голосом, ребенок испугается и может заплакать. Ясно, что реагирует он именно на эмоциональную окраску голоса. В этом отношении дети реагируют на эмоции,

подобно высшим животным: как уже упоминалось, собака, например, реагирует на интонацию голоса аналогичным образом. Автор этих строк как-то записал на магнитофон смех и плач своего восьмимесячного сына. Стоило теперь воспроизвести малышу его же собственные звуки, как он тут же впадал в соответствующее эмоциональное состояние: смеялся, слыша свой смех, или плакал, слыша свой плач. Это явление часто наблюдается в родильных домах и яслях.

Таким образом, дети в раннем возрасте, еще не зная речи, владеют языком эмоций, общаются со взрослыми на этом языке и отлично понимают друг друга. Период этот наука рассматривает как отражение определенной стадии эволюции человека, предшествующей появлению у древних людей логической речи. Поэтому изучение закономерностей развития речи ребенка, в частности до-речевой стадии, соответствующей языку эмоций и зачаткам речи, представляет большой научный интерес для понимания того, как наши далекие предки научились говорить. На это особое внимание обращал создатель эволюционной физиологии академик Л. А. Орбели. Он называл человека «венцом эволюционного развития», подчеркивал необходимость физиологического изучения его специфических человеческих свойств: речи, второй сигнальной системы, сложного мира человеческих эмоций и, наконец, сценического творчества актеров и певцов.

Голос как искусство

Приобретая дар речи, человек уже может выразить все свои эмоции словами, например, сказать: «Мне страшно!», «Я бесконечно рад!» и т. п. Эту способность человека И. П. Павлов и назвал «второй сигнальной системой», то есть системой обозначения любых жизненных ситуаций словами.

Казалось бы, с развитием второй сигнальной системы древний язык эмоций теперь должен был бы утратить свое значение. Однако нет. Он продолжает жить в голосе человека и прекрасно сосуществует с новой, эволюционно более молодой формой выражения чувств и мыслей, то есть с логической речью. Французский исследователь А. Моль считает, что логическую и эмоциональ-

ную информацию наша обычная разговорная речь несет примерно в одинаковой пропорции.

Однако есть области человеческой деятельности, где язык эмоций вновь приобретает доминирующую роль. Я имею в виду искусство сценической речи и пения.

Как известно, эмоциональное содержание может нести в себе уже печатное слово, например строка поэта. Но разве могут сравниться в этом отношении возможности слова печатного со звучащим?! Голос талантливо-го актера или певца может удесятить эмоциональную силу печатного слова, придать ему огромное разнообразие и порой неожиданные оттенки, рожденные искусством творческого вдохновения. По-видимому, это чудесное свойство голоса имел в виду великий трагик Сальвини, когда на вопрос: «Что, по его мнению, надо, чтобы стать актером?» — ответил: «Голос, голос и еще раз голос!»

Лично мне при этом почему-то вспоминается голос нашего выдающегося диктора радио Юрия Левитана, с особенной эмоциональной силой звучавший в тяжелые для всех нас годы Великой Отечественной войны. Сколько беспредельной силы, благородства, мужества, уверенности в победе слышалось нам в величественных звуках этого необыкновенного голоса и вселялось в сердца наши! Думается, что голос Левитана по силе эмоционально-эстетического воздействия в дикторском искусстве можно сравнить только с голосом Шалапина в искусстве пения.

Что же касается пения, то это, по-видимому, все же самое яркое выражение эмоций средствами голоса.

И. С. Тургеневу довелось как-то услышать в исполнении певца Якова Турка песню «Не одна во поле дороженька пролегала». «Пел он,— пишет И. С. Тургенев,— всем нам сладко становилось и жутко. Я, признаюсь, редко слыхивал подобный голос: он был слегка разбит и звенел, как надтреснутый; он даже сначала отзывался чем-то болезненным; но в нем была и неподдельная глубокая страсть, и молодость, и сила, и сладость, и какая-то увлекательно-беспечная, грустная скорбь, правдивая, горячая душа звучала и дышала в нем, и так и хватала вас за сердце, хватала прямо за его русские струны... у меня, я чувствовал, закипали на сердце и поднимались к глазам слезы; глухие, сдержанные рыдания внезапно поразили меня... я оглянулся — жена целовальника

плакала, припав грудью к окну... по железному лицу Дикого Барина, из-под совершенно надвинувшихся бровей, медленно прокатилась тяжелая слеза».

«Когда не хватает слов, тогда начинаешь петь», — как-то удачно сказал один певец. Любопытно, что еще Ч. Дарвин назвал пение «эмоциональной речью». Песня объединяет и зажигает людей, ведет их в бой и на трудовой подвиг. А возьмем песню игровую, плясовую, шуточную, народную, эстрадную, грустный романс, оперную арию, полную восторга или трагизма, — любое вокальное произведение «по идее» и по существу — это яркая эмоциональная звуковая картина. Картину эту пишут три художника — поэт, композитор и певец, — но роль певца-исполнителя и здесь благодаря его голосу, так же как и в актерском искусстве, остается главной. История вокального искусства знает немало случаев, когда талантливый исполнитель буквально воскрешал забытое вокальное произведение. И наоборот, неудачное исполнение губит любой талантливо написанный романс или песню.

Нередко одно и то же вокальное произведение несет целую гамму различных эмоциональных переживаний. Например, в романсе Глинки «Сомнение» эмоция горя («Я плачу, я стражду, не выплакать горя в слезах») сменяется гневом («И тайно, и злобно оружия ищет рука») и, наконец, надеждой, счастьем и радостью («И страстно, и жарко с устами сольются уста»). Вспомним, как прекрасно передает эту гамму эмоций голос Ф. Шаляпина, а в других подобных произведениях — голоса современных выдающихся певцов: Е. Нестеренко, И. Архиповой, Е. Образцовой, В. Атлантова и многих других.

Таким образом, древнейший из языков — язык эмоций — не только не умер в наши дни, не только продолжает жить, обогащать и украшать нашу обычную разговорную речь, но и развился в совершенные формы искусства звучащего слова и музыки.

Любопытную точку зрения встречаем мы в трудах некоторых психологов, в частности у С. Л. Рубинштейна, согласно которой древний человек вначале научился петь, а уж потом говорить.

Подобную точку зрения разделяли О. Джесперсен, Ч. Дарвин и ряд других исследователей. Это, разумеется, не означает, что древние люди пели, как современ-

ные певцы. Авторы теорий более древнего происхождения пения имеют в виду именно более раннее возникновение в процессе эволюции эмоциональных голосовых средств общения по сравнению со словом. Одним из подтверждений такой точки зрения является структурная организация центров мозга, управляющих речью: собственно речевые зоны (Брока, Вернике) расположены в коре головного мозга, а центры, управляющие непроизвольными эмоциональными голосовыми реакциями человека,— в подкорковой области, в так называемой лимбической системе, несравненно эволюционно более древней, чем кора головного мозга, и пение ввиду его эмоциональной природы базируется на эволюционно более древних механизмах, нежели речь.

Изучая в течение многих лет физиологические механизмы голоса человека, в частности механизмы пения, мы пришли к следующему выводу: эмоция — это ключ, которым открываются не только эстетические чудеса певческого голоса, чарующие слушателя, но и технические способы их достижения, которые необходимы самому певцу для совершенствования. Только этим ключом вскрываются и активизируются самые глубокие эволюционно-древние механизмы голоса человека, в значительной мере непроизвольные, которые обязательно должны быть задействованы в пении и которые обычно «спят» в каждом из нас, в нашей сильно рационализированной разговорной речи. Иными словами, эмоция в искусстве пения — это не только результат или феномен вокального искусства, но и инструмент, которым достигается чисто техническое совершенство голоса.

Этот вывод, обоснованный нами в ряде специальных работ и представляющий известный интерес для практики обучения пению, подсказывают нам как теоретические соображения, так и опыт выдающихся вокальных педагогов и певцов. В известной мере он касается и актерской речи.

Драматическое и вокальное искусство служит не только развлекательным и воспитательным целям, но и научным. Отец русской физиологии И. М. Сеченов, академик Л. А. Орбели не раз обращались к творчеству певцов и музыкантов для иллюстрации законов физиологии. Актерское творчество избрал профессор П. В. Симонов в качестве объекта для изучения высшей нервной

деятельности и эмоций человека. В наших трудах подобным целям более четверти века служит вокальное искусство.

Пение — популярнейший из всех видов искусства, знакомый всем. Но вот некоторые профессиональные тайны искусства пения знакомы далеко не каждому. Поговорим о них, поскольку все в пении так или иначе связано с языком эмоций.

Феноменальные голоса

Эмоциональная природа пения предъявляет особые требования к акустическим качествам певческого голоса. По сравнению с обычной речью голоса певцов отличаются значительно большей силой, звуковысотным диапазоном и характерным певческим тембром — ярким, звонким, серебристым. Эти акустические свойства голоса как раз и являются средствами эмоциональной выразительности.

Сохранилось немало рассказов о феноменальной силе голоса некоторых певцов. Об одном из них рассказывал Л. Кассиль в повести «Громобой». Когда однажды у парохода испортился гудок, Леонтий Архипкин (так звали певца) с успехом его заменил, прогудев по просьбе капитана своим голосом и возвестив пристань о приближении парохода. За свой исключительно сильный и красивый бас певец этот — волжский богатырь — получил прозвище Громобой.

Н. А. Некрасов в поэме «Кому на Руси жить хорошо» говорит о певце Новоархангельском, который утром в порядке «пробы голоса» с успехом перекликался с дьячком из соседнего села, расположенного за несколько верст. А еще говорят, что купцы в старину любили тешиться тем, как певцы — удалые молодцы, состязаясь в силе голоса, ...разбивали голосом стаканы! Говорят, что этой способностью обладал Шаляпин, а также Карузо. Вторя этим впечатляющим легендам, создатели фильма «Великий Карузо» решили поразить воображение зрителей... качающейся люстрой, якобы пришедшей в движение от невероятной силы голоса певца. Но здесь авторы, что называется, «слегка» пересолили, хотя сила голоса у Карузо действительно была огромна (его голосовые связки были необычайно большой басовой длины и толщины),

На К. С. Станиславского огромное впечатление произвела сила голоса известного тенора Ф. Таманьо. Вот как он описывает эпизод этот в своей книге «Моя жизнь в искусстве»: «Таманьо вышел на сцену в костюме Отелло, со своей огромной фигурой могучего сложения и сразу оглушил всеокрушающей нотой. Толпа инстинктивно, как один человек, откинулась назад, словно защищаясь от контузии. Вторая нота — еще сильнее, третья, четвертая еще и еще, — и когда, точно огонь из кратера, на слове «масульма-а-не», вылетела последняя нота, публика на несколько минут потеряла сознание. Мы все вскочили. Знакомые искали друг друга, незнакомые обращались к незнакомым с одним и тем же вопросом: «Вы слышали? Что это такое?» Оркестр остановился, на сцене смущение. Но вдруг, опомнившись, толпа ринулась к сцене и заревела от восторга, требуя «биса».

Любопытную деталь о колоссальной силе голоса того же самого Таманьо приводит И. Андроников. Когда Таманьо пел в Большом театре, то московские студенты умудрялись слушать его задаром — с Петровки, так как «...у этого молодчаги был такой голосина, что ему приходилось перед спектаклем шнуровать на голом теле специальный корсет, чтобы не вздохнуть полной грудью. Как вы знаете, на улице никогда не слышно ни оркестра, ни хора... но голос Таманьо проникал сквозь слуховые окна на чердаке». «...Исключительный, вековой голос», — скажет о нем Ф. Шаляпин в «Страницах из моей жизни».

К сожалению, несовершенная техника грамзаписи того времени донесла до нас лишь слабое эхо могучего голоса Ф. Таманьо, как, впрочем, и других выдающихся певцов: Ф. Шаляпина, Л. Собинова, Э. Карузо, короля баритонов М. Баттистини, эмоциональнейшего из теноров Б. Джильи и многих других. И как это ни странно, современные перезаписи их голосов на долгоиграющие пластинки, призванные, казалось бы, улучшить качество звучания, на самом деле его... ухудшают! Слушая современные реставрированные долгоиграющие перезаписи, удивляешься: и за что только старых мастеров величали королями, великими и тому подобными «званиями»? И лишь только достав оригинальную или близкую к ней старую граммофонную пластинку (78 оборотов, с амурчиками), убеждаешься в совсем ином ее звучании. Впечатление такое, что при реставрации вместе с неиз-

бежными шумами старой грамзаписи удаляются и многие обертоны певческого голоса, составляющие сущность его былой красоты, его «сердце и пульс», по выражению П. Брунса. Таким образом «вместе с водой выплескивается и ребенок»: стандарты по уровню шумов соблюдены, но эстетическая информация, выражаясь современным языком, изъята. Поэтому даже тембры (если их еще можно назвать тембрами) реставрированных таким образом голосов, становятся похожи друг на друга: «бледные, худосочные, задущенные».

Но вернемся все же к качающейся люстре. Мощность обычного разговорного голоса колеблется в среднем около 1—10 мкВт. Наиболее слабые звуки речи имеют мощность 0,01 мкВт, а при шепоте — еще меньше. При усилении голоса мощность звука может возрасти до сотен микроватт, а у певцов доходит даже до сотен тысяч микроватт! И все-таки даже если все певцы «Метрополитен-Опера», где когда-то пел Карузо, «грянут фортиссимо», люстра, увы, не раскачается.

Акустическая сила наиболее мощных певческих голосов для нашего слуха поразительна: достигает 120 дБ и более (на расстоянии 1 м), т. е. соизмерима с силой звука самолетного двигателя! Если учесть, что оперному певцу приходится озвучивать своим голосом театральные залы огромного объема (30 тыс. м³, как, например, «Гранд-Опера» в Париже) и преодолевать мощное оркестровое сопровождение, то можно понять, что певцу со слабым голосом на профессиональной оперной сцене делать просто нечего.

Пение в опере, конечно, не сводится лишь к издаванию сверхмощных звуков. Опера — это прежде всего музыка и актерское мастерство. Но голос певца — это его профессиональный инструмент, который должен обладать определенной силой звучания и другими музыкально-техническими характеристиками, чтобы выполнить свою роль в данном виде искусства. Поэтому считается, в частности, в современной французской опере, что если сила вашего голоса 120 дБ и более, вы имеете шанс (естественно, при наличии всех других необходимых данных) петь ведущие партии в театре первой категории («Гранд-Опера»). Падение силы голоса со 120 до 110 дБ означает для вас, что вы уже теряете голос, но имеете еще право петь первые партии в театрах меньшего объема или вторые партии в опере первой

категории. Согласно классификации Р. Юссона сила певческих голосов артистов музыкальной комедии должна достигать 100—110 дБ, у камерного певца 90 дБ, а более слабые голоса считаются микрофонными.

Громобой и микрофон

Микрофонные голоса! Так ведь это решение всех проблем! Мы даем микрофон, скажем, камерному певцу (сила голоса 90 дБ), включаем усилитель на 120 дБ и... превращаем его в Громобоя! Пой себе в опере! Увы, это невозможно по ряду причин.

Одна из основных — это потеря естественности звучания или, по выражению известного французского психолога А. Моля, «разрушение эстетической информации». На лучших мировых образцах акустических систем стоит знак Hi-Fi («хай фиделити»), что означает точное, достоверное звучание. Но трудности неописуемы. Система не просто должна быть сама по себе хорошей — она должна быть согласована с акустикой зала (его кубатурой, формой), она по-разному настраивается на речь, пение, музыку и даже на разные жанры музыки и т. д. и т. п. Специалисты насчитывают десятки критериев, по которым оценивается качество акустических систем (как, впрочем, и акустические качества самих концертных залов — есть залы с хорошей акустикой, где певцу петь легко, а слушателю все хорошо слышно, но есть залы с плохой акустикой, где и певцу петь трудно, и слушатели плохо слышат).

Но как бы ни было высоко качество электронно-усилительной аппаратуры (а оно, увы, сплошь и рядом не на высоте), она неизбежно искажает, мешает его естественному звучанию. Усиленный электронной голос приобретает не свойственные ему характеристики: амплитудные, частотно-спектральные, фазовые, наконец, пространственные (певец, например, перемещается по сцене, а звук его голоса льется из неподвижной колонки).

Кроме того, пение в микрофон нарушает так называемые обратные связи певца, он лишается самоконтроля певческого процесса. А это, как теперь стало известно благодаря работам нашего диссертанта А. Н. Киселева, может существенно повлиять на технику голосообразования, нарушить ее правильную координацию.

Немаловажны и психологические факторы: микрофон — это средство компенсации недостатка силы голоса, в чем, конечно, публично распяться может далеко не каждый из уважающих себя профессионалов.

Все это, вместе взятое, и приводит к тому, что хороший певец сочтет за личное оскорбление, если ему предложат микрофон. По этим причинам не прижился микрофон и в опере, и, как говорится, слава богу, потому что настоящая опера да еще, пожалуй, филармония — это единственные места, где еще можно услышать естественное, не искаженное микрофоном звучание хорошего певческого голоса. Тем более что громобои еще на свете не перевелись.

Не то в эстраде. Появление микрофона на сцене породило давно ставшее модным увлечение, которое можно было бы назвать «пение без голоса», или «шептание в микрофон». На сцене появляются «певцы», которые раньше, подобно горьковскому Цыганку, могли бы только восклицать: «Эх, голос бы мне! Вот бы пел я тогда!». Микрофон предоставил им эту возможность. Но слушатель вряд ли что выиграл: ведь голос-то от этого у Цыганка не приобрел качество певческого. Возросло лишь его количество: акустическая система усилила его со всеми недостатками. И даже дорогостоящая Hi-Fi, увы, бессильна их исправить!

Как это, в частности, вытекает из наших исследований тембра голоса певцов разных категорий и квалификаций, недостатки тембра голоса при его усилении можно «исправить» путем специальной избирательной настройки частотной характеристики тракта усилителя, подбираемой индивидуально. Так, например, если голос у вас не обладает достаточной звонкостью, имеет глуховатый тембр, необходимо усиление высоких частот, но не всех подряд, как это обычно делается в системах коррекции тембра массовой аппаратуры (такой широкополосный подъем высоких частот приводит к неестественному увеличению высокочастотных шумов типа шипения, тресков и т. п.), а избирательно, главным образом в области так называемой высокой певческой форманты, около 2500 Гц. Более того, определенным варьированием максимумов частотной характеристики усилителя воспроизведения мужскому голосу можно придать по желанию басовый или теноровый оттенок тембра, а у женщин — оттенок сопрано или меццо-сопрано. Эстрад-

ные солисты уже используют подобные системы индивидуальной настройки усилителей, чтобы улучшить тембр своего голоса.

Подобный метод индивидуальной коррекции тембра весьма полезен и при грамзаписи, поскольку известно, что бывают голоса от природы фоногеничные и нефоногеничные (по аналогии с нефотогеничной внешностью).

Держать микрофон в руке не совсем удобно: сковывает движения. Применение беспроводного радиомикрофона, спрятанного в лацканах пиджака или за галстуком (с радиопередатчиком в кармане), позволяет исполнителю свободно двигаться по сцене и даже разгуливать в зале между рядами зрителей, как это любят делать эстрадные звезды. При этом голос певца, переданный по эфиру из его «карманной радиостанции», усиливается радиоприемником в аппаратной за сценой и ретранслируется в зал мощными акустическими системами.

Таким образом, микрофон — этот подарок научно-технического прогресса вокально-музыкальному искусству — продолжает завоевывать сцену. Но несет он нам, увы, не только благо...

«Пение... без пения» и другие курьезы моды

«О вкусах не спорят» — гласит известный афоризм. Может быть, это справедливо по отношению к вещам индивидуального пользования: не принято навязывать человеку то, что ему не нравится, но искусство, можно сказать, предмет не индивидуального, а общественного пользования, точнее, потребления. Музыка, например, звучит по радио, телевидению, даже в транспорте. Иной любит классику, а ему предлагают сомнительного качества эстраду. Да еще в электричке: врубают магнитофон, и хочешь-не хочешь, а слушаешь то, что нравится кому-то, но не тебе. А ведь через потребление, как известно, идет воспитание. Поэтому споры об эстетических вкусах в искусстве были, есть и будут. И всегда будут разговоры о том, как повлиять на развитие эстетических вкусов, чтобы они не приобретали нежелательной формы.

Чрезмерное усиление звука при помощи сверхмощной электронно-акустической техники стало сегодня модой в практике многочисленных вокально-инструмен-

тальных ансамблей (ВИА). Чудовищную силу некоторых ВИА не выносят даже животные. Кровяное давление у них подскакивает на 30—50 %, они заболевают. В клетках мозга у них обнаруживаются необратимые патологические изменения.

Трудно сказать, откуда на эстраду проникло «пение без пения». Скорее всего с телевидения, поскольку выступление там под собственную, а то и под чужую фонограмму давно стало забавной модой (вспомним «Кабачок 13 стульев»). Но одно дело — телевизионный трюк, а другое — когда на эстраде стоит живой человек, держит микрофон и при этом... беззвучно кривляется в такт своей прошлогодней фонограмме.

Да. Статья А. Бадхена на эту тему в «Литературной газете» вызвала много эмоциональных откликов читателей, то бишь зрителей, одураченных «пением без пения».

«Я часто удивлялся, увидев на афише, что многие популярные певцы дают в день по три концерта,— пишет М. Залипухин из Новосибирска.— Ведь это же надо иметь недюжинные силы, чтобы петь по 5—6 часов в день,— думал я.— Теперь становится понятно, как «работают» в этом случае иные гастролеры. Мне кажется, такая практика недопустима — она свидетельствует о полном неуважении к слушателям».

«Я видела, как это делается воочию. Группа передовиков сельского хозяйства Рязанской области была приглашена на Центральное телевидение... Мы все сделали, как положено, и вдруг нас с председателем колхоза приглашают в другой зал, где мы почему-то должны встать в первых рядах хора и... вместе с ним петь. Мы отказываемся, говорим, что не певцы, что слов не знаем. Нас просят просто открывать рот. И вот стоим, волнуемся, конечно. Вступила музыка. Я слышу хор — и ничего не понимаю: хор за спиной, а звук идет справа. Поворачиваюсь и вижу: певцы тоже только старательно раскрывают рты. Сказать не могу, что со мною было. Стою перед камерой, а меня хохот разбирает» (Н. Стрельцова, заслуженный работник культуры РСФСР, Рязань).

Аналогичный случай описывает Е. Нисенбаум, режиссер народного театра «Факел», на одном из праздничных концертов в Свердловске: «Мы были поражены происходящим: и хоры, и солисты, заслуженные артисты, детский хор филармонии, весь ансамбль. УралВО

(с оркестром на сцене) молча и не попадая открывали на концерте рты. За что, спрашивается, аплодировали им простодушные зрители? После мы не раз сталкивались с этим явлением и только укрепились в своем мнении: налицо псевдоискусство, которое порождает у зрителей недоверие к мастерству актера, а у исполнителей — этакое легкое отношение к своему делу».

Ну а что же говорят о «пении без пения» работники телевидения, с легкой руки которых все пошло на эстраду? «Я затрудняюсь назвать более одной-двух передач за год, где исполнители пели бы «живьем», — пишет инженер телецентра В. Миллер. — ...А обаяние живого телевидения исчезает. ...Тем более недопустимо пение под фонограмму на эстраде».

Думается, прав Л. Утесов, который как-то сказал, что в искусстве нет плохих жанров — есть плохие исполнители, хорошие и плохие вкусы. Много, конечно, зависит и от слушателей, зрителей. Не слишком ли равнодушными мы стали к низкому качеству исполнения, всех встречаем аплодисментами. А ведь это знак общественного признания и одобрения...

По улице идет компания молодых людей, о чем-то оживленно разговаривая. Из динамиков магнитофона, который они несут, издается какой-то булькающий шум. Лишь с трудом узнаешь, что это голос В. Высоцкого — бесспорно, талантливого артиста. Понять ничего невозможно, настолько сильны искажения, допущенные при многочисленных перезаписях магнитоленты. Но ребят это ничуть не смущает. За разговорами они даже вообще не слушают магнитофон.

Эстетический вкус, как и все вкусы, формируется окружающей средой. Сначала нас что-то раздражает, потом мы вроде бы привыкаем, становимся безразличны, а в конце концов смиряемся. Пример тому любопытный случай.

Житель Нью-Йорка Чарльз Стеттлер, отдыхая в тихом курортном месте, заметил, что ему начинает сильно не хватать... городского шума, привычного городского фона. При наличии магнитофонного аппарата восполнить этот недостаток оказалось сущим пустяком: на ленту легли шумы городского транспорта, sireны «скорой помощи». Удивительно, но кассеты с такой какофонией нашли покупателей, также страдающих от гнетущей тишины на загородном отдыхе.

Этот случай наводит на грустные размышления: если низкому качеству исполнения и воспроизведения не поставить заслон, то, вероятно, рано или поздно не останется ни одного человека, который возмущался бы этого рода недостатками. Наша терпимость к ним не превратится ли в потребность их восприятия? Ведь история с уличной какофонией шла по такому же пути: мы возжжем то, чем ранее возмущались. Единственную надежду вселяет то обстоятельство, что далеко еще не все купили кассеты Чарлза Стеттлера...

О кризисе жанра классического оперного пения почему-то говорилось во все времена и эпохи. Сегодня, в век повального увлечения эстрадно-электронными ВИА, участь классики, казалось бы, окончательно решена. Но... попробуйте купить билет на любую классическую оперу, скажем, в Большой театр или Кировский в Ленинграде. Табличка «Все билеты проданы» вывешивается уже за месяц до начала спектакля.

Нет! Классическое вокальное искусство живо и будет жить вечно! Будут жить и консерватории, которые готовят оперных певцов. И никогда не стихнут споры о том, какой из методов воспитания певческого голоса является лучшим... А раз консерватории живы, давайте заглянем в какой-нибудь вокальный класс и посмотрим, что там происходит.

**«Ваш голос висит
на кончике носа...»**

«Ваш голос висит на кончике носа!» — можете услышать вы на уроке пения и весьма удивитесь, если, разумеется, человек вы не посвященный. Но всему есть объяснение...

О методах воспитания певческого голоса, или, как раньше говорили, постановки голоса, написаны горы книг, но, как ядовито заметил один специалист (Ф. Ф. Заседателев), «кончается она (книга) как раз на том месте, где читатель хотел, наконец, найти указание на то, как надо петь и как автор добивается успеха у своих учеников». Да и вряд ли можно написать такую книгу, по которой можно было бы научиться петь, подобно тому как по поварской книге приготовить обед. Ибо обучение пению — это процесс живого творческого общения педагога и ученика. Здесь главное — нагляд-

ный пример, показ и постоянный контроль правильности: как собственный самоконтроль, так и со стороны педагога. Вот здесь-то и произносятся слова, которые Шаляпин называл «мистические», и происходят диалоги, способные удивить непосвященных.

Современный педагог — человек, конечно, в основном грамотный. Он знаком с акустикой, физиологией голоса. Все это ему нужно, чтобы уметь управлять «живым музыкальным инструментом» — голосом певца. Но вот способ, который он предпочитает, чтобы передать свои знания ученику, меньше всего напоминает лекции по физиологии и акустике. Большинству вокальных педагогов, как правило, в прошлом певцов, более свойственно в своей работе опираться на прошлый сценический опыт, более или менее богатую интуицию, художественный вкус и безграничную фантазию. Огромное, поражающее разнообразие вокальных терминов адресовано главным образом к эмоциональной сфере человека.

Оказавшись в классе, вы можете услышать, что *звук должен сочиться из глаз, упираться в зубы, стоять на диафрагме и даже висеть на кончике носа или даже упираться в противоположную стену*. Если не хотите форсировать (т. е. чрезмерно усиливать) дыхание (а это всегда большое зло!) — *пейте звук (!), продолжайте вдох во время пения ноты*, а прежде чем взять высокую ноту, *приготовьте в голове (!!)* большое пустое место. Голос должен быть *в маске, в близкой или высокой позиции и обязательно на опоре*. Чтобы достичь всего этого, Дейша-Сионицкая в своем руководстве для певцов «Пение в ощущениях» рекомендует «сделать во рту из твердого нёба под носом ложку (!) и на эту ложку сверху (!) петь». А чтобы советы не забывались, они нередко запечатлеваются даже в стихотворной форме.

Прежде всего что приходит в голову при первом знакомстве со всеми этими рекомендациями — это немедленно отнести их в разряд методов профессора Леопарди¹. Однако не будем спешить с подобными выводами. Известно, что многие вокальные педагоги при помощи таких эмоционально-образных рекомендаций, или, как они их называют в шутку сами, «рыбьих слов», до-

¹ Имеется в виду юмористический рассказ А. И. Куприна «О том, как профессор Леопарди ставил мне голос», в котором автор высмеивает невежественные приемы обучения пению, бывшие в ходу у некоторых «маэстро».

бивались и добиваются у учеников вовсе неплохих результатов. Более того, попытки заменить эту «фантастическую» терминологию на научные термины всегда терпели неудачу. В чем же здесь дело?

Достижения современной науки в изучении природы певческого голоса разъяснили происхождение многих эмоционально-фантастических выражений певцов. Теперь, например, ясно, что термин «маска» есть результат сильных вибрационных ощущений певца в лицевой области, обычно закрываемой маскарадной маской. Это ощущение возникает при пении, когда «звук в резонаторах», т. е. правильно сформирован и сильно резонирует в верхних резонаторных полостях. При помощи специальных приборов вибрацию маски можно даже увидеть. Термин «опора» связан, с одной стороны, с особым мышечным ощущением «эластичности» выдоха при пении, а с другой стороны — опять-таки с резонаторными ощущениями нижнего резонатора (трахея и крупные бронхи).

Необычайная образность и эмоциональность профессиональной терминологии вокалистов да и музыкантов также объяснимы участием многих органов чувств в пении и музыкальном творчестве (слуха, мышечного чувства, вибрационной чувствительности и даже зрения). «Словесные характеристики качества тембров,— писал Н. А. Римский-Корсаков,— крайне затруднительны и не точны. Приходится их заимствовать из области зрительной, осязательной и даже вкусовой. Связь представлений из этих якобы чуждых музыке областей с представлениями слуховыми для меня, однако, несомненна».

Особенно широко певцы и музыканты пользуются зрительными сравнениями и образами. «Как много солнца в голосе у этого певца!» — услышите вы и сразу представите голос звонкий, сильный, жизнерадостный. А еще бывают голоса *яркие и тусклые, темные и светлые*, а звуки — *круглые, плоские, матовые, белые, притом белые* — это совсем не то, что *светлые*, и т. д.

Связь зрительных ощущений со слуховыми объясняется законами физиологии: взаимодействием слуховых и зрительных центров в мозгу, расположенных в подкорковых областях поблизости друг от друга. Известны даже случаи «цветного» слуха, которым обладали композиторы Римский-Корсаков, Скрябин и некоторые

другие: все звуки и аккорды казались им окрашенными в различные цвета.

«Цветным» слухом в известной мере обладают все люди: разве не связываем мы в своем воображении звуки грубые и мрачные с темными красками, а звуки звонкие, веселые — со светлыми жизнерадостными тонами? Вместе с тем попытки любителей современной цветомузыки установить сколько-нибудь определенные закономерности в соотношениях между гаммой звуков и гаммой цветов до сих пор не увенчались успехом. Поэтому цветосветовые эффекты, сопровождающие музыку в дискотеках, характеризуют скорее субъективные вкусы и технические возможности изобретателей.

Но вернемся к странным терминам певцов. Звук голоса бывает у них *легкий* и *тяжелый*, *глубокий* (а то и *утробный*), *горловой*, *щечный*, *связочный*, *широкий*, *узкий*, *головной*, *грудной* и т. д. и т. п. О чем говорят эти термины? Да, конечно же, о способе образования звука, сопровождающем тот или иной процесс пения. Способ образования голоса немедленно отражается на характере звука, на основании чего опытный педагог и определяет на слух способ звукообразования, которым пользуется певец. Сам поющий судит об этом в основном по мышечно-вибрационным ощущениям, а опытный ценитель вокала — на слух. Такого рода способность обозначается термином *вокальный слух* — ценнейшее профессиональное качество певцов, психо-физиологической основой которого является взаимодействие слуха со всеми другими органами чувств, участвующими в процессе пения. Конечно, слух каждого человека в определенной степени вокальный: мы, например, различаем, поет человек легко или ему трудно (тяжелый звук), является ли голос *горловым* или *утробным* и т. п. Именно из этих оценок, часто бессознательных, и складывается у нас эмоционально-эстетическая оценка пения.

Но вот мы снова в классе. Если же у певца не ладится что-то с дыханием, то дается совет: *«Вдохни так, как будто вдыхаешь запах чудной розы»*. Нередко это приводит быстрее к цели, чем всякие конкретные советы: *«вдохни глубже»*, *«раздвинь ребра»* и т. д. Почему? Ответ очень прост: когда мы вдыхаем приятный запах, то органы дыхания ведут себя совсем иначе, чем при вдыхании обычного и тем более неприятного запаха. При неприятном запахе может произойти сильное не-

произвольное сужение: бронхов и даже их спазм как защитная реакция организма. Вдыхание же приятного запаха по-другому воздействует на нервные окончания в носовой полости и столь же произвольно (рефлекторно, автоматически) настраивает нижние дыхательные пути на более глубокий вдох и правильное распределение воздуха в легких (вспомним, как легко и приятно дышится в сосновом бору!). А это-то и важно для правильного певческого вдоха.

Таким образом, чтобы подействовать на голос, опытный педагог адресует не только к его непосредственному «хозяину» — мышечному чувству, но также и к зрению, и даже к обонянию певца, а главное, через эти органы чувств — к его образному воображению.

Выражений этих тысячи. Среди них есть, конечно, более или менее удачные или неудачные, заставляющие задуматься или вызывающие улыбку, удивительно меткие и удачные, а наряду с этим и просто неприемлемые с эстетической точки зрения (так, например, один педагог для развития у ученика ощущения верхних резонаторов предлагал ему... «высморгаться (!) звуком» (!!!)).

А педагог? Он, безусловно, человек грамотный. Ему хорошо известно, что «приготовить в голове большое пустое место и петь с этого места» — это чистейшая нелепость с точки зрения физиологии и просто здравого смысла. Однако нужно как-то отвлечь внимание певца от излишнего напряжения горла и заставить его активизировать верхние резонаторы. Сказать это прямо: «не зажимай горло», «подними мягкое нёбо» и т. д. — по опыту знает — не поможет. Нужно что-то новое, необычное. Вот и рождается образ: фантазия, гипербола, метафора, гротеск — что угодно! В результате цель достигнута! Чего же еще более?!

О выдающейся певице Елене Образцовой написана книга. Благодаря автору этой книги Р. Шейко, длительное время записывавшей интереснейшие диалоги со знаменитой певицей, мы можем побывать и в ее консерваторском классе, где Е. Образцова выступает уже в роли вокального педагога, обучающего молодых певиц вокально-техническому мастерству. Итак, мы слышим:

«Первая ошибка какая? Очень много лица! Мы поем костями, а не мышцами. А у тебя получается «с мясом».

Вторая ошибка: в одной фразе три раза тронула дыхание. А надо спеть на одном посыле дыхания».

«Сделай животик мягеньким, как у гусеницы или кошки. А ноздри открой широко, как у лошади. Берешь дыхание, как цветок нюхаешь. А звук потяни на себя, как уздечкой. Звучание в зубах остается! И чтобы никогда не было звука простого, простецкого!».

«Как только чувствуем напряжение, что делаем? Идем в горизонталь! А что мы там делаем? Идем широко по резонаторам! А буковка висит, как капелька, вот-вот сорвется... Все буковки на одном уровне, мы думаем только о них. Не трогать дыхание! И губами не шлепать! Губки только для поцелуев! Почему тесситурно поднимаемся? Ярче озвучиваем резонаторы! Никаких затрат, поем элегантно, покойно! Эта косточка над губой такая пористая, нужно, чтобы воздух заполнил все углубления и клубился там, как туман. И дозируем выдох. Буква всегда выходит в одной точке! Буква, как ручка у веера, а звук — как сам веер!».

После того что мы знаем об эмоционально-образной природе пения и языке вокалистов, услышанное вряд ли может нас удивить, тем более что в своей книге Е. Образцова дает разъяснение некоторым выражениям. Что же касается учениц, то у них есть основания отнестись к этим советам своего знаменитого педагога с величайшим вниманием и как можно точнее их выполнить. Ибо они соответствуют представлениям о голосе, которому рукоплещет весь мир...

Рассказы об эмоционально-образной терминологии певцов можно было бы бесконечно продолжать. Термины эти, несмотря на их порой фантастический характер, не рождаются на пустом месте. Психо-физиологическое объяснение им дано нами в специальных трудах. Многие педагоги с целью управления голосом обращаются к таким чувствам, как боль, плач, радость, смех, гнев, и добиваются порой прекрасных результатов. В этом нет ничего удивительного: ведь пение — это выражение эмоций и управлять певческим процессом легче всего при помощи эмоций.

Эмоция — это мобилизующая и организующая сила не только в пении, а буквально во всех жизненных процессах. Об этом писали наши авторитетные физиологи П. К. Анохин, П. В. Симонов, а «отец кибернетики» Н. Винер прямо сказал: «Эмоции..., способны управлять

некоторыми существенными стадиями в научении и в других подобных процессах». В этом мы и убедились, побывав на уроках пения.

Посмотрим теперь, что же дает изучение языка эмоций для науки и практики.

Акустический алфавит языка эмоций

Для передачи смысла речи человек пользуется определенным способом кодирования информации, то есть всем известным алфавитом. Из элементов этого алфавита — фонем — и составляются слова и фразы связной речи, несущие определенный смысл. Возникает вопрос: существует ли подобный алфавит для языка эмоций? Вопрос этот в последние годы задали себе многие специалисты.

В нашей лаборатории биоакустики мы пытались решить его на примере изучения вокальной речи или пения, которое, как уже упоминалось, необычайно сильно насыщено эмоциями и поэтому представляет удобный объект для такого рода исследований. Исследования мы проводили в содружестве с Ленинградской консерваторией.

Задача ставилась так: если наш слух способен обнаружить в голосе человека определенную эмоциональную окраску, например эмоции горя, радости, гнева и т. п., то, очевидно, должны существовать какие-то объективные акустические признаки, которые ответственны за передачу этих эмоций слушателям. Что же это за признаки и какие акустические свойства звука их несут: громкость ли голоса, высота, тембр и т. п.? Такая задача была нами поставлена перед аспирантом нашей лаборатории Г. М. Котляром, который ее успешно решил, защитив на эту тему кандидатскую диссертацию. С помощью метода экспертных оценок (а экспертами служили люди самых разных профессий и возрастов) было отобрано несколько десятков фраз из различных вокальных произведений (в исполнении Ф. Шаляпина и других певцов), насыщенных совершенно определенным эмоциональным смыслом (радость, горе, гнев, страх).

Изучение акустической структуры этих фраз показало, что она существенно различается в зависимости от того, какую эмоцию певец выражает. Особенно это

хорошо выявилось в тех случаях, когда певца (имеются в виду современные профессиональные вокалисты) экспериментаторы просили одну и ту же вокальную фразу пропеть несколько раз, причем каждый раз с разным эмоциональным оттенком. Опытные певцы прекрасно справляются с этой задачей, а некоторые даже оказались способными любую эмоцию выразить при пении мелодии без слов, так называемых вокализов, и даже лишь одной гласной на одной ноте! Поскольку в этих опытах фонетический состав фраз оставался постоянным, все изменения акустической структуры фразы можно было отнести за счет изменения ее эмоционального смысла (см. рис. 43).

Сложная электроакустическая обработка (с применением ЭВМ) полученных таким методом образцов голоса, насыщенного разными эмоциями, проведенная Г. М. Котляром, показала, что каждая из перечисленных эмоций — радость, горе, гнев, страх — выражается изменением не какого-либо одного свойства звука, а практически всех его свойств: силы, высоты, тембра, темпоритмических характеристик и т. п. Изменения эти касались даже и тех характеристик вокальной фразы, которые были заданы композитором, то есть звуковысотного и темпоритмического рисунков мелодии. Таким образом, выражая ту или иную эмоцию, певец в той или иной степени отклоняется от предписаний нотной записи, что и определяет эмоциональную окраску его голоса.

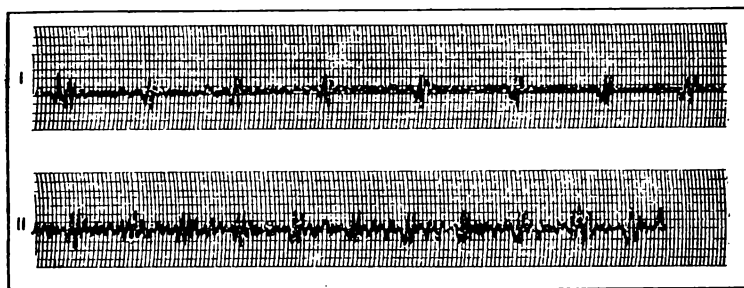


Рис. 42. Как влияет выступление артиста на сцене на его сердечную деятельность? Телеэлектрокардиограмма показывает, что во время пения

(II) частота пульса увеличивается в полтора-два раза по сравнению с нормой (I) (по В. П. Морозову, 1977)

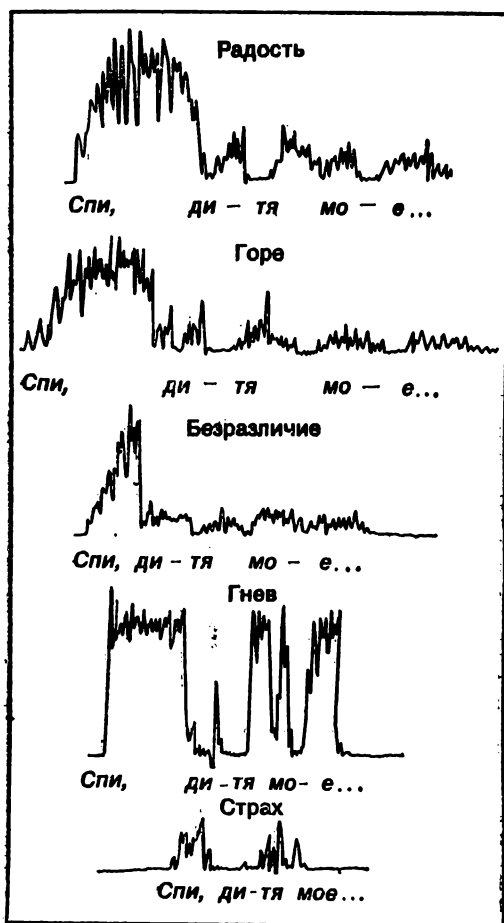


Рис. 43. Осциллограммы одной и той же фразы, пропеты певцом с разными эмоциональными оттенками, показывают, что их акустическое строение существенно различается в зависимости от характера выражаемой эмоции. На эти

различия и ориентируется наш слух, выявляя эмоции в голосе человека. Аппаратурный анализ этих различий позволяет выделить объективные акустические признаки голоса, характерные для каждой эмоции

Школьникам начальных классов воспроизводились отрывки из вокальных произведений в исполнении Ф. Шаляпина и давалось задание определить, какую из эмоций выражает голос певца: радость, горе, безразличие, гнев, страх. Результаты опытов, суммированные в таблице, показывают, что дети правильно определяют эмоциональный контекст голоса певца с точностью от 72 до 92 % (цифры правильных оценок выделены жирным шрифтом).

Текст фраз	Распределение ответов, в %					
	Радость	Горе	Безразличие	Гнев	Страх	Пропуск
Табор вражеский заснул. Спите крепко до зари... (сцена Сусанина из оперы «Иван Сусанин»)	0	3	19	72	6	0
Ах ты, ноченька, ой... (русская народная песня «Ноченька»)	1	88	9	1	1	0
Чур, чур, дитя, не я... (сцена с курантами из оперы «Борис Годунов»)	1	3	4	14	77	1
Нет, никогда я зависти не знал. Кто скажет, что Сальери гордый был когда-нибудь завистником презренным... (монолог Сальери из оперы Римского-Корсакова «Моцарт и Сальери»)	1	2	4	84	9	1
Фраза на итальянском языке (ария Мефистофеля из одноименной оперы Бойто)	75	5	12	7	1	0
Грешно таить, я скуки не люблю, а так, как Игорь-князь, и дня бы я не прожил. Забавой княжеской люблю потешить сердце, люблю я весело пожить (речитатив Галицкого из оперы «Князь Игорь»)	92	0	2	5	1	0
Вон, вон там!.. Что это там?! В углу!!! (сцена с курантами из оперы «Борис Годунов»)	0	1	4	2	93	0
Какой я мельник, говорят тебе, я ворон, ворон... (сцена Мельника и Князя из оперы «Русалка»)	4	5	17	74	0	0

Причем оказалось, что для каждой эмоции характерен свой набор отличительных акустических признаков голоса. Так, для горя — наибольшая длительность слога, медленное нарастание и спад силы звука, характерные «подъезды» и «съезды» в высоте звуков нот, создающие плачущую интонацию, и др. Гнев, наоборот, характеризуется резкими, «рублеными» фронтами и обрывами звука, большой силой голоса, зловещим звенящим или «шипящим» тембром. Для страха отличия

тельными оказались резкие перепады силы голоса, сильное нарушение ритма мелодии, резкое увеличение пауз и т. п.

Каждый исполнитель, разумеется, пользовался для выражения эмоций своими индивидуальными голосовыми средствами, имел какие-то особенности в варьировании этих средств, например, использовал не все признаки, а только часть их, однако никто из них не избрал, например, для выражения эмоции горя признаки, характерные для радости или гнева, и т. п.

Статистическая обработка акустических признаков разных эмоций подтвердила, что они достаточно надежно друг от друга отличаются, иначе говоря, четко «привязаны» к своему эмоциональному состоянию. Это и дает основание считать выделенные объективные признаки или акустические средства эмоциональной выразительности голоса певца элементами алфавита языка эмоций в пении *. Но только ли в пении?

Язык, понятный всем на Земле

Сам термин «язык эмоций» мы до недавнего времени употребляли скорее в образном, чем в точном научном смысле. Теперь у нас начинают появляться определенные объективные свидетельства того, что это коммуникационная система, аналогичная в известной мере фонетической системе логической речи. Но вместе с тем несравненно более универсальная, претендующая на всеобщую понятность.

Акустические средства выражения эмоций голосом поражают нас бесконечным разнообразием красок, оттенков и индивидуальных особенностей. Вместе с тем это, казалось бы, необозримое множество звуковых красок подчиняется каким-то внутренним закономерностям. Вначале нас несколько удивило и озадачило, что основные акустические средства выражения эмоций в голосе современных певцов оказались, в сущности, такими же, как и у Шаляпина, несмотря на все своеобразие и индивидуальность разных голосов. Но потом стало ясно: если

* Более подробно результаты этих исследований опубликованы в кн.: Морозов В. М. Биофизические основы вокальной речи.— М.: Наука, 1977.

существует язык эмоций, то иначе и быть не может. Ведь бесконечное разнообразие речевых особенностей людей не мешает существованию единого для всех (разумеется, в пределах данного языка) фонетического алфавита. Точно так же, по-видимому, существует и единый для всех людей акустический алфавит эмоций. Изобрети Шаляпин или любой певец какой-нибудь иной, свой алфавит языка эмоций — и его исполнение осталось бы непонятным для слушателей, сидящих в зале. Ведь общение при помощи языка предполагает знание этого языка как говорящим, так и слушающим.

Наши коллеги — В. И. Галунов, В. Х. Манеров и другие — изучали акустические средства эмоциональной выразительности обычной речи. Сопоставление результатов наших исследований показало, что говорящий человек и поющий пользуются, в сущности, общими средствами выражения эмоций, так сказать, общим алфавитом, несмотря на существенные различия между речью и пением. Надо думать, что общность эта распространяется и на актерскую речь: голосовые краски для выражения эмоций талантливый актер и певец отбирают из жизни, то есть из речи. Именно потому они отличаются правдивостью и всеобщей понятностью.

Как же родился язык эмоций и на чем основана его универсальность?

Психофизиологическим, основанием такой универсальности и всеобщей понятности языка эмоций, по-видимому, является зависимость характера издаваемого человеком звука от физиологического состояния его организма, испытывающего ту или иную эмоцию, и состояния органов голосообразования, в частности. Так, например, у человека, находящегося в гневе, вся мышечная система, в том числе и голосовые связки и дыхательный аппарат, сильно напряжена, что неизбежно и отражается на характере звука. Общее мышечное расслабление человека, «убитого горем», также приводит к характерным изменениям голоса. При выражении радости чувствуется, что человек говорит или поет, как бы улыбаясь чему-то. И действительно, на лице его светится улыбка, влияющая на физиологические свойства звука. Акустическая теория говорит, что расширение ротового отверстия приводит к смещению

формантных частот * в более высокочастотную область, что и наблюдается при разговоре или пении «на улыбке» (см. спектры голоса Шаляпина на рис. 44).

Таким образом, акустический признак эмоций в голосе оказывается связан, точнее, продиктован физиологическим признаком состояния. Это лежит в основе не только единства голосовых средств выражения эмоций, но, по-видимому, и в основе восприятия эмоций слушателем. Слушая эмоционально окрашенный звук голоса, мы как бы мысленно представляем себе, каким способом он может быть рожден. Этот процесс, быстрый и подсознательный, укрепленный в нас миллионами лет эволюции, по-видимому, и обеспечивает нам понимание языка эмоций. Сходный механизм известен в науке под термином «анализ через синтез». Он также нашел отражение в так называемой «моторной теории восприятия речи» **.

Характерная черта языка эмоций — его произвольность и подсознательность — проявляется как при его восприятии и декодировании, так и при формировании эмоциональных красок голоса (не потому ли звук голоса нередко выдает, что человек говорит не то, что думает). Попробуйте воспроизвести интонацию своего же собственного эмоционального возгласа, и если вы не актер, то убедитесь в абсолютной фальшивости копии. Недаром теория актерского мастерства, разработанная К. С. Станиславским и нашедшая физиологическое обоснование в трудах П. В. Симонова, требует непременно

* Форманты — это группы усиленных обертонов в спектре голоса человека, определяющие фонетическое качество звука или его характерные тембровые особенности.

** Суть «моторной теории» в том, что человек, слушая речь собеседника, как бы мысленно повторяет его слова. Это доказывается микродвижениями его губ, языка и всех артикулярных органов, нередко явно выраженных и заметных со стороны. Согласно моторной теории участие двигательных исполнительных механизмов речи в процессе ее восприятия значительно улучшает процесс осознания смысла речи слушающим, повышает надежность ее восприятия. Таким образом, наш мозг, не довольствуясь результатами слухового анализа речи, желает дополнить и проверить их воспроизведением услышанного с участием двигательных механизмов речи, или, как говорят, *моторики артикулярных органов*. Отсюда и название теории — «моторная».

Несмотря на то что теория эта не получила всеобщего признания среди специалистов, она не потеряла своего значения, особенно в объяснении психофизиологических механизмов восприятия эмоций, а также в понимании сущности так называемого *вокального слуха*.

го участия и элементов подсознания в управлении речевой интонацией, равно как и всем поведением актера на сцене.

В свете приведенных данных универсальность языка эмоций основана на сходстве у всех людей — будь то простой человек, артист или космонавт — основных физиологических процессов, сопровождающих эмоции. Эти соображения указывают и на известную общность голосовых средств выражения эмоций у людей и высших животных, на что, как уже говорилось, впервые обратил внимание еще Ч. Дарвин в своем трактате «Выражение эмоций у человека и животных».

Наконец, у нас есть основание считать, что средства музыкальной выразительности, точнее, эмоциональности инструментальной музыки также в значительной мере имеют общую природу со средствами эмоциональной выразительности речи и пения. Инструментальная музыка, родившаяся в глубокой древности, скорее всего, как средство подражания голосу человека, и в своем современном многообразии остается постольку эмоционально действенной и понятной слушателю, поскольку находится в связи со средствами голосовой эмоциональной выразительности. Подтверждение такой точки зрения, кстати сказать, находим мы в высказываниях многих выдающихся деятелей музыкального искусства и в самом их творчестве (Асафьев, Мусоргский, Даргомыжский и др.).

Недаром поэтому язык музыки и пения — понятный всем на земле язык эмоций — звучит на всех международных фестивалях как язык, не знающий границ, содействуя взаимопониманию и дружбе между людьми.

Робот и эмоции

Изучение языка эмоций точными научными методами, разумеется, только лишь начинается, и многое еще предстоит сделать и уточнить для решения этой сложной и интересной проблемы. Но уже сейчас начинает вырисовываться ее большое значение как для науки, так и для практики.

Все, по-видимому, слышали по радио в научно-популярных передачах лишенный каких-либо эмоций голос робота. Безэмоциональность — характерное его свойство, которое и проявляется в голосе. А почему, соб-

ственно, робот и его голос должны быть безэмоциональными? Нельзя ли «оживить» робота эмоциями и «вдохнуть» в его голос интонации живой человеческой речи? Ведь эмоциональная окраска голоса делает его эстетически более приятным, а кроме того, она отнюдь не бесполезный акустический аккомпанемент речи, а несет очень нужную информацию, например, о степени важности сообщения, грозящей опасности и т. п.

Ясно, что «оживление» речи робота — одна из многих технических задач, решить которую нельзя без знания алфавита акустического языка эмоций. Но чтобы заложить этот алфавит в электронный мозг робота, необходимо формализовать признаки, ответственные за эмоциональность голоса. Попытку в этом направлении мы предприняли совместно с математиками.

Другая практически важная задача — это автоматическое распознавание речи: например, «научить» машину печатать текст прямо с голоса человека, поручив ей одновременно функции и стенографистки и машинистки, вводить информацию в ЭВМ прямо с голоса и т. п. Ведь только тогда человек смог бы в полной мере использовать могучие возможности электронного мозга роботов, буквально общаться с ними на нашем обычном языке. Сегодня в этом направлении достигнуты большие успехи. Однако задача эта оказалась настолько трудной, что полностью ее решить пока что не удалось. Например, машина легко распознает речь одного человека или нескольких «знакомых» ей дикторов, но «не желает» распознавать незнакомых, «понимает» речь взрослых и «не хочет понимать» детей. Если же и удастся расширить круг дикторов, то тут же приходится вводить ограничение числа слов. Даже могучие современные ЭВМ не в состоянии пока что решить в полной мере такую детскую задачу, как письмо под диктовку. Пусть, например, «знакомый» машине диктор будет читать машине «знакомый» ей текст, но плачущим голосом, и машина его не поймет.

Причина неудач кроется в индивидуальных и эмоциональных особенностях речи разных людей, сильно искажающих фонетическую структуру «стандартного» речевого сигнала, на распознавание которого заранее настраивается машина. Образно говоря, все три вида

речевой информации (ЧТО говорит, КТО говорит и КАК говорит) «растворены» в звуке голоса человека. Наш слух не испытывает затруднений в их разделении, а машина «затрудняется». Поэтому можно надеяться, что изучение индивидуально-эмоциональных особенностей речи и механизмов, на которые опирается наш слух и мозг при их разделении, позволит, наконец, окончательно решить и проблему ее автоматического распознавания. Может быть, здесь пригодятся данные о том, что для восприятия и переработки логической и эмоциональной информации речи в мозге человека имеются два специализированных отдела: левое полушарие мозга — для логики, правое — для эмоций.

Окончательное решение этой проблемы, надо думать, произойдет тогда, когда машина-автомат «научится» безошибочно не только определять логический смысл слов, но и узнавать говорящего человека по голосу. И конечно же, определять эмоции.

Трудно переоценить практическое значение такого рода автомата, например, для контроля психологического состояния космонавтов, летчиков-испытателей и многих других операторов, которые по характеру своей работы находятся в сложной экстремальной обстановке и от эмоционально-психологического состояния которых зависит исход дела. Уже есть попытки создания машины, реагирующей на эмоции в голосе человека. Одна из них принадлежит группе инженеров, работающих в сотрудничестве с фонетиком Э. Л. Носенко, о чем они сообщили на симпозиуме «Речь, эмоции и личность». На аналогичное устройство получили авторское свидетельство ленинградские ученые В. И. Галунов и В. Х. Манеров.

Машину-автомат, безошибочно опознающую личность человека по его голосу, наверное, охотно возьмут на службу и криминалисты: ведь в ее беспристрастности и объективности трудно усомниться. Над теоретическими основами создания такой машины успешно трудится грузинский ученый Г. С. Рамишвили, написавший книгу «Речевой сигнал и индивидуальность голоса».

В известной сказке «Али-Баба и сорок разбойников» тяжелые каменные двери открываются, послушные голосу человека, знающего тайну травы сим-сима. Надо думать, что наступит время, когда наши знания тайн

речи и голоса сделают эту сказку былью. Впрочем, уже сегодня в технике существуют автоматы, управляемые голосом человека...

Измерение эмоций

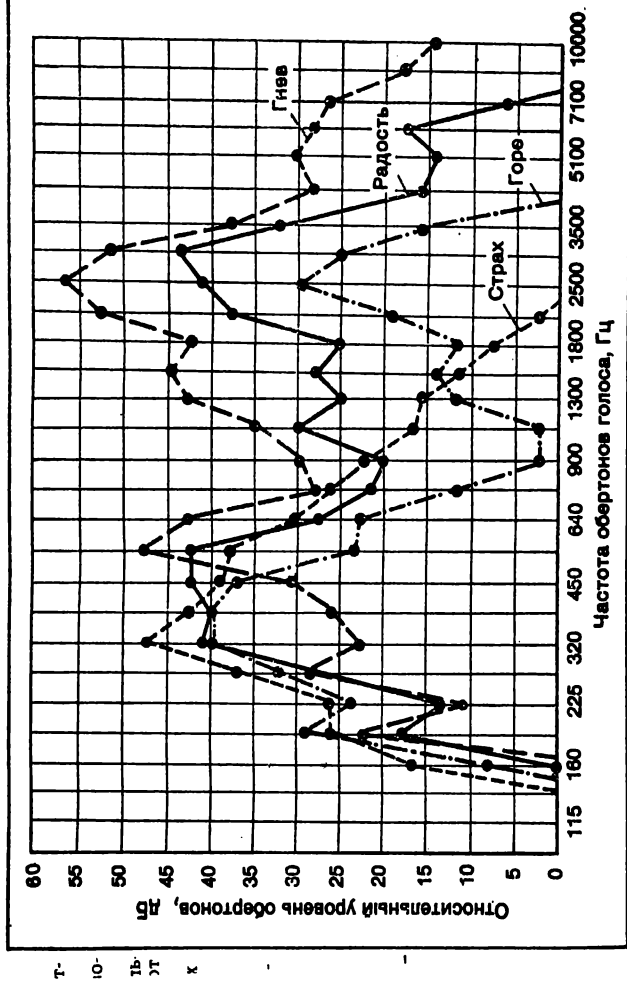
Практическое значение знаний о языке эмоций не исчерпывается возможностью решения сложных технических задач. Один из путей состоит в применении психоакустических методов для оценки способностей самого человека передавать и воспринимать эмоционально-эстетическую информацию. Особый интерес это может представить для оценки художественных способностей людей.

И. П. Павлов делил людей на два типа: художественный и мыслительный. Однако строгие научные критерии такого деления отсутствуют. Между тем они необходимы при решении сложных вопросов профориентации и профотбора будущих специалистов, например музыкального профиля. Музыковед Б. Асафьев писал, что любой профессиональный певец должен «...уметь петь гнев, сострадание, боль, шутку, насмешку, ласку, поцелуй, лукавство, смелость — словом, всю гамму чувствований». Но нельзя ли как-то поточнее оценивать эти способности вокалистов?

В нашей лаборатории в содружестве с Ленинградской консерваторией были разработаны методы оценки, с одной стороны, эмоциональной выразительности голоса певца, а с другой — эмоциональной восприимчивости слушателя. Методы эти основаны на том, что певец в любую вокальную фразу может «вложить» практически любой эмоциональный смысл, то есть спеть ее с любым заданным эмоциональным оттенком (радость, горе, гнев, страх и т. п.). Магнитофонные записи этих исполнений в дальнейшем предъявлялись аудитории экспертов, которые должны были определить эмоциональный контекст фразы. Средний процент правильных оценок экспертов и служил количественной мерой удачности выражения певцом той или иной эмоции.

Оказалось, что на фоне довольно высокой, в общем, способности вокалистов выражать голосом эмоции (по средним данным экспертных оценок 80—100 %) встречаются певцы, в основном из числа молодых и неопыт-

Рис. 44. Интегральные * спектры голоса Ф. Шаляпина при исполнении им отрывков из вокальных произведений, насыщенных различным эмоциональным содержанием, показывают сильные различия в уровне и частотном положении высоких обертонов голоса при выражении радости 1, горя 2, гнева 3, страха 4. Эти различия и обуславливают характерные изменения тембра голоса артиста при выражении эмоций (см. таблицу на стр. 176)



* Интегральные — означает среднестатистические, т. е. отражающие спектральную структуру голоса за определенный период его звучания при пении арии, романса или песни. В данном случае длительность анализируемых отрывков пения (см. таблицу на стр. 176) была около 10 секунд.

ных, способные удачно выражать эмоции голосом с вероятностью лишь 30—50 %. Надо думать, что певцы эти, несмотря на наличие голоса и музыкальности, вряд ли смогут очаровать слушателей эмоциональностью своего исполнения и на профессиональной сцене.

Такие тесты мы рекомендуем применять на приемных экзаменах в консерваториях дополнительно к традиционным методам про ф о т б о р а. Подобные тесты могут, очевидно, найти применение для оценки эмоциональной выразительности актерской речи, в частности на приемных экзаменах в театральные институты. Работы в этом направлении нами уже ведутся в содружестве с Ленинградским институтом театра, музыки и кинематографии (Б. Л. Муравьев).

Подлежит ли тренировке способность выражать эмоции голосом? Любопытный ответ на этот вопрос дал известный певец и вокальный педагог С. Н. Шапошников. «Есть студенты,— сказал он,— которых учить этому не надо — все это,— он показал на сердце,— у них есть от

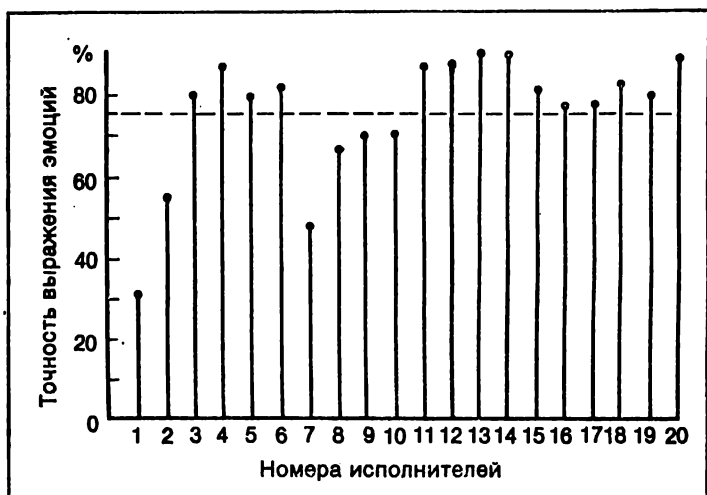


Рис. 45. Точность выражения различных эмоций голосом может быть измерена методом экспертных оценок. Различная высота столбиков на графике показывает, что не все исполнители обладают спо-

собностью хорошо выражать эмоции голосом (горизонтальной штрихованной линией обозначен 75-процентный уровень правильности решения задачи)

природы. Значительную часть можно научить, они развиваются. Но есть, к сожалению, такие, которым вряд ли что поможет...»

Эмоциональный слух человека

Слух человека как способность его к восприятию звуковых колебаний имеет много разновидностей. Так, например, существует *речевой*, или *фонематический*, слух как способность к восприятию и пониманию звуков речи. Существует тонкий *тональный слух* (слух настройщика), известен всем *музыкальный слух* у виртуозов-исполнителей. Он, в свою очередь, имеет разновидности: *абсолютный*, *относительный*, *тембровый*, *мелодический* и т. п. Вместе с тем певцы обладают *вокальным слухом*, который не сводится к музыкальному, ибо есть прекрасные музыканты, не имеющие вокального слуха.

Наконец, мы впервые привели термин *эмоциональный слух*, обозначающий явление совершенно особого рода. Ясно, что эмоциональный слух — это не то, что речевой, так как есть люди плохо слышащие эмоциональную интонацию, «эмоционально тугоухие». И наоборот, утонченный эмоциональный слух нередко сочетается со скромными речевыми способностями. В более близком родстве эмоциональный слух состоит с музыкальным слухом; у музыкантов и певцов эмоциональный слух хорошо развит, но тем не менее по-разному. Бывают музыканты с безукоризненной, математически точной музыкальностью, которым, однако, не хватает эмоциональности. Это «формальные музыканты», которым трудно найти дорогу к сердцу слушателя.

Мы обнаружили, что варьируют не только способности людей выражать эмоции голосом, но и способности слушателей правильно воспринимать эмоциональное содержание. Так, среди слушателей как взрослых, так и детей встречаются люди, способные правильно воспринимать эмоциональный контекст насыщенного эмоциями голоса с вероятностью всего лишь 10—30 %. Является ли это результатом непонимания искусства или общей эмоциональной неразвитости? Скорее всего, и то и другое.

Тесты на эмоциональную восприимчивость могут

быть применены и к самим претендентам на вход в храм искусства, то есть к будущим певцам и актерам: ведь способность восприятия — основа способности воспроизведения. Нет ничего в действиях и умениях, чего ранее не было в ощущениях, учит педагогика.

Приемные экзамены в консерваториях и театральных институтах — пора, ответственная как для поступающих, так и для принимающих. Порой из нескольких сот желающих поступить нужно отобрать всего два десятка. Самых лучших.

Трудность здесь заключается в том, что лучший сегодня по всем, казалось бы, статьям, завтра, а тем более на выпускных экзаменах может оказаться совсем не лучшим... Многое, конечно, здесь зависит от педагога, но и от ученика тоже, от необходимой полноты комплекса его художественных дарований. Поэтому главная задача профотбора и состоит в том, чтобы оценить все грани таланта и не только наличные, но и перспективные возможности будущего артиста, т. е. предсказать развитие его способностей. Как сегодня решается эта задача? Увы, не стопроцентно правильно. По мнению скептиков, ошибки здесь достигают 50 % и более...

Поиски новых, более эффективных методов профотбора продолжаются. Разговор об этом, в частности, состоялся за «круглым столом» с участием крупнейших артистов, кинорежиссеров, художников, ученых, организованным несколько лет назад Академией наук СССР. Кинорежиссер С. Герасимов, актер С. Юрский, театральный режиссер З. Корагодский, скульптор Аникушин — все говорили о важнейшем признаке художественного таланта — эмоциональной восприимчивости и отзывчивости. Черствость и равнодушие, свойственные некоторым «рациональным натурам», по мнению опытных специалистов, — вернейший признак будущего неудачника в искусстве.

Исследования эмоционального слуха из научной лаборатории шагнули в практику. По инициативе доцента Ленинградской консерватории, кандидата искусствоведения А. Н. Киселева на приемных экзаменах в консерваторию вот уже в течение ряда лет абитуриентов-вокалистов, помимо традиционных экзаменов (голос, музыкальность и др.), подвергают специальному экзамену на эмоциональную выразительность пения по методике, разработанной в содружестве с научной лабораторией.

Как показали наблюдения, обладатели тонко развитого эмоционального слуха достигают больших успехов в обучении.

Но эмоциональный слух нужен не только в искусстве. Сегодня существуют такие виды важных работ, выполнение которых сильно зависит от общего и эмоционального состояния человека (например, космонавты, летчики-испытатели и т. п.). Поскольку единственным каналом связи, например, с космонавтами часто является речевой канал, судить об их эмоциональном состоянии приходится только по их голосу. Но как мы уже

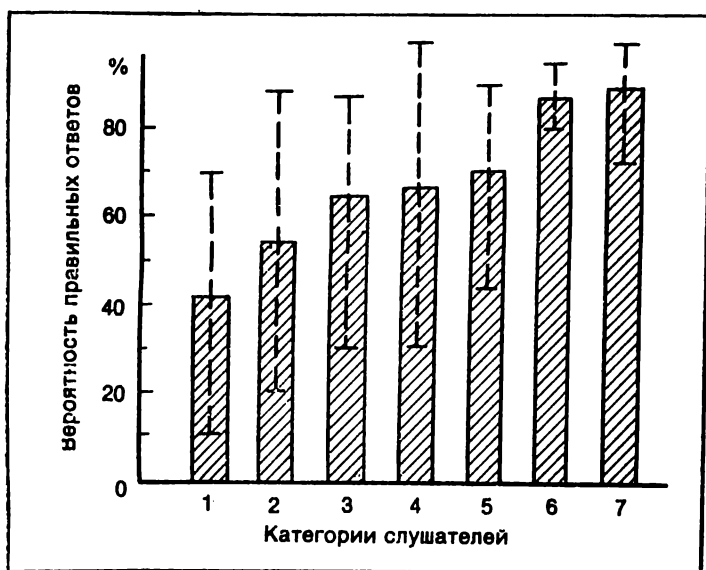


Рис. 46. Способность воспринимать эмоциональные оттенки чужого голоса неодинакова у разных людей. Различные категории слушателей должны были определить, какую эмоцию хотел выразить певец своим голосом. Высота масштабных столбиков на графике показывает вероятность правильного определения характера выражаемой голосом эмоции. Категории слушателей обозначены цифрами: 1 —

школьники 1-го класса; 2 — школьники 2-го класса; 3 — взрослые; 4 — школьники 5-го класса; 5 — ученики начальных классов детской музыкальной школы; 6 — вокальный ансамбль «Тоника»; 7 — студенты-вокалисты консерватории. Штриховыми линиями обозначены «лимиты», то есть пределы индивидуальных различий среди слушателей каждой категории

знаем, воспринять тонкие эмоциональные изменения в голосе говорящего способен далеко не каждый человек. По нашим данным, на сто человек населения приходится лишь 2—3 человека, обладающих особо тонким эмоциональным слухом. Они дают 95—98 % правильных ответов там, где средний человек не ошибается только в 75 % случаев. Разработанные нами тесты и процедуры позволяют выявить таких людей, которым можно доверить контроль за эмоциональным состоянием человека в особо ответственных случаях.

Эмоциональная восприимчивость и отзывчивость представляют собой далеко не узкоспециальный интерес для людей художественных профессий. Эмоции — это в полном смысле характеристика любого человека, его характера и свойств личности. Вспомним в этой связи Шекспира в «Венецианском купце»:

...Тот, у кого нет музыки в душе,
Кого не тронут сладкие созвучья,
Способен на грабеж, измену, хитрость;
Темны, как ночь, души его движения
И чувства все угрюмы, как Эреб:
Не верь такому — слушай эту песню!

Различия в восприятии эмоций проявляются уже в раннем детском возрасте. На эмоциональный контекст речи реагирует уже грудной малыш, но, как показывает опыт, далеко не всякий. Есть дети, слабо реагирующие и чуть ли не вовсе равнодушные к восприятию эмоциональной информации в звуковой форме. Не могут ли уже эти данные служить каким-то тестом для ориентации наших будущих граждан? А может быть, следует особо позаботиться о развитии эмоциональной сферы этих детей. Ведь нормальные человеческие эмоции — далеко не бесполезное свойство человека, а одно из необходимых условий полноценного развития нашей духовной жизни и творческих способностей в любом деле.

Заключение. Язык эмоций

и эволюция речи

В эволюции всего живого на Земле звуковой волне суждено было сыграть в высшей степени важную роль как средства передачи информации в мире живых существ. Как мы видели, средства эти необычайно разнообразны: от самых примитивных одиночных звуков черепах до необъятных возможностей звуковой речи и голоса человека, приведших нас к высокому техническому и социальному прогрессу.

Что же дают нам биоакустические исследования, о которых мы писали в этой книге?

Прежде всего они помогают уяснить многие неясные стороны биологии животных, их происхождения, систематики и классификации, эволюции систем звуковой связи в мире животных и, наконец, происхождения голоса и речи самого человека на основе языка эмоций животных.

Нередко в науке возникают споры, к какому виду следует отнести того или иного представителя животных. Биоакустика здесь может помочь, сказав решающее слово. Так, некоторые виды птиц и насекомых отнесены к разным видам только на основании различий в голосах, точнее, в акустической структуре свойственной им песни.

Одной из основных проблем теории эволюции животного мира является установление критериев эволюционного прогресса. Обычно к таковым относят степень развитости мозга и сложность поведения того или иного вида животного. Изучая звуки животных, мы видим: чем сложнее организовано животное и, главное, сообщество животных, чем выше оно стоит на лестнице эволюционного прогресса, тем сложнее и совершеннее у него акустическая сигнализация, тем большее количество информации способно живое существо передать и соответственно принять по акустическому каналу связи. Таким образом, степень совершенства системы акустической коммуникации — это новый важный критерий эволюционного прогресса, который необходимо прини-

мать во внимание наряду с другими критериями при решении вопроса о месте животного в эволюционном ряду.

Был ли промежуточный этап?

Тайну происхождения речи человека скрывают от нас миллионы лет эволюции. Как проходил этот процесс и когда человек произнес свое первое слово, мы можем лишь предполагать с большей или меньшей степенью вероятности. Не случайно поэтому в 1866 г. Парижское лингвистическое общество, буквально заваленное различными теориями происхождения языка, обнародовало решение их не рассматривать ввиду отсутствия каких-либо экспериментальных доказательств.

Сегодня, спустя более ста лет, у нас начинают накапливаться определенные данные и методы, позволяющие рассматривать эту проблему более обоснованно. Академик Л. А. Орбели (в 1949 г.) высказал идею, что вторая сигнальная система человека как способность к абстрактному мышлению и речь как ее инструмент в процессе эволюции не могли возникнуть внезапно, а должны были иметь какие-то промежуточные этапы развития.

Поскольку нет возможности непосредственно заглянуть в глубь тысячелетий, человек ищет способы сделать это опосредованным путем. Один из методов эволюционной физиологии, созданной Л. А. Орбели, состоит в сравнительном изучении живых организмов, стоящих на разных этапах эволюционного развития, а второй — в изучении особенностей индивидуального развития организма от рождения до старости, как бы повторяющего ход эволюционного процесса.

На основании изучения антропоидов ленинградский физиолог Л. А. Фирсов сделал вывод, что примером указанного Л. А. Орбели промежуточного этапа между первой и второй сигнальными системами является стадия так называемых «довербальных понятий» у высших обезьян (шимпанзе), проявляющаяся в способности их решать довольно сложные задачи по распознаванию предметов, добычанию пищи, общению и т. п.

Обезьяны, способные криком оповестить друг друга о появлении леопарда, орла, удава, человека-охотника

!(П. Марлер), в «лексиконе» которых имеется сигнал, обозначающий «дождь» и т. п., обезьяны, «разговаривающие» с человеком на языке жестов (А. Гарднер), о которых шла речь в главе 1,— это новые свидетельства способности высших животных к использованию знаковых систем для целей общения. Язык это или не язык — можно спорить, что, кстати, и происходит сейчас во всем мире в связи с феноменом Уошо. Ясно одно, что так называемые сигналы животных, которые мы привыкли, как говорится, сваливать в одну кучу, отделяя ее непроходимой пропастью от нашей человеческой речи, в действительности очень разнообразны по своему совершенству и могут приближаться в определенной степени к нашей собственной системе общения. Так, показано, что сигнализация дельфинов по ряду признаков аналогична построению речевой системы. «Одиночные сигналы издаются животными сравнительно редко, это обычно характерно для очень молодых животных. У взрослых дельфинов,— пишет В. И. Марков,— сигналы объединяются в группы, подобно объединению слов при фразовой организации человеческой речи... Соблюдение этого закона указывает на существование синтаксической организации и смысловых отношений в сигнализации дельфинов».

Как известно, дельфины общаются друг с другом при помощи свистов. Попавший в беду дельфин свистом созывает своих сородичей на помощь. Свистом дельфины указывают друг другу дыру в сетях, через которую уходит все стадо, что нередко происходит при отлове дельфинов, и т. п. Но такой же способ передачи информации существует и у людей. Во всем мире известны десятки мест (как правило, в малодоступных горных районах в Турции, Французских Пиренеях, Анголе, Конго, Кении, Танзании, Ботсване, на Канарских островах), где люди общаются на языке свистов, слышимом на расстоянии до 3 км. Сведения о заболевшем человеке, например, на языке свистов за 6 мин могут быть переданы по цепочке на расстояние свыше 30 км. Это означает, что при помощи свиста может быть закодирована и передана информация не только эмоционального, но и абстрактного характера, как в телеграфе при помощи ритма. Но какая степень абстракции доступна дельфинам, впрочем, как и другим животным,— вот в чем главный вопрос. О наличии у высших животных, в том числе

и у дельфинов, элементарной рассудочной деятельности, допускающей определенную степень абстракции, говорят работы известного советского биолога члена-корреспондента АН СССР Л. В. Крушинского.

Таким образом, сегодня мы переживаем период переосмысливания наших представлений о языке как системе передачи информации и о мышлении как оперировании символами и сложными абстрактными понятиями. Ясно, что нам отнюдь не легко отказаться от принятых ранее условностей и традиционных определений, что такое язык и мышление, но будущее покажет, как суждено развиваться этим нашим представлениям.

Наряду с другими науками биоакустика вносит немалый вклад в решение и этих фундаментальных проблем, имеющих не только большое научное, но и философское значение.

Любопытная история языка эмоций

Когда говорят о речи, то обычно подразумевают слово, то есть второсигнальную функцию речевой системы. При помощи слова человек может выразить не только любую мысль, логическое понятие, но и чувство, эмоцию. Для этого существуют такие слова, как «радость», «горе», «гнев», «страх» и тысячи других. Картины сложных эмоциональных переживаний, рисуемые писателями в литературных произведениях,— это словесный, или, как говорят в науке, вербальный (второсигнальный), способ выражения эмоций.

Но любую эмоцию человек может выразить, как известно, и непременно выражает еще и особыми красками и интонациями своего голоса.

Существует пластинка Стена Фреберга, которая называется «Джон и Марсия». Все ее содержание состоит из повторения этих двух слов: мужской голос повторяет слово «Марсия», женский — «Джон». Однако благодаря тому, что эмоциональная интонация произношения меняется от слова к слову, содержание пластинки, основу которого составляет любовная история, всем слушателям становится предельно ясным.

Язык эмоций как совершенно самостоятельный канал передачи информации может функционировать не только параллельно со словом, определяя

эмоциональный контекст сказанного, но может «работать» и без всякого слова, например в форме различных возгласов, хныканий, оханий, плача, смеха и т. п.

Среди множества теорий возникновения речи есть и такие, которые говорят о ее происхождении именно из этих эмоциональных возгласов, поначалу спонтанно вырвавшихся у древних предков человека в процессе различных видов их жизнедеятельности (Ю. Линден, 1981) *.

Несомненно, что именно коллективные, общественные формы этой жизнедеятельности (охота, труд), обусловившие повышенную потребность древних людей к обмену информацией, и привели, по мысли Ф. Энгельса, к возникновению речи.

Конкретным толчком к появлению слова согласно некоторым теориям могло послужить звукоподражание, то есть обозначение древними людьми предметов и явлений внешнего мира путем имитации голосом звуков, опять-таки эмоционально-образно характеризующих этот предмет или явление (Линден, 1981). Поэтому нетрудно усмотреть сходство этой теории с теорией эмоциональных возгласов.

* Одним из древнейших средств обмена информацией, по-видимому, следует считать жест, предшествовавший, по мнению ряда специалистов, возникновению звуковой речи (Г. Хьюз). Обилие жестикуляций у приматов (вспомним Ушо!) хорошо подтверждает эту теорию.

Любопытно, что эмоциональную интонацию С. М. Эйзенштейн называл «звуковым жестом», подчеркивая тем самым родство этих двух средств выразительности. Действительно, трудно себе представить человека, о чем-то эмоционально говорящего, например спорящего, и при этом не сопровождающего свою речь соответствующими жестами, мимикой, позами. Жест — это органический компонент языка эмоций, связанный с ним единой сущностью — эмоциональным состоянием организма. Искусство пантомимы прекрасно иллюстрирует, как велики возможности языка жестов как канала передачи информации. Важно отметить, что жест может нести не только эмоциональную, но и семантическую информацию. Так, южноафриканские охотники бушмены используют систему жестов-знаков для обозначения различных животных, новогвинейское племя сибиллер — систему жестов для обозначения счета от 1 до 27 и т. п.

Жест — эта древнейшая форма передачи информации — миллионы лет служит человеку и его предкам. С одной стороны, он имеет эквивалент в мире животных в виде языка поз и телодвижений, а с другой стороны, является важнейшим информационно значимым аккомпанементом речевого общения и современного человека как в жизни, так и в искусстве (речь, пение, ораторское искусство).

Подобный способ словообразования наблюдаем мы у ребенка на ранних стадиях обучения его речи. Он говорит «гав-гав» вместо «собачка», «ту-ту» вместо «машина», «топ-топ» вместо «ходить» и т. п. Любопытно, что такой способ описания, казалось бы, более конкретный по сравнению со словом, допускает и обобщения, например, «тук-тук» — это и действие (стучать) и предмет (молоток). То же самое «ням-ням», то есть еда и процесс еды и т. п. Элементы подражания свойствам описываемых предметов сохраняются у ребенка и при овладении им словом, то есть настоящей речью. Говоря о большом животном (медведь), ребенок старается говорить низким грубым голосом. Говоря о маленьком (птичка), пользуется высоким тоненьким голоском, в его интонациях мы слышим и копирование манеры речи взрослых и звуковые характеристики всех описываемых детьми явлений (треск мотоцикла, звуки выстрелов, жужжание пчелы и т. д.).

Эти эмоционально-образные голосовые звуки и интонации, которыми так богато насыщена речь ребенка и которые не исчезнут в речи у взрослого, придавая его словам особый, подчас совсем иной смысл, и есть тот древний язык эмоций, который у наших далеких предков был единственным средством общения и взаимопонимания. В свете эволюционной теории (онтогенез повторяет филогенез) процесс овладения речью нашими древними предками шел по такому же пути: от эмоционально-образного описания предметов и явлений внешнего и внутреннего мира голосовыми звуками, характеризующими эти явления (иконическая знаковая форма), к абстрактному слову-символу, непосредственно не связанному с описываемым явлением (символическая знаковая форма).

На каком этапе своей эволюции человек перешел от языка эмоций к слову-символу, сказать трудно, но ясно, что процесс этот не был мгновенный. Согласно современным представлениям (по данным авторитетного американского антрополога Б. Кэмпбелла из Калифорнийского университета) превращение человекообразного существа австралопитека в человека произошло около 1,3 млн. лет назад, хотя процесс этот начался еще 3 млн. лет назад. «...Начатки языка складывались долго и постепенно,— пишут авторы недавно вышедшей антологии «Возникновение человека»,— и даже сумей

мы точно воссоздать то, что происходило в действительности,— вещь заведомо невозможная,— оказалось бы, что провести грань между серией очень выразительных и несущих четкий смысл звуков и истинной речью мы не в состоянии. Попросту говоря, мы не знаем и никогда не узнаем, как и когда возник язык».

Тем не менее попытки уяснить «как» и «когда» продолжаются. Ученые, например, решили определить, как говорили наши далекие предки, каковы были звуки их голоса. Анатом Эдмунд Крелин из Йельского университета на основе окаменелых остатков костей древнего человека реконструировал строение его голосового аппарата. Оказалось, гортань у древнего человека была расположена очень высоко, а глотка мало развита. По строению речевого аппарата он более походил на новорожденного ребенка и шимпанзе.

Далее на помощь была призвана современная техника. Специалист по речи, Филипп Либерман из Коннектикутского университета измерил резонансные полости речевого аппарата реконструированной модели, заложил эти данные в ЭВМ и получил характеристики речи древнего человека. Оказалось, что он плохо мог артикулировать звуки А, И, У и темп его речи был очень медленный. Современный человек способен произносить до 30 фонетических элементов в секунду, а древний человек — в 10 раз меньше, то есть говорил он неестественно, по нашим понятиям, растягивая звуки, как бы пропевая их.

Что же, эта версия вполне соответствует неоднократно высказываемым в литературе мнениям, что древний человек ранее научился петь, чем говорить (Ч. Дарвин, О. Джесперсен, С. Л. Рубинштейн). Разумеется, под термином «петь» здесь понимается не пение в современном смысле (как, например, поет Шаляпин или Алла Пугачева), а в смысле доминирования в голосе древнего человека эмоционально-образных средств выражения своих чувств и потребностей.

Как мы видим, язык эмоций за миллионы лет своего существования проделал удивительную эволюцию. Истоки его мы находим в звуках животных (Ч. Дарвин, Л. А. Фирсов, Г. В. Гершуни). Миллионы лет он служил единственным средством общения у наших древних предков. С возникновением абстрактно-логической речи и второй сигнальной системы как эволюционно более

прогрессивной формы общения и мышления он, однако, не умер. Для современных людей он составляет важнейший канал обмена информацией в процессе их повседневного жизненного общения. Более того, в искусстве сценической речи и пения этот древний язык эмоций, разумеется, определенным образом видоизменившись в соответствии с требованиями этих видов искусства, вновь приобрел главенствующее положение. Ибо отнимите у любого искусства его эмоциональную выразительность, и оно перестанет быть искусством.

Всеобщая понятность и универсальность языка эмоций у всех народов мира в их речи и искусстве, распространяющаяся даже на мир животных, основана, как мы видели (глава 4), на закономерных связях между акустическими средствами выражения эмоций голосом и физиологическим состоянием организма, испытывающего ту или иную эмоцию.

Такова любопытная судьба языка эмоций на протяжении миллионов лет его существования. Но изучение его не закончено — оно только начинается.

Рациональный и эмоциональный мозг

Характерная черта языка эмоций — его независимость от слова. Эмоциональная интонация может усиливать смысл слова, противоречить ему и существовать вообще без слов. Чем же объяснить столь независимое функционирование этих двух каналов передачи информации — словесного и эмоционально-образного?

Причина найдена в особых свойствах нашего мозга. Как известно, он состоит из двух половин — правой и левой, казалось бы, совершенно симметричных. Исследования, однако, показали, что половины эти наделены природой совершенно разными функциями. Левое полушарие мозга, называемое собственно речевым, или доминантным речевым, полушарием, ответственно как за способность человека логически связано говорить (зона Брока), так и правильно воспринимать логику слов (зона Вернике). Нарушения этих мозговых зон (травма, опухоль и т. п.) приводят к утрате человеком соответствующих способностей связно, логически говорить и понимать логику речи.

В правой половине мозга расположены зоны, ответственные как за формирование эмоционально-образных свойств речи, так и за восприятие их в голосе другого человека. Считается, что своими музыкальными способностями человек обязан развитию соответствующих зон правой половины мозга: нарушения их приводят к амузии, то есть неспособности понимать музыку и эмоционально-образную интонацию речи.

Более широкие исследования показали, что левая половина мозга ответственна не только за логику речи, но и вообще за все формы абстрактного логического мышления и представления внешнего и внутреннего мира человека. Это рациональный мозг, оперирующий логикой, знаками, символами и абстракциями.

Правая половина — это эмоциональный мозг, воспринимающий все явления внешнего и внутреннего мира в конкретной, образной и, если угодно, художественной форме.

Между полушариями мозга имеется толстый «телефонный кабель» из миллионов нервных волокон, по которому обе половины мозга обмениваются информацией по любому поводу. Вот почему все предметы и явления внешнего мира человек воспринимает целостно: образно-эмоционально и в то же время логически. Правда, у разных людей преобладает либо образно-эмоциональная, либо рационально-логическая форма мышления и восприятия мира (художественный и мыслительный типы, по И. П. Павлову), что, по-видимому, связано с преобладанием функции либо правого, либо левого полушария мозга.

Ошибкой было бы думать, что у больших художников, писателей, артистов, композиторов плохо развита абстрактно-логическая функция мозга. Скорее наоборот, большой художник — всегда и большой мыслитель. Художественное творчество в любом виде искусства только тогда достигает совершенства, когда поднимается до уровня философского осмысливания и обобщения действительности. Выхваченный из жизни факт — это еще не художественный образ. Таковым он становится, пройдя через творческую лабораторию художника, наделяющего этот факт свойством некоего типичного, понятного всем людям актуального явления. Одним словом, в большом искусстве всегда есть своя логика, рациональность и абстракция, поднимающие конкретный факт до

уровня художественно-философских обобщений. Именно потому настоящее, большое искусство не только доставляет эмоционально-эстетическое наслаждение, но заставляет задуматься, страдать, негодовать, стремиться к совершенству и достижению истины.

Точно так же ошибкой было бы думать, что творчество ученого в его наилучшем виде — это максимальная активность рационально-логических свойств мозга при полной пассивности его эмоционально-образной функции. Такая модель характерна для робота или случаев крайней патологии в деятельности мозга. В действительности настоящего, большого ученого характеризует большая сила эмоционально-образного представления действительности, примером чему является творчество большинства выдающихся ученых.

От теории к практике

Для гармонического развития человека обе функции его мозга — абстрактно-логическая и эмоционально-образная — должны быть достаточно «нагружены». Особенно сильно страдают мозг и здоровье человека от перегрузки абстрактно-логической функции, особенно в детском возрасте. Перегруженные школьные программы предусматривают введение информации в детский мозг главным образом через абстрактно-логическую половину мозга. А ведь в детском, особенно раннем, возрасте эта функция, еще совсем не сформировавшаяся и маломощная, не обеспечивает большую пропускную способность информации и к тому же особенно хрупка и ранима. Безусловно, ее нужно развивать, но столь же безусловно, что перегрузка ее недопустима. Имеются работы, доказывающие происхождение по этой причине многих болезней и расстройств детского организма.

Значительные индивидуальные различия среди людей по степени преобладания эмоционально-образного или абстрактно-логического мышления оправдывают применение психоакустических методов тестирования этих свойств мозга для целей профориентации. Уже говорилось, что разработанные нами методы такого тестирования в настоящее время проходят опытную проверку в Ленинградском институте театра, музыки и кинематографии и Ленинградской консерватории при профотбо-

ре абитуриентов, поступающих на вокальные отделения, разумеется, в качестве дополнительных критериев профотбора наряду с традиционно существующими методами, практикуемыми приемными комиссиями.

Одна из основных и наиболее трудных задач профотбора в сфере художественных профессий, в частности музыкальных,— оценить не только наличествующий в данный момент необходимый уровень и комплекс способностей, но и прогнозировать его перспективное развитие. Нередко здесь происходит так, что худший или середняк на старте обгоняет лучшего на финише и уходит далеко вперед по профессиональной дороге, оставляя позади многих. Представляется, что тестирование вышеуказанных свойств мозга человека может быть перспективным в плане оценки его потенциальных возможностей и способностей к будущей профессиональной деятельности.

О практическом использовании достижений биоакустики по изучению языка эмоций животных речь шла в каждом разделе этой книги. Здесь и изгнание животных с нежелательных мест их присутствия, например, птиц с сельскохозяйственных плантаций и аэродромов с помощью акустических репеллентов — записанных на магнитофон их криков бедствия. Здесь и вылавливание вредных насекомых завлечением их в ловушку демонстрацией песен самцов, здесь и привлечение рыбы в орудия лова проигрыванием их нерестовых сигналов и звуков питания, здесь и отпугивание рыбы от опасных мест (например, плотина ГЭС) при помощи звуков хищников и т. п.

В главе 2 говорилось, как ученым удалось подслушать «разговор яйца с курицей-наседкой». Смысл этого «разговора», предписанного природой,— овладение готовящимся к вылуплению птенцом системой сигналов для общения с курицей-наседкой, а через нее и со всем окружающим миром. В результате птенцы, высиживаемые курицей, становятся более подготовленными к появлению на свет и вылупляются на два дня раньше инкубаторских. Это было немедленно использовано нашими учеными. По инициативе А. В. Тихонова на птицеферме появился магнитофон. Проигрывание инкубаторским цыплятам квохтаний курицы-наседки ускоряет срок их вылупления на один-два дня. Подсчитано, что

экономический эффект этого метода при его широком внедрении составит миллионы (!) рублей.

Изучение и понимание человеком языка животных сулят сказочные перспективы и во многих других областях. Вспомним хотя бы наших друзей в море, дельфинов, потенциальных помощников в освоении Мирового океана. Несметные богатства, которые таит океан,— залежи полезных ископаемых, пищевые ресурсы, сокровища затонувших кораблей и т. п.,— обо всем этом нам могли бы рассказать дельфины, владей они достаточно развитым языком и умей мы понять этот язык и должным образом направить их действия. Несомненно, пора нам подумать и об одомашнивании этих умных и полезных животных. Одно их использование в помощь рыбакам для нахождения и загона в сети рыбы уже оправдало бы эти усилия.

Наконец, изучение роли слуха и голоса в мире животных и человека дает нам богатейший материал для бионики— науки о построении человеком новых технических систем и приборов по принципу созданных природой и, увы, пока что не превзойденных техникой по своей точности и надежности. Создать микрофоны, подобные чуткому уху совы, «акустические очки» для слепых по патенту летучих мышей, усовершенствовать эхолот и рыболокатор, как у дельфинов, вдохнуть эмоции в электронный мозг робота, глубже познать эмоциональную природу самого человека и решить множество других важнейших для теории и практики задач поможет нам биоакустика, оправдывая слова академика Л. А. Орбели: «Нет науки теоретической и прикладной, есть одна наука, и должна быть одна наука. Практика должна помогать теории, теория должна помогать практике».

Литература

- Айрапетьянц Э. Ш.,
Константинов А. И. Эхолокация в природе.— Л.: Наука, 1974.
- Белькович В. М., Дубровский Н. А. Сенсорные основы ориентации китообразных.— Л.: Наука, 1976.
- Белькович В., Клейненберг С.,
Яблоков А. Наш друг — дельфин.— М.: Молодая гвардия, 1967.
- Белькович В. М. Поведение и биоакустика дельфинов.— М., 1978.
- Брэм Х. Л. Комнатные певчие птицы. Приручение и разведение их. / Пер. с нем.— М., 1876.
- Воронин Л. Г. Поведение «примата» моря — дельфина-афалины // Успехи современной биологии.— 1970.— Вып. 2. Т. 63.
- Вуд Ф. Г. Морские млекопитающие и человек / Пер. с англ.— Л.: Гидрометеиздат, 1979.
- Гершуни Г. В. и др. Распознавание человеком разных типов звуковых сигналов, издаваемых обезьянами: (*Cebus saricinus*) // Физиология человека.— 1976.— № 3.— Т. 2.
- Речь, эмоции и личность: Сборник / Под ред. В. И. Галунова.— Л., 1978.
- Дарвин Ч. Выражение эмоций у человека и животных // Соч.: — М., 1953.— Т. 5.
- Еськов Е. К. Звуковой язык пчел // Природа.— 1976.— № 8.
- Еськов М. К. Акустическая сигнализация общественных насекомых.— М.: Наука, 1979.
- Зайцева К. А., Акопиан А. И., Морозов В. П. Помехоустойчивость слухового анализатора дельфинов как функция угла предъявления помехи // Биофизика.— 1975.— Вып. 3. Т. 10.
- Зайцева К. А., Морозов В. П.,
Акопиан А. И. Сравнительные характеристики пространственного слуха дельфина и челове-

- ка // Журнал эволюционной биохимии и физиологии.— 1978.— Т. 14.— № 1.
- Иди М. Возникновение человека. Недостающее звено / Пер. с англ.— М.: Мир, 1977.
- Ильичев В. Д. Биоакустика птиц.— М.: Изд-во МГУ, 1972.
- Ильичев В. Д. Локация птиц.— М.: Наука, 1975.
- Ильичев В. Д. и др. Биоакустика.— М.: Высшая школа, 1975.
- Ильичев В. Д. Управление поведением птиц.— М.: Наука, 1984.
- Клюкин И. И. Нептун оглушен: (Краткие очерки по морской акустике).— Л.: Судостроение, 1967.
- Козак В. А. О видеоакустической системе кашалота «*Physeter catodon*» // Журнал эволюционной биохимии и физиологии.— 1974.— Т. 10.— № 3.
- Колдуэлл Д., Колдуэлл М. Мир бутылконосого дельфина / Пер. с англ.— Л.: Гидрометеониздат, 1980.
- Константинов А. И., Власов А. П., Протасов В. Р. Эхолокация // В кн.: Бионика.— Киев: Вища школа, 1978.
- Константинов А. И., Мовчан В. Н. Звуки в жизни животных.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1985.
- Лаврик В. С., Рубцов И. Ф., Шершер Э. А. Летчик, внимание — птицы! — М.: Воениздат, 1970.
- Лилли Д. ж. Человек и дельфин / Пер. с англ.— М.: Мир, 1965.
- Линден Ю. Обезьяны, человек, язык / Пер. с англ.— М.: Мир, 1981.
- Липатов Н. В. Слух под водой: особенности и биоакустическое моделирование.— В кн.: Поведение и биоакустика дельфинов.— М.: 1978.
- Ломов Б. Ф. Биологическое и социальное в развитии человека.— М.: Наука, 1977.
- Мальчевский А. С. и др. Птицы перед микрофоном и фотоаппаратом.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1972.
- Марков В. И. Структурная организация

- коммуникативной системы афалины. Морские млекопитающие. Тезисы докл. VII Всесоюзн. совещания.— Симферополь, 1978.
- Милн Л. Дж., Милн М. Чувства животных и человека /Пер. с англ.— М.: Мир, 1966.
- Морозов В. П. Вокальный слух и голос.— Л.: Музыка, 1965.
- Морозов В. П. Развитие идей Л. А. Орбели о физиологических основах искусства пения.— В кн.: Развитие научного наследия академика Л. А. Орбели.— Л.: Наука, 1982.
- Морозов В. П. Загадки слуха дельфина // Наука и жизнь.— 1979.— № 6.
- Морозов В. П. Язык, понятный всем на Земле: (о языке эмоций) // Наука и жизнь.— 1980.— № 10.
- Морозов В. П. Тайны вокальной речи.— Л.: Наука, 1967.
- Морозов В. П. Этот удивительный дельфин // Наука и жизнь.— 1982.— № 2.
- Морозов В. П. Эмоциональный слух человека. // Журнал эволюционной биохимии и физиологии.— 1983.— № 6.
- Меттьюз Х. Кит /Пер. с англ.— Л.: Гидрометеоиздат, 1973.
- Наумов Н. П., Ильичев В. Д. Акустические репелленты и их применение.— М.: Изд-во МГУ, 1965.
- Панов Е. Н. Сигнализация и язык в мире животных.— М.: Знание, 1970.
- Промтов А. Н. Птицы в природе.— М.: Учпедгиз, 1960.
- Протасов В. Р. Поведение рыб.— М.: Пищевая промышленность, 1978.
- Романенко Е. В. Физические основы биоакустики.— М.: Наука, 1974.
- Симонов П. В. Эмоциональный мозг.— М.: Наука, 1980.
- Тилберген Н. Поведение животных.— М.: Мир, 1978.
- Томилин А. Г. Дельфины служат человеку.— М.: Наука, 1969.
- Томилин А. Г. В мире китов и дельфинов.— М.: Знание, 1974.

- Уайт Э., Браун Д. Возникновение человека. Первые люди / Пер. с англ.— М.: Мир, 1978.
- Фирсов Л. А., Плотников В. Ю. Голозовое поведение антропоидов.— Л.: Наука, 1981.
- Хаксли Д. ж., Кох Л. Язык животных / Пер. с нем.— М.: Мир, 1968.
- Хайнд Р. Поведение животных / Пер. с англ.— М.: Мир, 1975.
- Шишкова Е. В. Физические основы промышленной гидроакустики.— М.: Пищевая промышленность, 1977.
- Якоби В. Э. Биологические основы предотвращения столкновений птиц с самолетами.— М.: Наука, 1974.

Владимир Петрович Морозов

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ БИОАКУСТИКА

Издание 2-е, дополненное, переработанное

Главный отраслевой редактор В. П. Демьянов

Редактор Н. П. Терехина

Художник В. И. Пантелеев

Худож. редактор П. Л. Храмцов

Техн. редактор Н. В. Калюжная

Корректор Н. Д. Мелешкина

ИБ № 8589

Сдано в набор 05.01.87. Подписано к печати 05.06.87.
А 09994. Формат бумаги 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 1. Гар-
нитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л.
10,92+1,68 вкл. Усл. кр.-отг. 12,60. Уч.-изд. л. 11,27+
+1,75 вкл. Тираж 100 000 экз. Заказ 7—164. Цена 95 коп.
Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, про-
езд Серова, д. 4. Индекс заказа 877721. Головное предпри-
ятие республиканского производственного объединения
«Полиграфкнига». 252057, Киев, ул. Довженко, 3.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

Издательство «Знание» с января 1988 года начинает выпуск брошюр новой подписной научно-популярной серии «Вычислительная техника и ее применение».

Брошюры этой серии будут распространяться только по подписке. Оформить годовую подписку можно осенью этого года в любом почтовом отделении. Цена годового комплекта брошюр — 2 руб. 40 коп. Индекс по Каталогу советских газет и журналов (раздел «Центральные журналы», рубрика «Брошюры издательства «Знание») — 70195.

В 1988 году подписчики этой серии получают брошюры на следующие темы:

Отечественные калькуляторы и работа с ними

Семейство отечественных ЭВМ («Электроника», «Искра», ДВК и др.)

Компьютер и школа

Универсальный машинный язык — возможно ли это? (Описание машинного языка БЕЙСИК)

Моя первая задача

Архитектура ЭВМ

Персональные ЭВМ и особенности работы с ними

Системы машинной графики

Машинные языки ФОРТРАН и ПАСКАЛЬ

Микропроцессоры

Руководство по диагностике и ремонту персональных ЭВМ (пер. с английского)

Читателям, интересующимся изданиями по теме «Вычислительная техника», будут полезны и брошюры серии «Радиоэлектроника и связь». В этой серии по-прежнему будут освещаться проблемы спутниковой и оптоволоконной связи, телевидения и бытовой радиотехники, современной и перспективной элементной базы, вопросы освоения новых технологий, новых научных направлений.

В 1988 году подписчики получают брошюры серии «Радиоэлектроника и связь» на темы:

Микромеханика: глаза и уши АСУ

Акустооптика (физика и применение)

Спутниковые системы для разведки и охраны природных ресурсов

Цифровые методы обработки радиосигналов

Волоконно-оптические системы передачи информации

Точное измерение частоты и времени

История развития электронной элементной базы

Молекулярная электроника

Устройства промышленной электроники (вопросы дизайна)

Кремниевый чип (что «сломит» монополию кремния?)

Новые альтернативные материалы (арсенид галлия и др.)

Криогенная электроника

Сверхрешетки (технология будущего)

Информатика

Развитие рентгеновской и ионной литографии

Видеодиски в домашней фонотеке

Проблемы синхронной связи

Микропроцессор в устройствах бытовой радиоэлектроники

Двумерный электронный газ в обработке информации

Современные высококачественные усилители звуковой частоты

Радиопомехи и борьба с ними

Аппаратное обеспечение проектов «ВЕГА» и «ВЕНЕРА»

Системы прикладного телевидения

Человек в системах связи

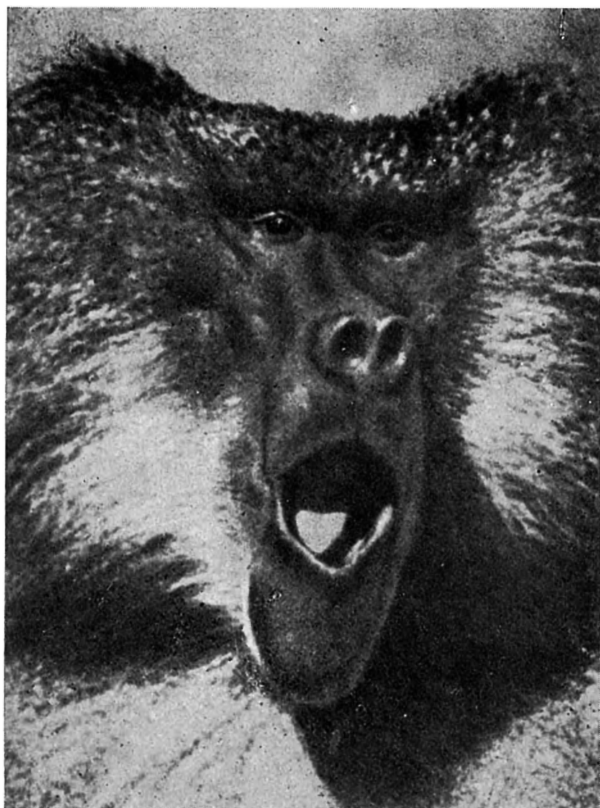
Из всех названных тем выйдут в свет двенадцать — по одной брошюре каждый месяц. Остальные будут опубликованы в следующем году. План формируется из наиболее актуальных тем и тем, предложенных читателями.

Индекс серии по Каталогу советских газет и журналов — 70077. Подписка принимается всеми отделениями и службами по распространению печати БЕЗ ОГРАНИЧЕНИЯ.

ЗАНИМАТЕЛЬНАЯ БИОАКУСТИКА



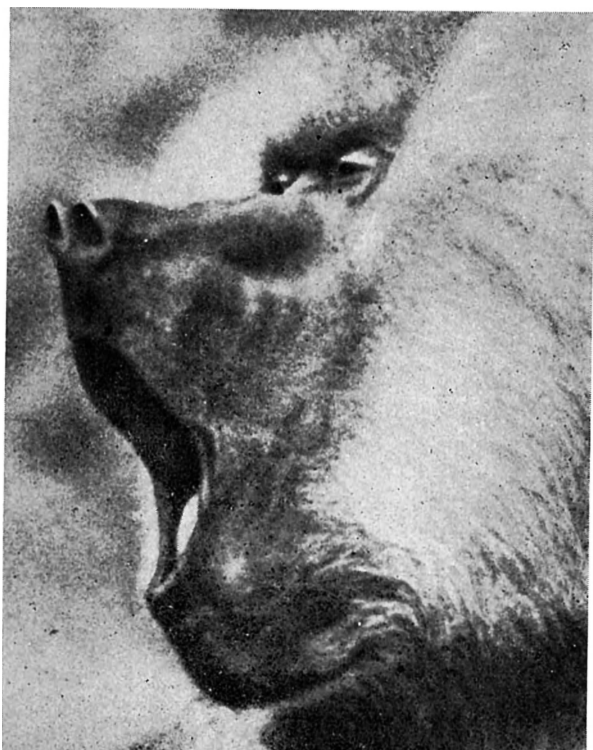
Их язык — это язык эмоций

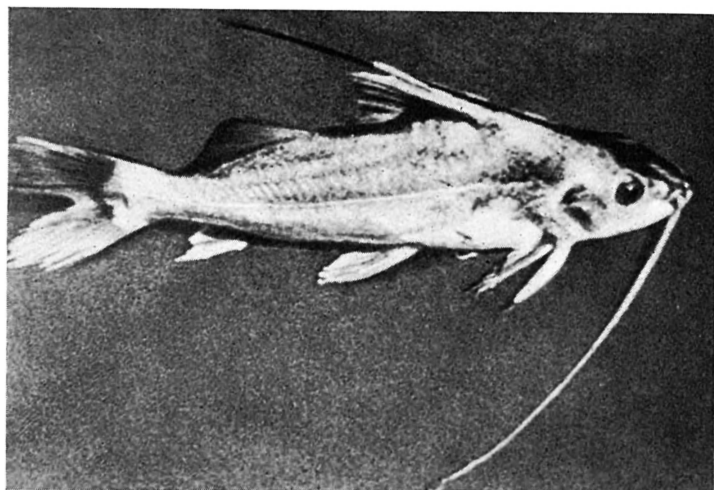
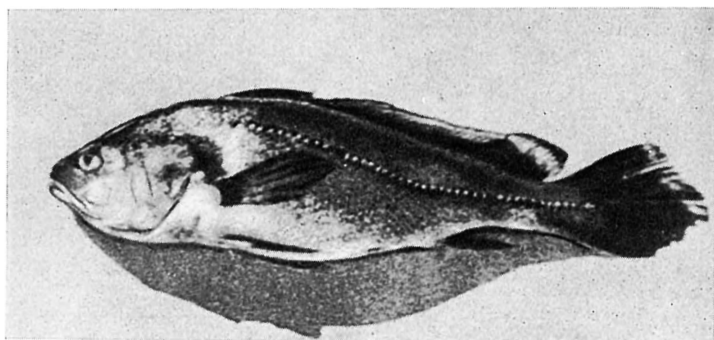
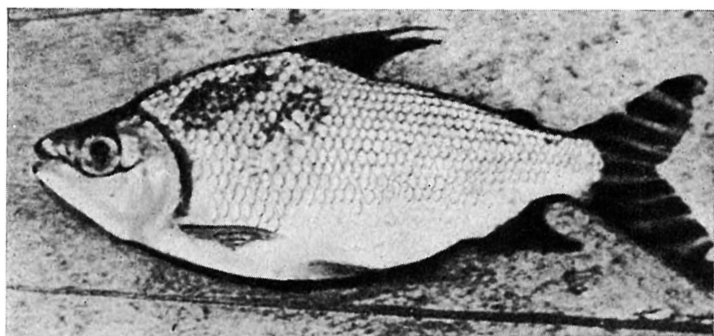


Способы выражения эмоций
у гамадрила (по Д. Хаксли
и Л. Кох, 1968)



В ее глазах есть проблеск ума.
Недаром шимпанзе первая из
обезьян заговорила с человеком
на языке жестов

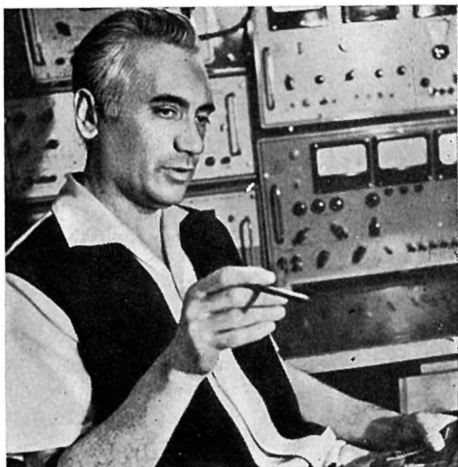




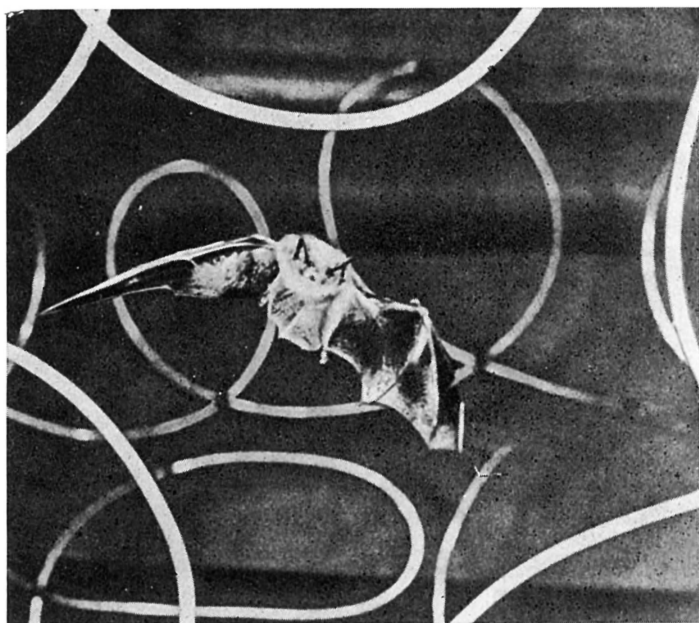


Кандидат физико-математических наук Е. В. Шishkova — советский биоакустик. К числу ее заслуг относятся первые записи голосов морских обитателей — рыб, дельфинов, крабов, — проведенные в экспедиционных условиях

Эта внешне ничем не примечательная рыба-хараки из реки Амазонки (верхний снимок) во время нереста издает громкий звук, похожий на шум мотоцикла. Рыба-песказа (среднее фото) как будто стреляет из винтовки и пистолета, а рыба-мандима (внизу) громко рычит и чирикает при помощи грудного отростка



Профессор В. Р. Протасов — лауреат Государственной премии СССР, специалист по биоакустике рыб — за обработкой экспедиционного материала



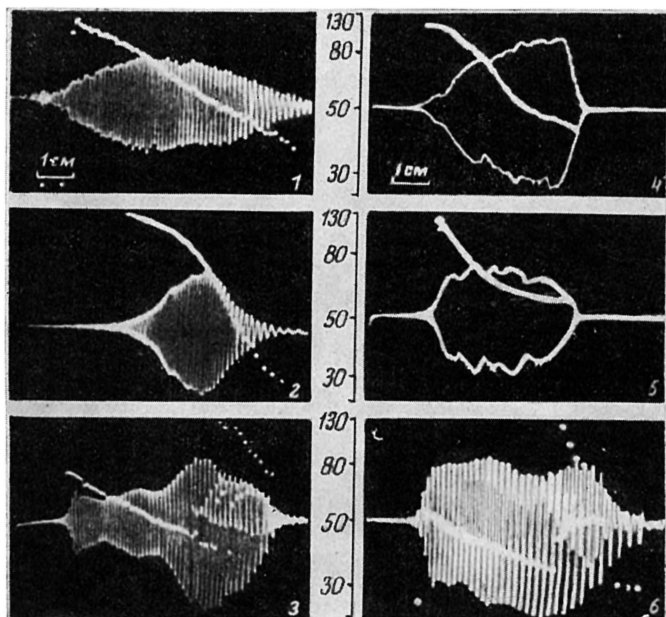
Летая среди тонких проволок, даже в темноте, летучая мышь ловко избегает столкновения с препятствиями. Благодаря своему чудесному эхолокатору она как бы видит их ушами. Это свойство летучих мышей долго оставалось загадкой (по Н. Тинбергену, 1978)

Бесшумно мечется ночью над поверхностью воды рыбацкая летучая мышь, держа под контролем эхолокатора зеркальную гладь озера. Достаточно неосторожной рыбе высунуть из воды кусочек плавника — и она обречена (по Р. Сатерсу, 1965)

Профессор А. И. Константинов — специалист по эхолокации летучих мышей. Его труд «Эхолокация в природе», написанный совместно с Э. Ш. Айрапетьянцем, стал настольной книгой биоакустиков



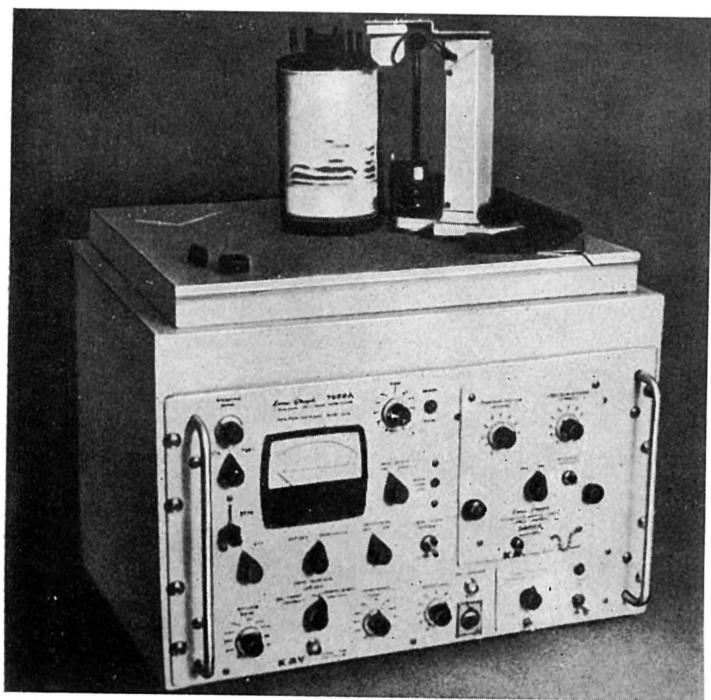
Осциллограммы локационных сигналов различных представителей гладконосых летучих мышей. Падающей вниз наклонной линией изображено изменение частоты заполнения локационных сигналов: 1 — остроухая ночница; 2 — ночница Наттерера; 3 — прудовая ночница; 4 — длиннокрыл; 5 — нетопырь-карлик; 6 — поздний кожан. Скорости развертки осциллограммы: 1, 2, 3 — 0,12 мс/см; 4, 5, 6 — 0,5 мс/см (по Э. Ш. Айрапетьянцу и А. И. Константинову, 1974)

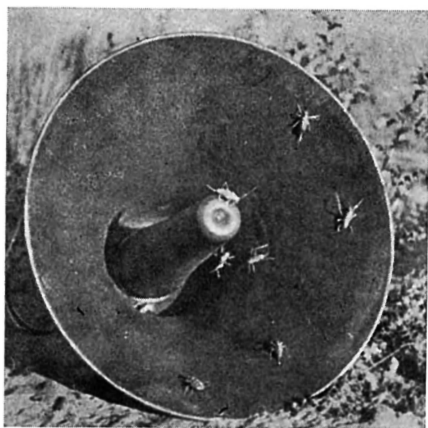




Доктор биологических наук, профессор Е. К. Еськов — биоакустик-энтомолог. Его труды, посвященные звуковой сигнализации пчел, помимо теоретического значения, имеют большое значение для практики пчеловодства

Сонограф — это прибор, позволяющий видеть акустическое строение звуков и изменение их во времени

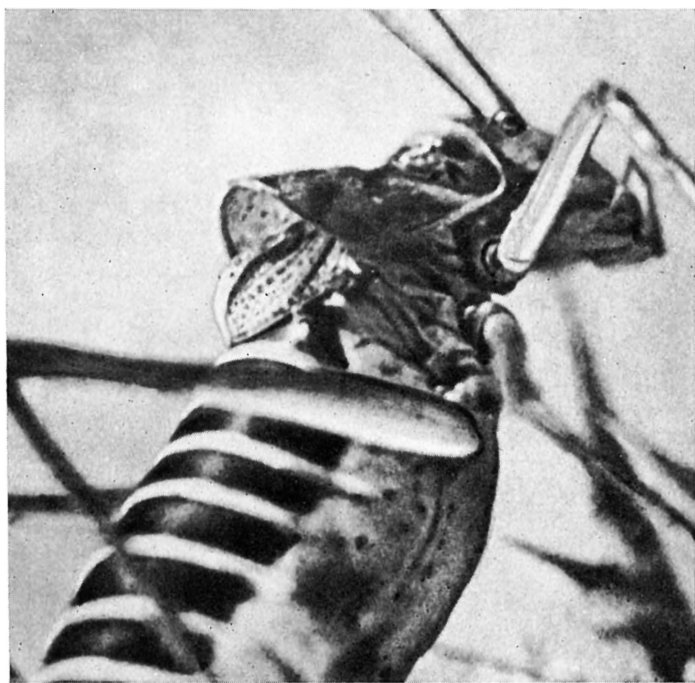


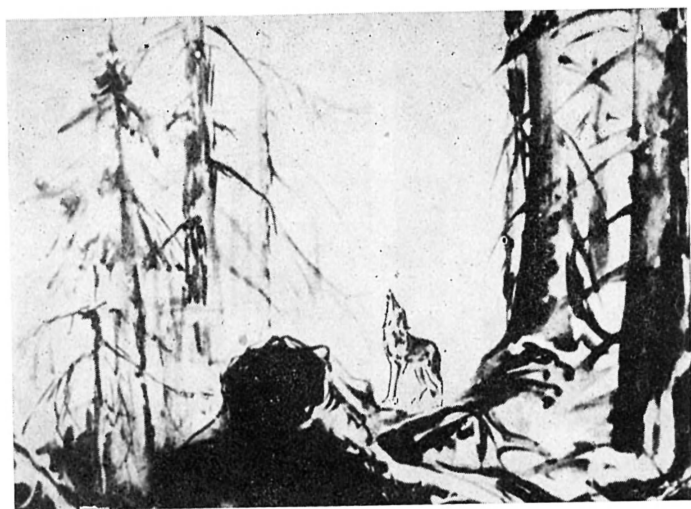


Трансляция магнитофонных записей призывной песни самца заставляет самок кузнечика двигаться к источнику звука и в поисках самца ползать по излучателю (по Н. Тинбергену, 1978). Точно так же свистящий человек призывает самок цикад настолько сильно, что они даже усаживаются на лицо свистящего. На этом принципе биоакустики предложили акустические ловушки для уничтожения вредных насекомых

Музыкальный инструмент кузнечика расположен на спине. Это видоизмененные крылья, которые

издают звуки при трении друг о друга (по Н. Тинбергену, 1978)



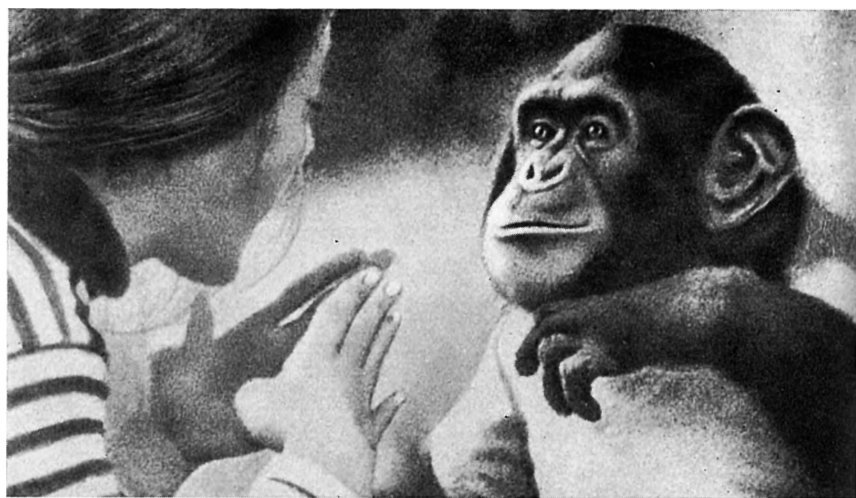




Волки!.. Какую информацию несет их заунывный, ледящий душу вой? Кому она предназначена?

Собака Шарик Вовы Дименкова «поет» по приказу хозяина. «Шарик, пой», — командует Вова, показывая голосом, как это надо делать, и шарик начинает забавно выть, задрав голову кверху

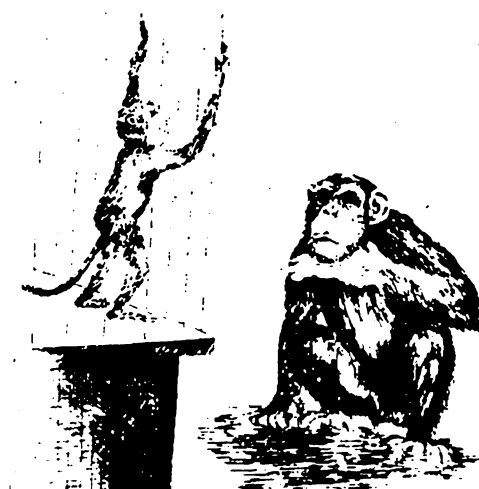
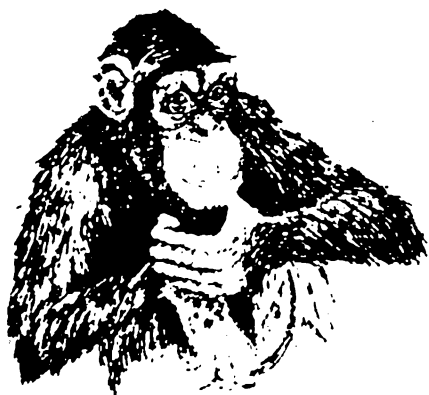
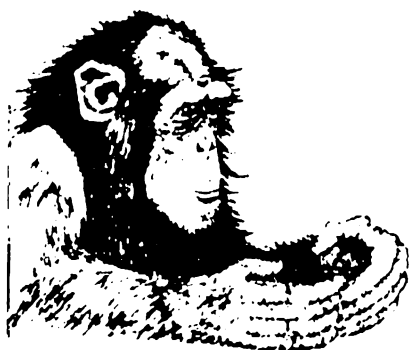
Хоровое завывание всегда начинается вожак стаи. Его голос заметно отличается от голосов рядовых «хористов»



Шимпанзе Уошо была первая из обезьян, которая заговорила с человеком на языке амслен (язык жестов)

Очень любят петь самцы орангутанов. Они относятся к этому занятию серьезно, старательно выводя звуки, напоминающие переключение скоростей у автомобиля. Они могут издавать очень громкие звуки благодаря сильно развитому горловому мешку-резонатору объемом в несколько литров





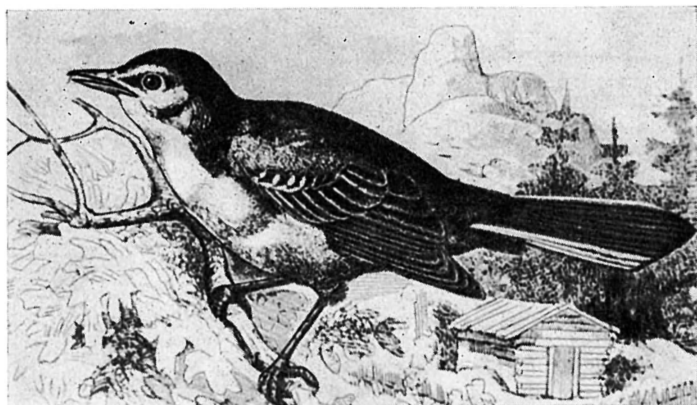
Шесть слов из лексикона шимпанзе Ушо: сверху — «книга», «бэби», в середине — «еще», «пить», внизу — «конфета», «грязный» — в последнем случае Ушо обзывает «грязной обезьяной» мартышку, сидящую в клетке (по Ю. Линдену, 1981)



Профессор А. С. Мальчевский — орнитолог, автор многих трудов по биоакустике птиц и создатель фонотеки птичьих голосов в Ленинградском университете

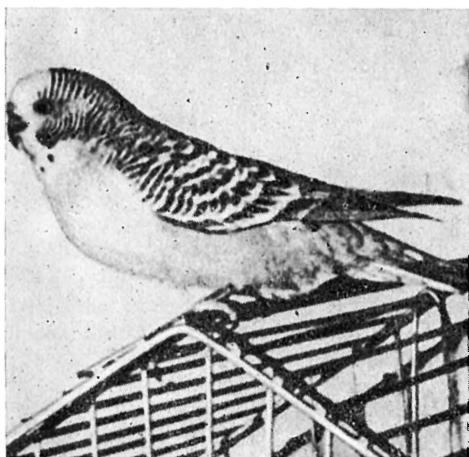
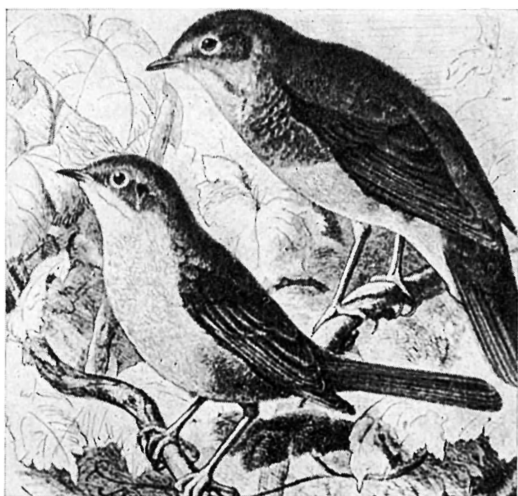


Этот жирный червяк наверняка достанется самому горластому



Эта ничем не примечательная на вид птица — знаменитый на весь мир пересмешник многоголосный, с легкостью подражающий голосу любой птицы и любым техническим звукам

Самый первый из пернатых вокалистов — бесспорно, соловей. Восточный и обыкновенный соловьи



Волнистый попугайчик А. Хази-на знает много слов и произносит их как нельзя к месту. Например, утром из его закрытой куском материи клетки раздается такое требование: «Откройте меня! Птички все на веточке, а я, бедняжка, в клеточке. Боже мой, какая несправедливость!»

На левом рисунке — ушастая сова в спокойном состоянии. На правом — в состоянии «охотничьей готовности». В этот момент ее головное оперение перестраивается, образуя так называемый лицевой диск. Подобно акустическому рупору, он способствует улавливанию ничтожно слабых звуков (по В. Д. Ильичеву, 1975)



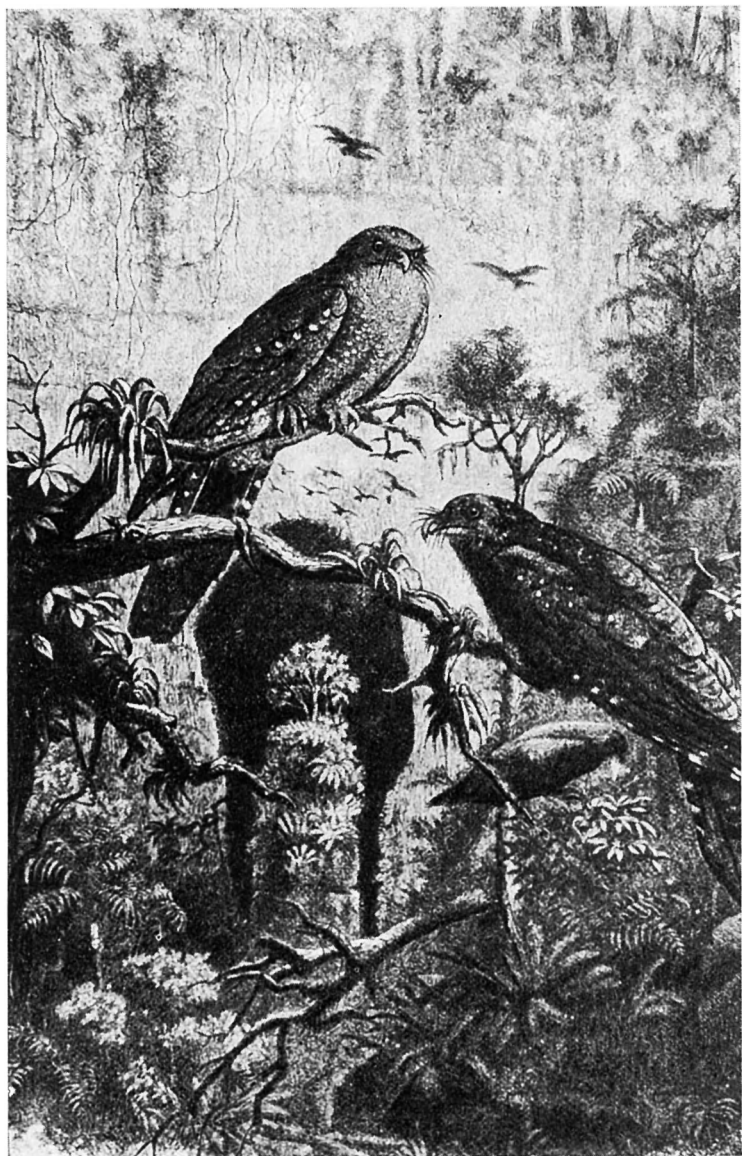
Президент Всесоюзного орнитологического общества, Председатель Международного комитета по прикладной орнитологии, профессор В. Д. Ильичев, автор многих научных трудов в области слуха и голоса птиц



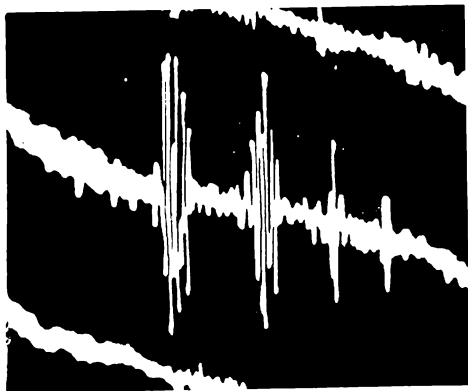


Когда глухарь поет свою знаменитую песню, он перестает слышать все вокруг (фото Ю. Б. Пукинского)



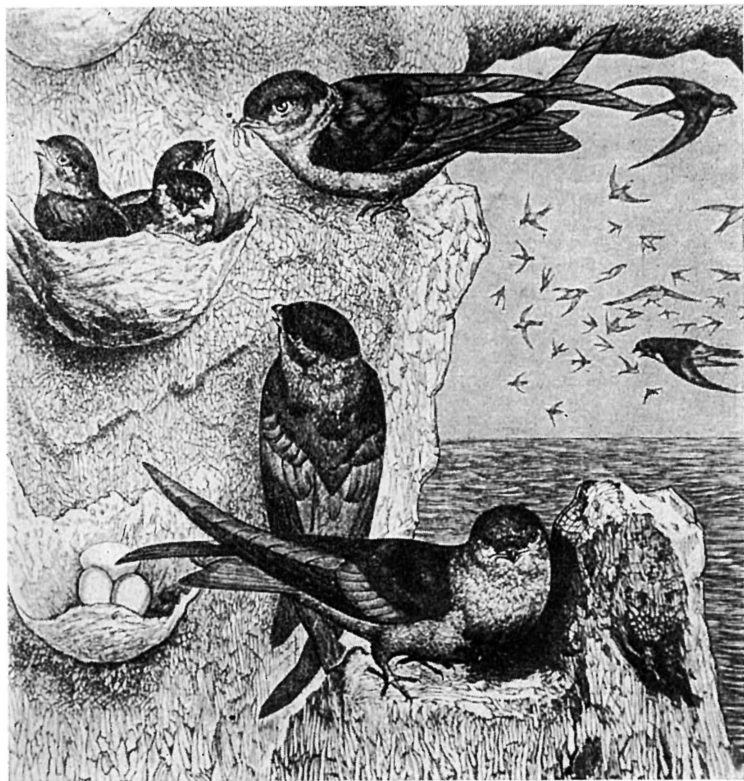


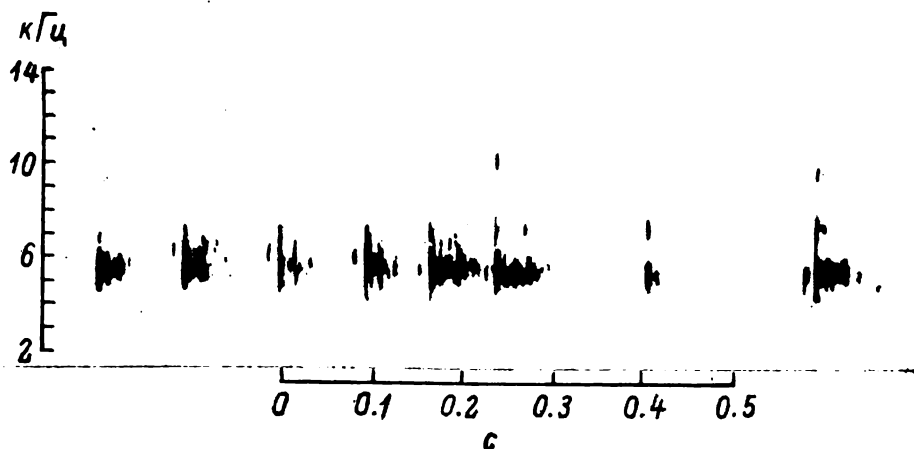
Гуахаро — птицы с «плачущими» голосами



Осциллограмма эхолокационных щелчков гуахаро (по Д. Гриффину, 1958)

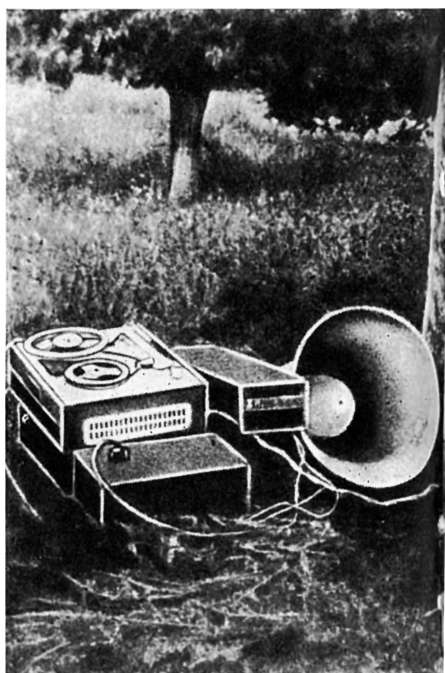
Стрижи-саланганы и построенные ими из собственной слюны «ласточкины гнезда» — предмет вождения гурманов

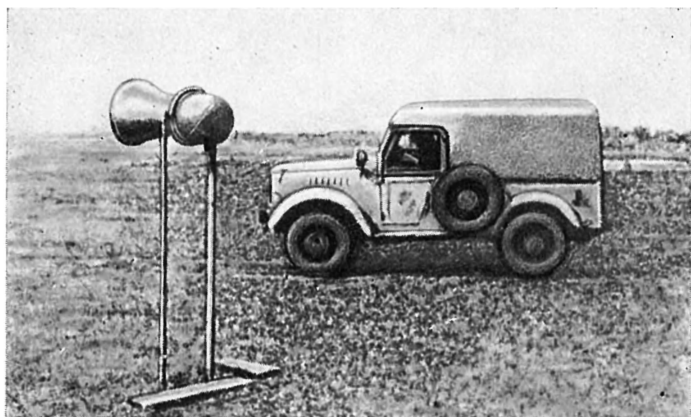




Эхолокационные сигналы одного из видов стрижей-саланганов, которые он издает при полете в темноте. Сонограмма показывает, что частота повторения сигналов около 9 в секунду, а максимум звуковой энергии падает на частоту около 6000 Гц

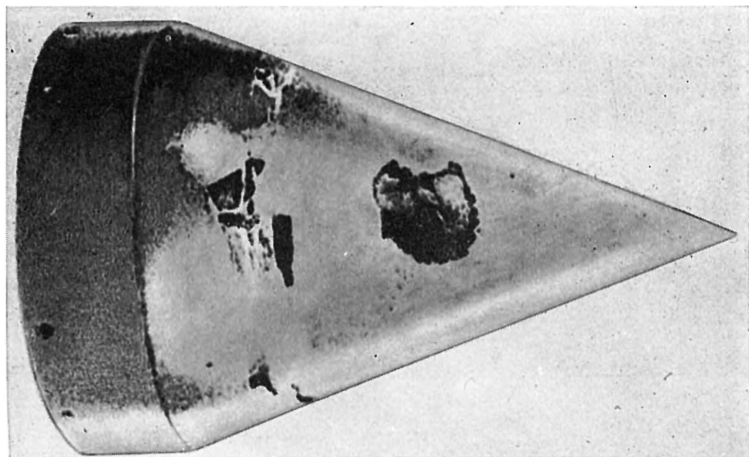
При помощи этой несложной акустической техники удастся изгнать пернатых нахлебников с полей и садов (по И. С. Дони-ка, И. М. Ганя, В. Н. Якубанис, 1963)

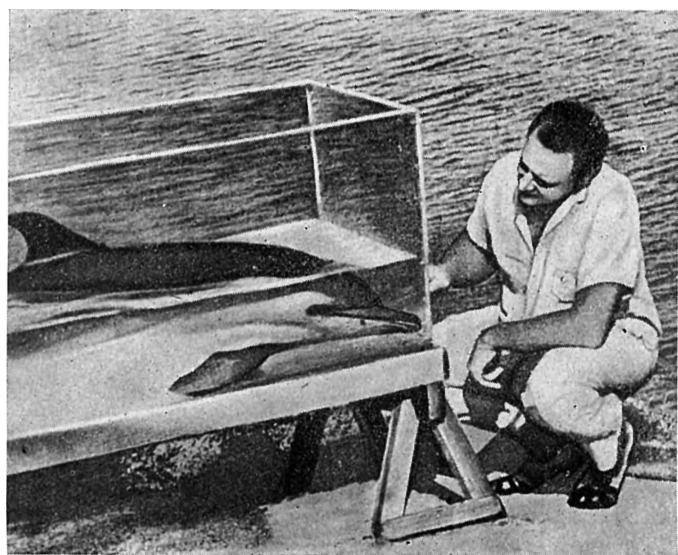




Передвижная акустическая установка для отпугивания птиц на аэродроме г. Таллина (по В. Э. Якоби, 1974)

При столкновении с самолетом птица пробивает его металлическую обшивку, подобно снаряду. Конус воздухозаборника, разрушенный столкновением самолета с птицей (по В. С. Лаврик и др., 1970)

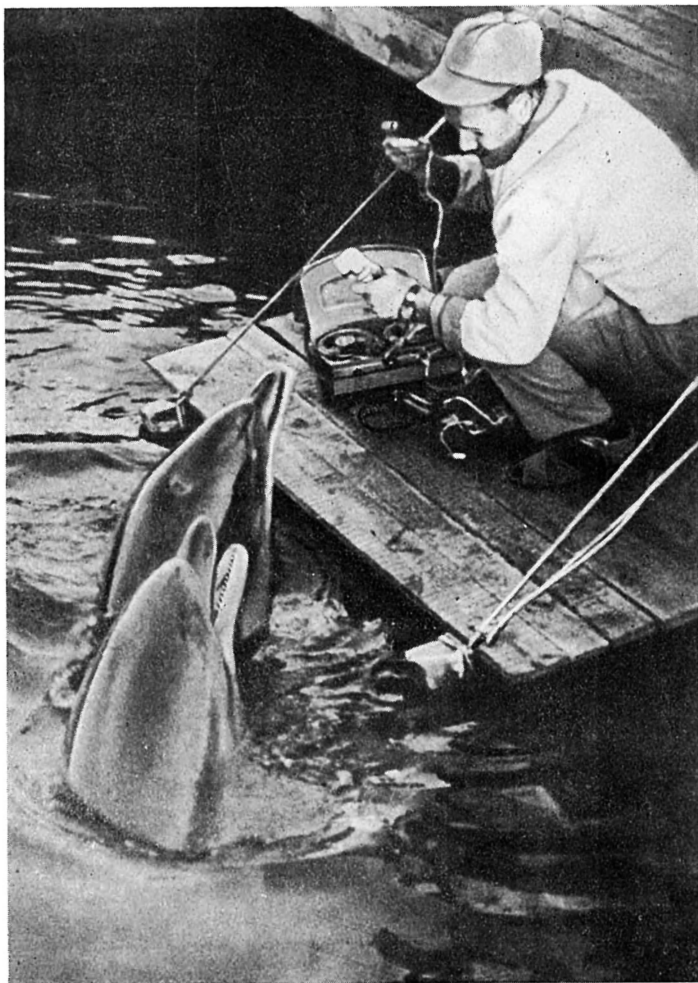


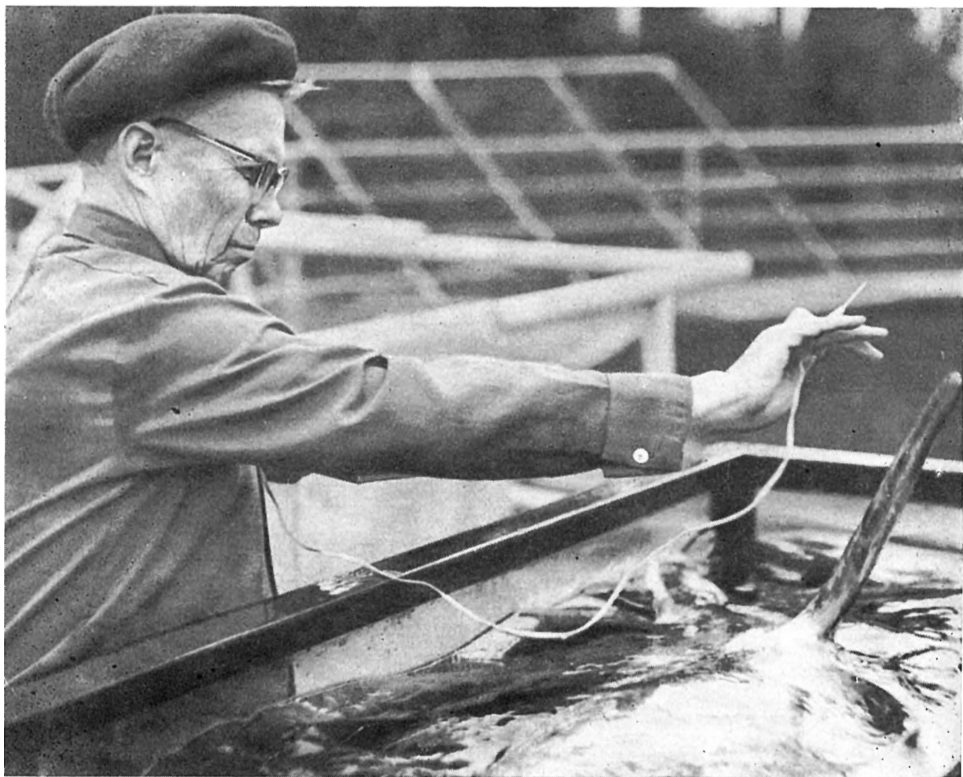


При освоении морских глубин человеку трудно найти более подходящих помощников, чем дельфины. Это прекрасно доказал дельфин Таффи — участник глубоководных погружений американских акванавтов в эксперименте «Силаб» (по Ф. Г. Вуду, 1979)

Доктор биологических наук В. М. Белькович — специалист по биологии и акустике дельфинов, автор многих научных и популярных трудов на эту тему. Ему принадлежит первенство в нашей стране по изучению акустики диких дельфинов в их естественных условиях

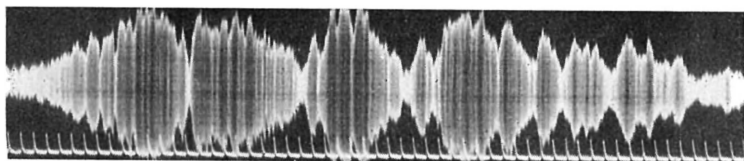
Желание побеседовать налицо. Вот только переводчика бы...

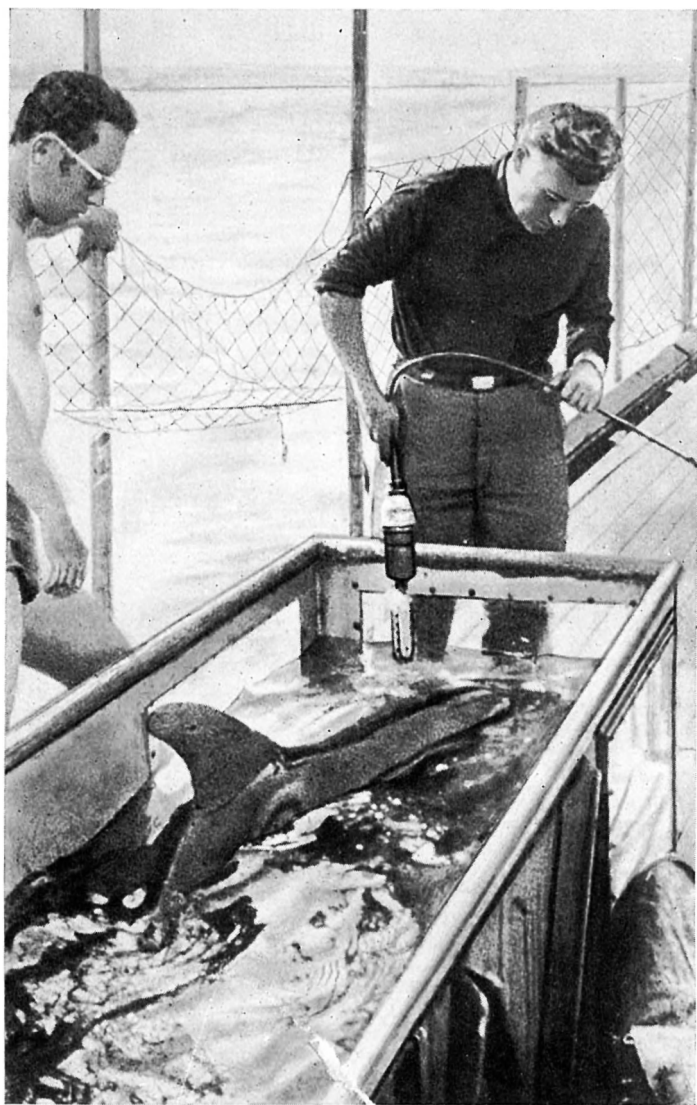




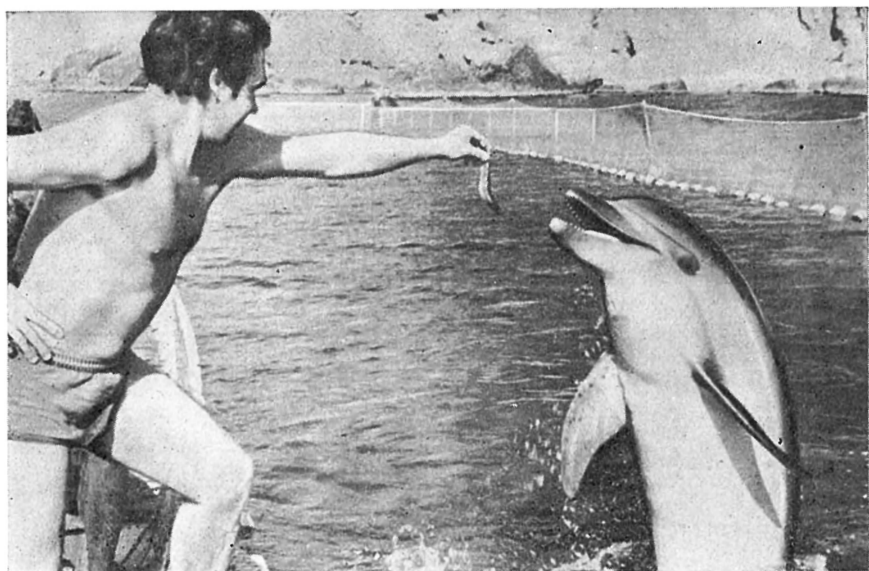
Профессор А. Г. Томилин —
специалист по изучению дельфи-
нов, автор многочисленных на-
учных и популярных трудов
о китах и дельфинах

Осциллограмма сигнала бедствия
дельфина-афалины, находяще-
гося в ванне, с поврежденным
грудным плавником





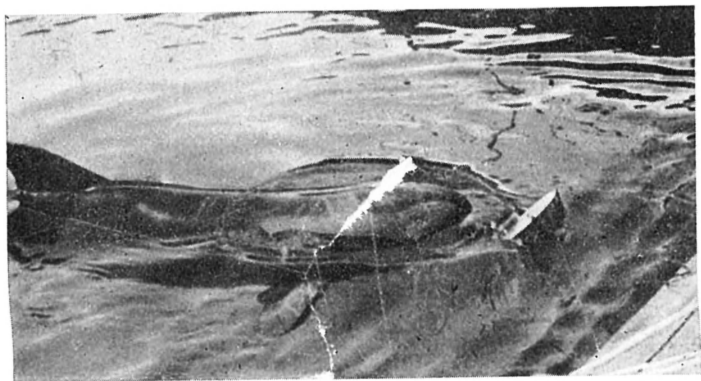
В ванне находится раненый дельфин — при отлове ему повредили грудной плавник. Опустив гидрофон в ванну, мы можем услышать его сигналы бедствия

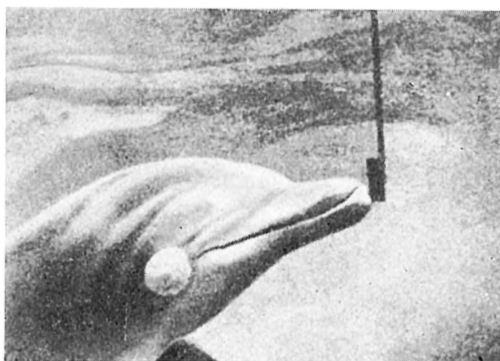
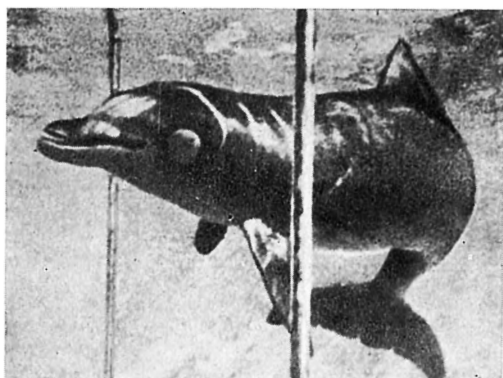


Условный рефлекс — это очень просто: рыбка в качестве награды за правильное решение задачи — и интерес к дальнейшей работе обеспечен

Дельфиниха Нимфа оказалась способной обнаруживать рыбку (ставриду) в эмалированной миске: она переворачивала миску, если в ней была рыбка, и не пыталась это делать, когда рыбы не было

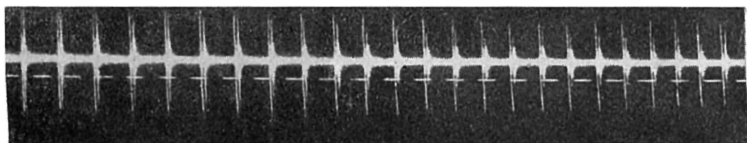
9





Если дельфину закрыть глаза специальными наглазниками, он продолжает прекрасно ориентироваться при помощи эхолокатора и способен выполнять точные и сложные действия (по К. Норрису, 1966)

Эхолокационные сигналы дельфинов — это короткие щелчки. Они выполняют роль ударных молоточков, заставляющих предметы «звучать» или отражать эхо. Щелчки следуют друг за другом с разной частотой повторения: чем ближе цель, тем чаще следуют щелчки

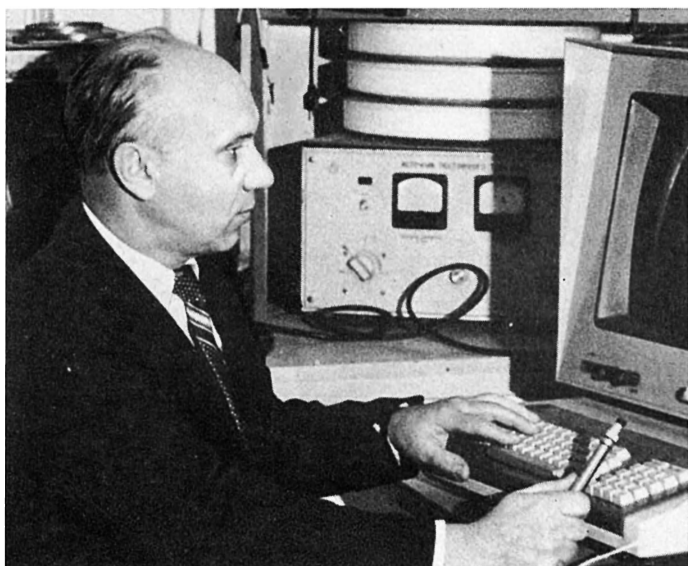




Разбив на берегу палатку, мы установили портативную акустическую аппаратуру и «забросили» гидрофоны в вольер с четырьмя дельфинами, расположенный в 60 м от берега. Послушаем теперь, о чем они «говорят»

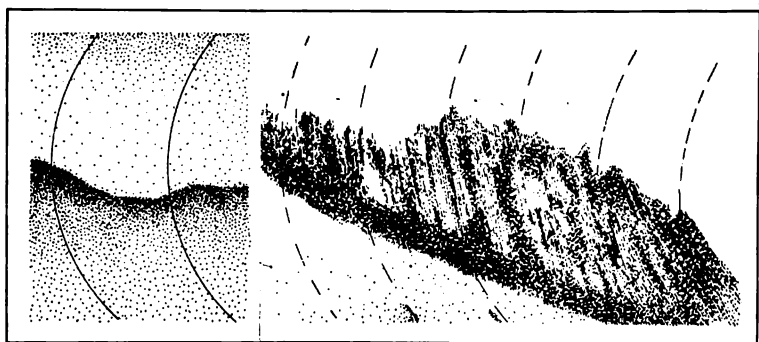
Советский биоакустик доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР Н. А. Дубровский за проведением опытов. Ему принадлежит приоритет в раскрытии многих тайн эхолокации у дельфинов





Лауреат Государственной премии, доктор биологических наук Е. В. Романенко. Им впервые в нашей стране разработаны телеметрические методы изучения дельфинов, регистрации и анализа их сигналов

Рельеф морского дна, полученный при помощи эхолота (слева), и эхограмма большого косяка ставриды, обнаруженного рыболокатором (справа) (по И. И. Клюкину, 1967)





Голос Шаляпина прекрасно передает слушателю всю гамму эмоций: страх Бориса (а), радость подгулявшего Еремки (б), гнев старого Мельника (в)







Пение на сцене — сильнейшее эмоциональное и физическое напряжение. Врач регистрирует изменение сердечного ритма у народного артиста СССР К. А. Лаптева после исполнения арии Ренато в опере «Бал-маскарад»

Какие эмоции испытывает этот малыш, легко прочесть на его лице. Столь же легко определить их и по звуку его голоса

