

5974.2 6  
И46

В. Д. ИЛЬЧЕВ  
И. Д. НИКОЛЬСКИЙ



# ГОЛОСА ЖИВОТНЫХ





Наше небольшое пособие призвано помочь учителю подготовиться к уроку, полевой экскурсии, к проведению занятий школьного научного кружка, — словом, к различным формам классной и внеклассной работы по темам, так или иначе связанным с голосами животных.

Из пособия учитель почерпнет необходимые сведения о голосах животных, о том, как их записывают, изучают, какую аппаратуру для этого используют, что дает людям изучение «языка» насекомых, рыб, птиц, как с помощью голоса летучие мыши «видят» окружающее пространство, как управляют поведением птиц, отпугивая их от посевов и аэродромов или, наоборот, привлекая их, и о многих других вопросах, разработкой которых занимается биоакустика.

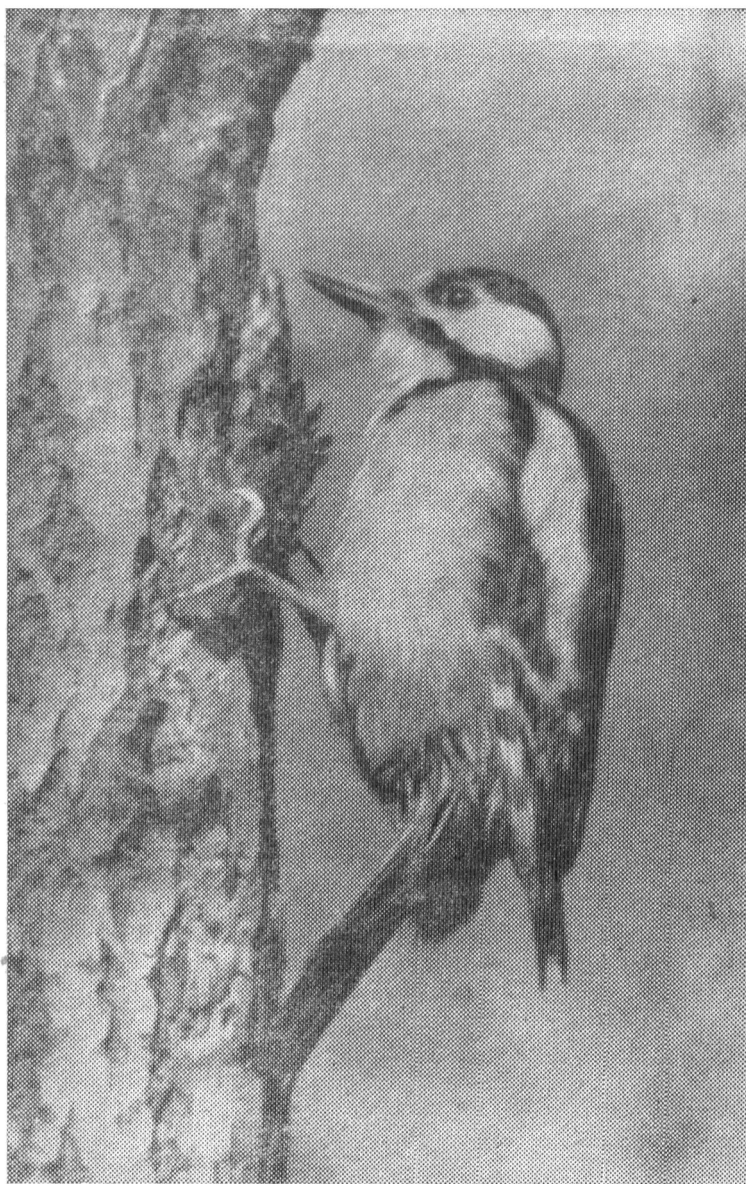


Рис. 1. Большой пестрый дятел. Фото Ф. Я. Держинского.





## ГОЛОСА ЖИВОТНЫХ — КОМПОНЕНТ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Мир звуков, окружающий животных в природе, богат и разнообразен.

Выберем погожее июньское утро и отправимся в ближайший лес. Все вокруг звенит от птичьих голосов. Громкие переливчатые песни дроздов и славок-черноголовок, нежные мелодичные голоса пеночек-весничек, стреколучие, похожие на швейную машинку желтобровок, размеренные, как удары капель, теньковок. А вот необычное, резкое «трррр» — это большой пестрый дятел барабанит на высокой сухой сосне, заметной издали. Голосов так много, что неспециалисту трудно разобраться в них, различить и назвать отдельных исполнителей.

Войдем в этот же лес в конце лета, в августе. Птичьих песен почти не слышно. Лишь иногда зазвучит и тут же стихнет песенка зяблика. Но лес не безмолвен. С ветвей доносится неясное бормотание, шорохи, трески. Это учатся петь молодые птицы, которые вывелись в этом году. Осенняя «практика» даст им очень многое, но не все. Им предстоит оканчивать «школу пения» весной следующего года, подражая взрослым самцам, поющим на своих гнездовых участках. Раздается задорный писк синиц, которые уже собрались в стайки и кочуют по лесу. Скоро к ним присоединятся поползни. Вот издали слышится громкий перестук — это выводок дятлов.

Коротко и отрывисто перекликаются дрозды, пеночки, мухоловки. В осеннем лесу сильнее слышен шум ветвей от набежавшего ветра, журчание ручья, к которому в жаркий день собираются на водопой лесные обитатели.

Но вот настала зима, и мы опять отправились в знакомые места. Белый лес безмолвен. Огромные шапки снега на ветвях елей. Мягкий пушистый снег глушит шаги. Редко-редко услышишь синиц, нежные свисты снегирей или дятла, раздалбливающего еловую шишку в своей кузнице.

Звуковая среда леса меняется по сезонам. Но не только по сезонам, а и в зависимости от времени суток.

В июньский день птицы особенно интенсивно поют в ранние утренние часы, в жаркий полдень молчат и снова распеваются к вечеру. Поздно вечером большинство птиц замолкает. Но есть и такие, которые поют,— зарянка, дрозды. В темноте заводит свои бесконечные трели козодой, летающий вдоль опушек, кричат совы и всю ночь напролет не умолкает замечательный певец соловей.

В разных природных зонах нашей страны, в разных ландшафтах обитают разные животные. В тайге — одни, в лиственном лесу — другие, в степи — третьи, в пустыне — четвертые. Одни из них молчаливы, другие обладают тихим, едва слышным голосом, которым редко пользуются, и мы редко его слышим. Голос третьих звучен и заметен. В лугах мы слышим стрекотание многочисленных кузнечиков, а в южных районах нашей страны — цикад. В тропиках хоры этих насекомых бывают такими сильными, что могут заглушить шум мотора или свисток паровоза. Весной в любой луже и озерке собирается компания квакающих лягушек. Это хоры самцов, на которые как на ориентир собираются зимующие отдельно самки. Громким голосом обладают и другие амфибии — квакши, жабы.

А вот млекопитающих в лесу услышишь не так уж часто. Громко зацокала белка, увидевшая вас. Слышны тонкие пронзительные пiski мелких лесных грызунов — мышей и полевок. Пискнет зверек — и тут же спрячется, перебежав от норки к норке. В период спаривания оленей низкий рев оглашает леса: это голос самца, вызывающего соперника на бой. Оленей много в наших лесах. Их берегут, охраняют, вывозят туда, где их не было раньше.

Вечером и ночью, подойдя к тихому пруду или озеру, мы видим неясные тени, скользящие над водой, изредка слышим тихие короткие пiski. Но если мы вооружимся специальной аппаратурой, то обнаружим множество звуков, которыми насыщен воздух. Только эти звуки располагаются в полосе частот, не воспринимаемых нашими ушами. Источники этих звуков — летучие мыши, охотя-

щиеся над озером на мелких почных насекомых, отыскивающие их с помощью своих эхолокаторов.

И все же млекопитающие не вносят такого большого вклада в звуковую среду ландшафта, как птицы: для млекопитающих главным средством общения являются запахи, тогда как для птиц — звуки. Перефразируя известную немецкую поговорку, можно сказать — «птицу узнают по песне».

В каждом ландшафте и даже в каждом биотопе свои обитатели. И голос их различен. Поэтому различны и «голоса» ландшафтов и биотопов.

Специалисту нетрудно, прослушав магнитофонные записи, сказать, в какое время года и в какой ландшафтной зоне они сделаны — в тундре, в тайге, в лиственном лесу или степи. Он сможет даже определить, откуда записи — с Дальнего Востока, из Сибири, с Урала или из Подмосковья, так сильно различаются «голоса» этих мест.

А как обстоят дела в подводном мире? Он, так же как и леса, поля и луга, наполнен звуками. Но здесь главным их источником являются рыбы. Мы можем услышать их голоса, опустив в воду специальные приборы — гидрофоны. Рыбы визжат, хрюкают, лают. Голоса одних напоминают ворчание, других — протяжный стон или рев. Эти голоса так сильны, что акустические мины, поджидавшие корабли во время второй мировой войны, взрывались так же, как взрывались они от шума винтов проходившего поблизости корабля.

Другой важный источник подводных звуков — раки очень большой и интересной группы декапод (десятиногов). Раки-альфеусы, щелкая своими клешнями над устричными отмелями — банками, создают невероятную какофонию.

Морские млекопитающие — третий источник «живых» звуков моря. Дельфины используют звуки для общения между собой и для локации в окружающем, плохо просматриваемом пространстве. Подводные звуки издают тюлени, киты.

Так же как и на суше, голоса подводных обитателей создают свою особенную звуковую среду в разных морях, в разных участках океана, в зависимости от того, кто их населяет. Моряки, начиная со второй мировой войны, используют эти различия для ориентации под водой. При многодневных походах подводная лодка, не всплывая, может определить свое географическое положение по тем



*Рис. 2. Белка испуганно цокает, разглядывая наблюдателя. Фото В. Михайлова.*



звукам, которые ее окружают. Опытный гидроакустик может сказать, в какой части океана находится сейчас его подводный корабль.

Таким образом, звуки окружают нас всюду: на суше и в воде, в северных тундрах и южных степях. Звуки — необходимый и очень характерный компонент ландшафтов и биотопов. И животные — важный источник этих звуков.

Звуки сопровождают различные стороны жизни ландшафта и жизни животного. И вот почему. Они обеспечивают важнейшие жизненные функции — питание, размножение, защиту от врагов и другие. С помощью звуков животные общаются между собой. Хищники по звуку отыскивают добычу. Жертвы узнают о приближении опасности. Родители отыскивают детенышей. Детеныши определяют по голосу родителей.

Особые «звуки для себя» издают животные, ориентирующиеся в окружающем пространстве с помощью эха. Летучие мыши, дельфины, стрижи-саланганы, козодой-гуахаро, землеройки, тюлени издают звуки, которые, воспринимаясь ими уже отраженными, дают представление об окружающих предметах. Таким путем дельфины отыскивают рыбу, которой питаются, летучие мыши — мелких летающих насекомых, стрижи и козодой — входы в пещеру, где они устраивают гнезда.

Голоса животных — важный, но не единственный источник звуков. Неживая природа также производит звуки, которые далеко не безразличны для живых существ. Журчание ручья помогает им отыскивать воду для питья. Рев прибоя указывает на близость моря.

Но часто такие звуки, источниками которых являются ветер, дождь, растения, вода, мешают животным общаться друг с другом, заглушая их голоса. Шум ветра мешает сове, отыскивающей грызунов в темном ночном лесу, воспринимать их писк, в ветреные ночи совы даже прекращают охоту.

## ДЛЯ ЧЕГО ИЗУЧАЮТ ГОЛОСА ЖИВОТНЫХ

Ученые давно и внимательно исследуют голоса животных. Какое же значение эти исследования могут иметь для человека?

Люди с древнейших времен пытаются управлять поведением животных. Пастух стогнет коров в стадо и следит за тем, чтобы оно направлялось в нужную сторону.

Охотники давно научились использовать манки, имитирующие голоса животных. До наших времен дошли многие из таких манков — вабы на оленей, свистки на рябчиков, перепелиные дудки, квоки для ловли сомов. Недавно на стене одной из египетских гробниц, построенной задолго до новой эры, была обнаружена фреска, изображающая сцену охоты с помощью манной птицы. Охотник, стоя в легком челне среди густых зарослей тростника, держит в руках птицу, на крики которой собираются другие птицы.

И сейчас охотник, подражая голосу утки, подманивает селезня, подражая крику раненого зайца — лису.

Рыбак ночью включает над водой яркий фонарь и вылавливает специальными сетями собирающуюся на свет мелкую рыбу.

Хозяйка ставит на своих грядках палку с кусками старой истлевшей материи, и птицы облетают стороной ее огород.

Все это примеры того, как можно управлять поведением животных.

В наши дни эта проблема приобретает особенное значение. И важную роль в ее решении может сыграть изучение голосов животных. Почему? Чтобы это стало понятным, представим на минуту, что проблема решена.

Не нужно спасаться от комаров — их отпугнут от вашего тела специальные крохотные генераторы, производящие особые, отпугивающие звуки.

Нет необходимости в сложных орудиях лова: по вашему зову косяки рыб собираются к ограниченным участкам побережья, и вы их оттуда вычерпываете, причем особой такого размера, возраста и пола, чтобы виду, популяции не нанести ущерба. Вы регулируете численность вредных насекомых и грызунов, сохраняя их в таких количествах, чтобы вред, наносимый ими хозяйству человека, был минимальным.

Вам одинаково послушны и стадо коров, и косяк рыбы, дельфины, плавающие в воде, и стаи перелетных птиц, пролетающие высоко над вашей головой.

Перечень подобных примеров можно продолжить.

Конечно, нарисованная картина существует пока только в нашем воображении. Однако уже сейчас кое-что в этом направлении сделано. Рыбаки, используя звуки рыб в качестве ориентира, отыскивают на промысле косяки.

С помощью звуков, записанных на магнитофонную пленку, звуков, выражающих крайнюю степень опасности

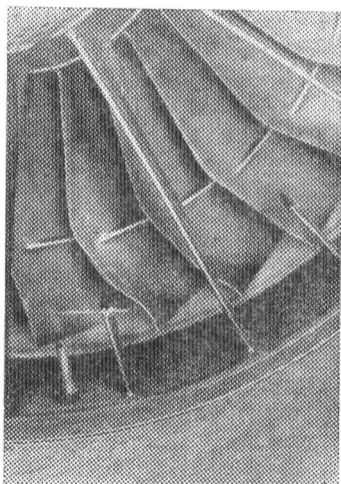
и потому называемых сигналами бедствия, люди научились отпугивать скворцов от виноградников и садов, чаек и ворон — от аэродромов. Что это дает хозяйству? Во время весенних, позднелетних и осенних кочевок скворцы уничтожают до трети урожая винограда и косточковых культур, производя опустошительные набеги на виноградные плантации Южной и Восточной Европы, Средней Азии.

Все применяемые меры отпугивания, включая выстрелы и ракеты, оказались бесполезными. Эффект получился только тогда, когда ученые стали применять в качестве отпугивающего средства записи сигналов бедствия.

Этот метод, получивший название акустических репеллентов, хорошо зарекомендовал себя и на аэродромах. Здесь птицы оказались особенно опасными. Каждое столкновение самолета с летящей птицей — а таких столкновений ежегодно происходит до нескольких тысяч — приводит к большим материальным потерям, а иногда и к гибели экипажа, пассажиров и машины. Самый мелкий ремонт, по данным американских специалистов, обходится в 40 тысяч долларов. Нетрудно подсчитать, во что обходится авиации дрозд или голубь, столкнувшийся с самолетом.

Пытаясь отпугнуть птиц от аэродромов, авиационные специалисты перебрали все возможные приемы и способы — карбидные пушки, издающие звуки, напоминающие ружейный выстрел, настоящие ружейные выстрелы, шумы работающих двигателей, усиленные в несколько раз, ракеты.

Птицы легко привыкали к этим раздражителям, и они не действовали на них. Отчаявшись, ученые применили акустические репелленты — и получили положительный эффект.



*Рис. 3. Столкновение грача с самолетом ИЛ-62 вызвало искривление лопаток двигателя и его досрочную замену. Фото В. Якоби.*

Метод управления поведением животных, основанный на воспроизведении сигналов из их собственного «словаря», оказался очень перспективным. Реакция на эти сигналы врожденная. Птицы хорошо реагируют на них, тогда как ко всем другим звукам, не относящимся к их «словарю», быстро привыкают.

Метод акустических репеллентов нашел и еще одно применение. Как известно, абсолютно вредных и абсолютно полезных животных не существует. Виды в природных сообществах — биоценозах — связаны сложными взаимоотношениями. Попробуйте выбить из цепи одно звено — и она нарушится, распадется. Последствия могут быть неожиданные и нежелательные для человека. Когда в Китае уничтожили воробьев, считавшихся абсолютно вредными, размножились садовые и полевые насекомые-вредители, которых эти воробьи уничтожали. Прямой положительный эффект от уничтожения воробьев был многократно перекрыт этим обстоятельством, имевшим резко отрицательные последствия.

В наше время, когда все государства предпринимают большие усилия, направленные на сохранение животного и растительного мира нашей планеты, вредную деятельность животных предпочтительнее ограничивать не уничтожением их, а перераспределением по территории, отпугиванием от тех мест, где их присутствие нежелательно. В другом месте и в другое время года эти виды могут оказаться чрезвычайно полезными. Например, скворцы, уничтожающие осенью виноград и косточковые, в весенне-летнее время приносят неоценимую пользу, поедая массу саранчи — злейшего врага сельского хозяйства. Представим себе, к чему могло бы привести уничтожение скворцов, если они до сих пор являются одной из самых надежных мер борьбы с саранчой, естественным прессом, который ограничивает численность этих вредителей.

Способности животных воспроизводить и воспринимать звуки, ориентироваться в звуковой среде, опознавая и локалируя с помощью звуков врага или добычу, привлекают все большее внимание инженеров. В изучении голосов животных инженеры видят источник новых мыслей и идей, которые могут найти и находят применение при создании новой техники.

Локационные системы летучих мышей и дельфинов позволяют этим животным не только «видеть» с помощью эха окружающее пространство, но и распознавать в нем



интересующие животных объекты: для первых — это мелкие ночные бабочки и другие летающие насекомые, для вторых — рыба.

Точность распознавания их локационной системы такова, что дельфин способен различать рыб разных видов и размеров, реагировать на дробинку, упавшую в воду, обходить тонкую проволоку, натянутую поперек его пути. Точность локатора летучих мышей, достигающая  $0,5^\circ$ , позволяет этим зверькам воспринимать эхо от тонкой, толщиной в доли миллиметра проволоки, не натываясь на нее в полете.

Технические устройства, которые способны решать подобные задачи, отличаются от своих прототипов огромными размерами и меньшей надежностью.

Звуки животных — источник разнообразной и сложной информации. «Словарь» птиц насчитывает сотни различных звуков. Богатым «словарным запасом» обладают приматы. Даже у лягушек и насекомых «словарь» содержит до десятка сигналов. Эти сигналы обслуживают различные ситуации в жизни животных — защиту территории, встречу полов, спаривание и т. д. Инженеров интересуют коды, используемые животными для передачи биологической информации с помощью звука.

Эти коды могут быть очень разными. Они зависят от развития слуха и голоса, от поведения, высшей нервной деятельности. На каждой ступеньке эволюции, обладающей своим собственным набором этих черт, используются свои собственные коды.

У насекомых и амфибий большую роль играют такие параметры сигнала, как длительность отдельных импульсов, ритмика их повторения. У рыб большое значение имеет общий спектральный состав сигнала. Птицы и млекопитающие, которые обладают наиболее развитой слуховой системой, развитым голосом и высокоорганизованной высшей нервной деятельностью, могут использовать такие сложные способы кодирования, как изменение (модуляция) частоты и амплитуды, общий рисунок сигнала и т. д.

Расшифровка языка дельфинов представляется ученым столь важным делом, что они относят эту задачу к числу тех 20 проблем, решение которых, прогнозируемое 2000-м годом, окажет важное влияние на развитие цивилизации на нашей планете.

Теоретическое значение изучения голосов животных не менее велико. Оно касается прежде всего широкого

круга вопросов экологии и эволюционной теории. Голоса животных обеспечивают общение между особями одного вида. С другой стороны, и изоляция близких видов отчасти обеспечивается благодаря тому, что их голоса сильно различаются между собой и они не «понимают» друг друга. Все это имеет большое значение в эволюции. Изучение голосов близких видов позволяет понять ход эволюционного процесса в разных группах животного мира.

Изучение голосов животных имеет прямое отношение и к проблемам биогеоценологии. Основное биоценологическое звено, представленное хищниками и жертвами, существует лишь постольку, поскольку хищник может воспринимать следы жизнедеятельности своих жертв (в данном случае издаваемые ими звуки) и локализовать их местоположение в пространстве. В свою очередь, способность жертвы воспринимать звуки, издаваемые хищником, дает ей шанс на спасение. В этом смысле мы можем сказать, что жертва и хищник, принадлежа к различным группам животного мира, нередко систематически далеких, тем не менее общаются между собой.

Нет сомнений в том, что изучение голосов животных имеет для человека большое значение.

## ИСТОРИЯ ВИАКУСТИКИ

Около 100 лет назад, и особенно в начале XX века, голоса животных — насекомых, рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих — стали объектом самого пристального внимания ученых. К сожалению, исследования в этой области тогда существенно ограничивались техническими возможностями. Первые, несовершенные пока еще приборы — фонографы, позволяющие записывать птичий голос, появились в конце XIX века. В 1898 г. на XVI конгрессе американских орнитологов С. Джудд продемонстрировал первые записи птичьего голоса. Позднее для этой цели стали использовать диски — грамофонные пластинки. В 1910 г. первые грамофонные записи малабарского дрозда опубликовал Л. Кох. В 1912 г. в России впервые записали голос соловья. В 1930—1940 гг. были опубликованы голоса многих птиц.

Анализирующих звук приборов не было вовсе. Долгое время основным и практически единственным прибором ученых оставались собственные уши. Тем более удивительно, что, располагая столь ограниченными возможно-

стями для изучения голосов животных, зоологам тех лет удалось многое.

Они впервые обнаружили географическую изменчивость голоса птиц. Значительный вклад в изучение этого явления, существование которого позднее полностью подтвердилось точными приборными исследованиями, внес наш замечательный орнитолог А. Н. Промтлов.

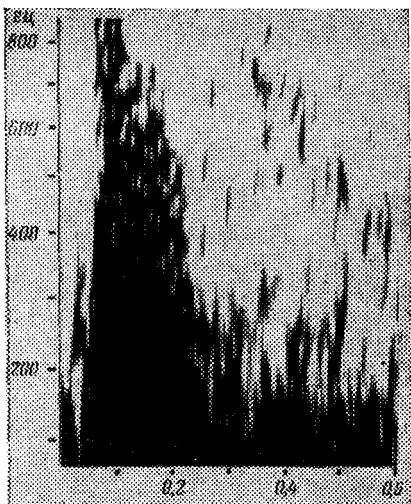
Ученые описывали «на слух» голоса насекомых, амфибий, птиц, млекопитающих. На основе полевых наблюдений за акустическим поведением были созданы первые «словари», содержащие описание голосов животных с попыткой их биологической интерпретации.

В 40—50-х годах в лабораториях ученых, изучающих голоса животных, появились специальные акустические приборы. Среди них особенное значение приобрели магнитофоны, первоначально стационарные, а позднее портативные, с автономным питанием, позволяющим производить записи непосредственно в природе. Появились звукоанализирующие приборы — для исследования спектрального состава голоса, его изменений в зависимости от времени, общего его рисунка, энергетического уровня и т. д.

Среди звукоанализирующих приборов ведущее значение приобрели сонографы, позволяющие анализировать так называемый динамический спектр сигнала (текущее изменение частоты) и хорошо выявляющие общий рисунок сигнала. Вместе со спектрометрами — приборами, характеризующими так называемый мгновенный спектр сигнала, и портативными магнитофонами сонографы становятся основными приборами зоологов, изучающих голоса животных.

Постепенно голоса животных привлекали и все большее общественное внимание. В специальных хранилищах — фонотеках — были собраны большие коллекции магнитофонных записей голосов животных. Одна из наиболее крупных таких фонотек — в Корнелльском университете. Каталог записей, хранящихся в ней, составляет 17 толстых томов.

В нашей стране специальные фонотеки собраны в Московском университете и позднее при Институте биофизики в Пущино на Оке. Инициатор создания этой фонотеки — доктор биологических наук Б. Н. Вепринцев — хорошо известен как автор большинства изданных у нас грампластинок с записями голосов птиц.



*Рис. 4. Сонограмма нерестовых звуков атлантической рыбы-жабы.*

Получение магнитофонных записей требует от ученых большого времени и усилий. Вооруженные портативными магнитофонами, охотники за голосами проникают в самые далекие уголки нашей страны, получая ценнейший научный материал.

В настоящее время в мире издается множество грампластинок с записями голосов животных — насекомых, амфибий, птиц, млекопитающих. Большой популярностью пользуются грампластиночки с записями звуковой среды

различных уголков планеты — тропического леса, саваны, гор и т.д. Число таких грампластинок все возрастает. Так, в 1964 г. были опубликованы на грампластинках голоса 1214 видов птиц, а к настоящему времени это число утроилось.

Росла гора фактов. Перед исследователями открывался удивительный мир акустического общения животных, новый «белый континент», о действительном значении и границах которого совсем недавно они еще не подозревали. К голосу животных проявляли интерес лингвисты, математики и, конечно, физики-акустики. Появилась новая комплексная область исследований, где интересы зоолога тесно переплетались с интересами физиолога, биофизика, инженера, с одной стороны, эволюциониста и эколога — с другой.

Вновь возникшая область науки требовала своего официального признания. И она получила права гражданства на I биоакустическом конгрессе, который собрался в 1956 г. в Итаке (США). Сюда съехались ученые разных стран, изучающие голоса животных. Было решено назвать эту новую область науки биоакустикой, учитывая ее пограничное положение между биологией и акустикой. Это название хорошо прижилось, и теперь уже все называют



науку, изучающую голоса животных, только этим термином.

Учредители решили ограничить рамки биоакустики изучением акустической ориентации и сигнализации животных в популяциях и биоценозах.

Вся последующая история биоакустики напоминает цепную реакцию — так быстро развивается эта область знаний. Что ни год — новые симпозиумы и конференции, новые большие книги, множество научных статей. В 1963 г. вышла в свет книга «Акустическое поведение животных» — своего рода биоакустическая энциклопедия под редакцией профессора Бюснеля (Франция), посвященная голосу и слуху представителей всех групп животного мира. За короткое время появились «Биоакустика рыб» В. Р. Протасова, «Биоакустика птиц» В. Д. Ильичева, «Эхолокация в природе» Э. Ш. Айрапетьянца и А. И. Константинова, «Голос животных» Г. Темброка (на немецком языке) и т. д. Этот перечень далеко не полон, но и он говорит о размахе ведущихся исследований. Специальные международные симпозиумы, посвященные общим вопросам изучения голоса животных, морской биоакустике, эхолокаторам летучих мышей и дельфинов, акустическим репеллентам, защите самолетов от птиц с помощью звука, всесторонне обсуждают основные проблемы изучения голоса животных.

Над этими проблемами работают большие коллективы ученых-биоакустиков, сложившиеся в нашей стране в Институте эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова, Институте эволюционной физиологии и биохимии им. Л. А. Орбели, Московском и Ленинградском университетах, а за рубежом — в Берлинском университете (ГДР), Принстонском и Корнелльском университетах, Массачусетском технологическом институте (США), Рурском университете (ФРГ), Институте агрономических исследований (Франция) и др.

Новая область знаний, фокусирующая интересы многих наук, все больше набирает силу и самостоятельное звучание среди других биологических дисциплин.

## КАК ИЗУЧАЮТ ГОЛОСА ЖИВОТНЫХ

Как изучать голоса животных?

Достаточно ли для этого записать голос животного на магнитофонную ленту и затем проанализировать его с по-

мощью современных технических средств, пусть самых совершенных? Нет, этого мало. Для зоолога важнее связь акустических характеристик голоса с его биологическим значением, сигнальными функциями. Поэтому в изучении голоса огромную роль играют наблюдения за поведением животных и основанные на этих наблюдениях эксперименты.

Предположим, мы изучаем голос какого-нибудь животного, хорошо нам знакомого. Пусть это будет скворец, апрельским утром поющий на ветке за окном. Для начала мы внимательно и много раз прослушиваем его песню и определяем ряд характерных ее черт. Легко установить, что она состоит из отдельных частей: одна напоминает булькающую трель, другая — протяжные свисты и т. д. Птицеловы называют эти части коленами. Но у них есть и научное название — слоги.

В песне скворца можно обнаружить звуки явно «не-скворчиного» происхождения: напоминающие скрип тележного колеса, мяуканье кошки, лай собаки, даже гудок локомотива, голоса других птиц — нежные посвисты чечевиц, флейтовый голос иволги, чириканье воробьев, щебетание деревенской ласточки. Все эти звуки скворец — прекрасный имитатор — заимствовал из окружающей звуковой среды, перемешав их с своими собственными.

Кроме песни, голос скворца включает и другие звуки, короткие и отрывистые. Специалисты называют их позывами. Каждый позыв имеет определенное назначение. Очень характерный крик, напоминающий визг, скворец издает при виде пролетающего мимо собрата, как бы приглашая его присоединиться к нему, посидеть с ним рядом на ветке. Этот сигнал называют приглашающим.

Пронзительный стрекочущий крик издает скворец, обнаружив кошку, подбирающуюся к его скворечне. Этот крик — выражение тревоги, предупреждение другим скворцам об опасности, просьба помочь в защите гнезда. Сигналы тревоги скворцы издают также при появлении пернатого хищника или человека.

Особый крик, напоминающий голос перепуганного поросенка, издает скворец, которого схватили за концы раскрытых крыльев или лапки. Этот крик называется сигналом бедствия. У скворцов, которые его слышат, он вызывает немедленную реакцию бегства.

Таким образом, все эти крики, имея сигнальное значение, вызывают изменения в поведении тех скворцов, ко-

торые их слышат. Значит, о биологическом значении издаваемых скворцами звуков мы можем судить, просто наблюдая за их поведением.

И все же окончательные выводы требуют экспериментальной проверки.

Возьмем магнитофон и запишем издаваемые скворцом звуки, а потом воспроизведем эти звуки для других скворцов и понаблюдаем за их реакцией. Они будут реагировать на «голос» магнитофона так же, как если бы он исходил от живой птицы. В этом случае мы можем сказать, что наши выводы о биологическом значении звуков правильны.

А какова их акустическая структура, основные акустические параметры? Как узнать о них?

Для этой цели берут магнитофонную запись голоса скворца и, подключив магнитофон к катодному осциллографу, получают «рисунок» голоса на светящемся экране (рис. 6 и 7).

С помощью другого прибора — спектрометра получают особую характеристику — спектрограмму сигнала, которая показывает участие отдельных частот в голосе скворца. Каждый всплеск спектрограммы соответствует опреде-

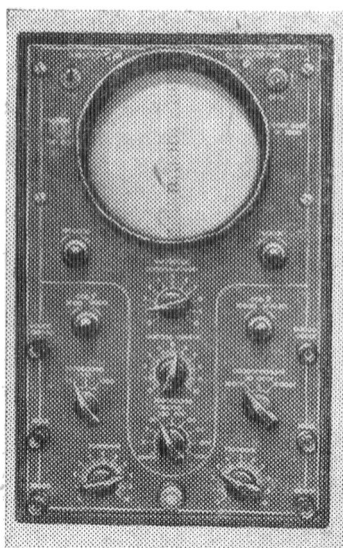


Рис. 5. Осциллограф — прибор для анализа временных характеристик сигнала.

Рис. 6. Сигнал тревоги скворца «криш», предупреждающий об опасности у гнезда.

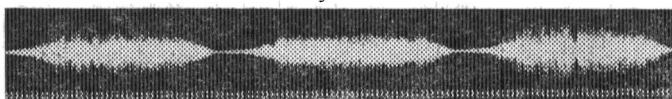
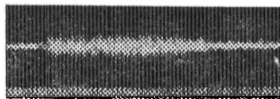


Рис. 7. Фрагмент сигнала бедствия скворца.

ленной частоте. Высота всплеска показывает роль этой частоты в голосе: чем она значительнее, тем выше соответствующий ей всплеск.

Специальный прибор — самописец уровня рисует уровеньграмму, характеризующую изменение амплитуды сигнала, или, как говорят, кривую амплитудной модуляции.

И наконец, наиболее важный и часто используемый при изучении голоса животных прибор — сонограф выявляет в виде сонограммы сразу несколько важных параметров. Сонограмма показывает общую структуру, общий рисунок песни, составные части — слоги, их длительность и интервалы между ними. И самое главное — изменение, модуляцию частоты в слогах. Именно этот параметр является очень важным признаком, характеризующим голос птиц, придающим ему специфические свойства.

Мы уже многое знаем о голосе скворца — его значение,

его акустическую структуру. Теперь интересно выяснить, какую же роль играют отдельные параметры голоса, отдельные слоги. Одинаковую ли для всех или каждый выполняет свои функции, одни из которых более важны для голоса, другие — менее? В последнем случае отсутствие одних слогов будет непоправимой потерей, отсутствие других почти не скажется на биологическом значении сигнала.

Для того чтобы ответить на этот вопрос, мы должны вернуться к экспериментам с живыми скворцами. Воспроизведем им магнитофонные записи голоса, искусственно измененные нами. В одной записи песня будет укорочена, в другой — удлинена. В одной записи будут вырезаны отдельные слоги, в другой добавлены. В одной записи песня будет передвинута в

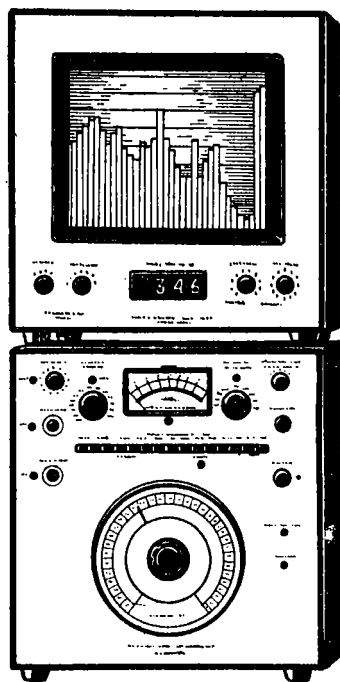


Рис. 8. Спектрометр — прибор для анализа спектральных характеристик сигнала.



область более высоких частот, в другой — в область более низких, конечно, с сохранением общего рисунка песни.

Современная электроника дает нам возможность бесконечно деформировать сигнал, варьировать его параметры. Как же будут реагировать на эти звуки живые скворцы? Если все параметры голоса одинаково важны, то любая деформация сигнала приведет к тому, что он потеряет для скворцов свое значение. Он перестанет быть сигналом, и птицы не будут реагировать на него.

Однако опыт показывает, что одни изменения, которые мы вносим в сигнал, оказываются пагубными для него, и для скворцов такой сигнал становится безразличным, другие же изменения почти не влияют на его сигнальные функции, и скворцы реагируют на него так же, как на неповрежденный. Следовательно, в первом случае мы затронули важные параметры, связанные с биологическим значением сигнала. Разные животные неодинаково «чувствительны» к подобным изменениям их сигналов. Это зависит от того, какую ступеньку эволюции занимают животные, каким уровнем развития высшей нервной деятельности обладают. У насекомых и лягушек мы обнаружим одни «неприкасаемые» параметры сигналов, у рыб — другие, у птиц — третьи, у млекопитающих — четвертые. Например, в звуках саранчовых и кузнечиков такими параметрами являются общая форма звуковых импульсов, а также скорость изменения их переднего фронта, в голосе некоторых лягушек — спектральная характеристика в определенной полосе частот. У птиц и млекопитающих картина будет совсем иной.

Чем выше уровень организации нервной системы, чем сложнее структура звукового сигнала и способы кодирования информации в нем, тем — как это ни странно — сигналы менее чувствительны к деформации.

В некоторых сигналах птиц «неприкасаемыми» оказываются всего один-два параметра, не допускающие никаких искажений. В большинстве случаев у них должны быть затронуты многие параметры, чтобы голос полностью потерял свое сигнальное значение.

Какой же биологический смысл имеет это явление?

Почему птицы не так чувствительны к изменению сигнала, как, например, лягушки? Разве для птиц не важна надежность передаваемой информации, ее точная направленность адресату? Конечно, важны. Но сигналы лягушек

выполняют в основном видоопознавательные функции, тогда как сигналы птиц, кроме функции опознавать себе подобных, выполняют еще и множество других.

Голос лягушек позволяет определить видовую принадлежность, и только. Понаблюдаем за лягушками весной у пруда, где они спариваются. Самец охватывает лапками самку. Схватенная самка издает крик. Если она принадлежит к другому виду, схвативший ее самец определяет это по голосу, его хватка ослабнет, он выпустит самку. Спаривания не произошло. Голос выполнил свои опознавательные, изолирующие функции.

У птиц с помощью голоса определяется не только видовая принадлежность, но и принадлежность к определенной популяции, определенной семье и, наконец, индивидуально каждая особь.

Эта сложная система опознавания достигается изменчивостью не одного, а многих параметров. Следовательно, большая изменчивость параметров голоса птиц есть важная приспособительная черта, отражающая более разнообразные и широкие функции голоса, его возросшую роль в общении.

Герхард Тильке, сотрудник орнитологической станции Радольфцель (ФРГ), создал методику, позволяющую исследовать биологическое значение голоса. Впервые он применил эту методику около 20 лет назад при изучении двух близких видов, внешне почти неразличимых и поэтому называемых видами-двойниками, — короткопалой и обыкновенной пищух. Оказалось, однако, что их голоса хорошо различаются, и именно эти различия имеют для видов опознавательное значение. Герхард Тильке с помощью своей методики выявил параметры, имеющие в изоляции этих видов решающее значение. Разработанную им методику он назвал «звуковыми ловушками». Сейчас ее широко используют для изучения голоса не только птиц, но и других животных.

Изучение реакции животных на голос, воспроизводимый с магнитофонной ленты, имеет большое практическое значение. Эту методику широко используют при поисках и выявлении новых акустических сигналов, позволяющих управлять поведением животных. С помощью этой методики установлено, как мы уже говорили, эффективное отпугивающее действие некоторых сигналов птиц — крика бедствия (этот крик издает птица в руках человека), предупреждающего крика, крика тревоги, крика взлета и

ряда других. Специальные наборы этих криков, предварительно опробованных и скомпонованных в магнитофонных записях, используют для отпугивания скворцов, грачей, чаек и других птиц.

## СПОСОБЫ ИЗЛУЧЕНИЯ И ВОСПРИЯТИЯ ЗВУКОВ

Как животные воспроизводят звуки? Среди разнообразных приемов, которыми они пользуются, существуют два основных способа.

Первый называется инструментальным или механическим и заключается в том, что для производства звуков используются любые части тела, кроме тех, которые связаны с дыхательной системой.

Дятел барабанит по стволу сухого дерева — он производит звуки инструментальным способом. Заяц стучит лапами о сухой субстрат — он производит инструментальные звуки. Насекомые двигают лапками или надкрыльями друг о друга, краб стучит клешней о панцирь — варианты бесконечно разнообразны, в каждой группе животного мира свои.

Настоящий голос в отличие от инструментального требует использования воздушной струи, поэтому он связан с дыхательной системой. На пути воздушной струи устанавливаются ограничители — мягкие или жесткие. Их вибрация при прохождении воздуха сопровождается излучением звука. Настоящий голос достигает наибольшего развития у высших позвоночных. Звуки, излучаемые дыхательным способом, очень многообразны. Например, песни птиц, человеческий голос воспроизводятся с помощью дыхательной системы. Таким же способом излучают звуки лягушки, крокодилы, гекконы.

При изучении воспроизводства звуков ученые используют самые совершенные методы — скоростную киносъемку, электроакустические приборы. Для изучения работы голосовых связок человека применяют волоконную оптику, позволяющую сфотографировать положение голосообразующих органов в разные моменты звукообразования. Несмотря на это, многие вопросы голосообразования остаются пока неисследованными.

Наши знания о голосах животных были бы неполными, если бы мы не рассмотрели другое звено цепи общения — восприятие звуков, излучаемых животными. Изучение

механизмов восприятия голоса — один из наиболее важных разделов биоакустики. Почему?

Некоторое время назад ученые обратили внимание на то обстоятельство, что далеко не все звуки, излучаемые животными, воспринимаются их собратьями. Например, в голосах мелких птиц много ультразвуковых частот, тогда как верхний порог их слуховой чувствительности, как правило, не превышает 18 кГц.

Существуют животные, у которых есть голос, но отсутствует слух (или по крайней мере он неизвестен). Так, например, с достоверностью не установлено восприятие собственного голоса у моллюсков, иглокожих, пауков, скорпионов, сольпуг и т. д.

Таким образом, воспринимающая система является тем своеобразным контрольно-пропускным пунктом, который фильтрует звуковую среду, обеспечивая использование животным лишь определенных ее компонентов. И, следовательно, изучение слуха показывает нам, какая часть звуковой среды, какие параметры голоса животное воспринимает.

Для изучения слуха применяют в основном следующие методики:

1) условнорефлекторные, использующие в качестве условного раздражителя звуки различных параметров, а в качестве безусловного подкрепления — пищу (пищевые рефлексы) или электрический ток (оборонительные рефлексы);

2) электрофизиологические — о свойствах слуховой системы судят по тем электрическим реакциям, которые с помощью электродов регистрируются в разных ее отделах в ответ на действие звука.

С помощью этих методик ученые установили диапазон слухового восприятия животных. Для комаров он оказался равным 0,15—0,55 кГц, для гольянов — 0,025—7 кГц, для лягушек — 0,03—15 кГц, для кайманов — 0,02—6 кГц, для аллигаторов — 0,05—4 кГц, для гекконов — 0,1—9 кГц, для голубей — 0,2—12 кГц, для скворцов — 0,1—28 кГц, для обезьян — 0,02—22 кГц.

Способность различать частоты у гольяна оказалась равной 6%, у певчих птиц — 3%, у попугая — 0,3%.

Как же устроены у животных органы, воспринимающие звук?

В разных группах по-разному. У насекомых слуховые органы бывают нескольких типов. Самые простые имеют

вид длинного волоска, соединенного с нервной клеткой. Более сложные представлены комплексом из четырех клеток. Слуховые органы кузнечиков и сверчков располагаются в голених передних ног, открываясь наружу двумя мембранами, в полости между которыми лежат звуковоспринимающие клетки. У бабочек и цикад слуховые органы находятся в груди или первом сегменте брюшка.

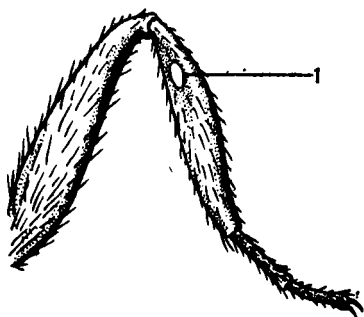


Рис. 9. «Ухо» сверчка — отверстие слухового органа (1), расположенного на передней ноге.

Рыбы воспринимают низкие звуки с помощью боковой линии, а более высокие — внутренним ухом, расположенным в заднебоковой части головы. В воде тело рыбы прозрачно для звука, что делает ненужным наружное ухо и среднее ухо, проводящие звуки к рецепторной клетке в воздушной среде.

В воздушной среде звук отражается от тела, и для его поглощения нужны специальные приспособления. У амфибий эти приспособления появляются в виде барабанной перепонки — тонкой и нежной мембраны, хорошо поглощающей звуки. Но для птиц и млекопитающих, слух которых еще более обостряется, одной барабанной перепон-

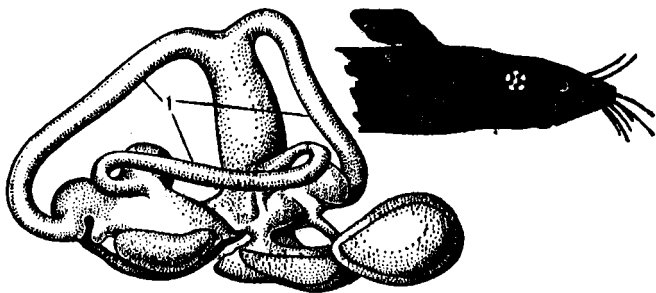
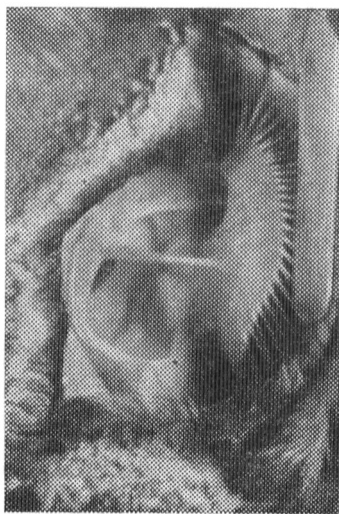


Рис. 10. Расположение и устройство внутреннего уха у рыб: 1 — лабиринт и полукружные каналы.



*Рис. 11. Наружное ухо совы (наружная складка отвернута в сторону, виден слуховой проход).*

ки оказывается недостаточно. Возникает необходимость в дополнительном отделе, который фокусировал бы звук на барабанную перепонку, а заодно и защищал ее от повреждений, ведь обострение слуха связано с ее утончением. Появляется наружное ухо в виде кожной раковины у млекопитающих и перьев специальной структуры у птиц. Одновременно совершенствуется и внутреннее ухо, превращаясь в длинную извитую улитку, снабженную сложным воспринимающим аппаратом — кортиевым органом.

## **У КАКИХ ЖИВОТНЫХ ЕСТЬ ГОЛОС**

Все ли животные издают звуки? Нет, не все. Например, среди простейших, губок, кишечнополостных, червей, мшанок, оболочников, головохордовых и некоторых других до сих пор не обнаружено ни одного представителя, который издавал бы звуки. Пока еще мы не вправе утверждать, что их нет. Сравнительно недавно среди моллюсков и иглокожих, которых длительное время относили к безголосым животным, найдены виды, способные издавать звуки. Поэтому, говоря об отсутствии голоса у представителей той или иной группы животных, мы должны учитывать, что этот вывод отражает уровень наших знаний на сегодняшний день. А мы знаем еще далеко не все. История изучения голосов животных так коротка!

Еще каких-нибудь сто лет назад подводный мир считался абсолютно безмолвным. Затем появились первые сообщения о голосе раков и рыб. А сейчас уже никому не придет в голову считать водных обитателей лишенными голоса, а водную среду менее озвученной, чем суша. Наука развивается, и многое из того, в чем ученые были

уверены вчера, сегодня ставится под сомнение или даже отвергается.

И все-таки утверждение, что безголосость в животном мире встречается часто, вряд ли будет опровергнуто. Хотя список обладателей голоса, несомненно, возрастет. Уже сейчас мы можем включить в него множество животных.

**Моллюски, иглокожие, ракообразные.** Моллюски не имеют специальных органов голосообразования. Однако некоторые из них, принадлежащие к отряду *Dysodonta*, способны производить разнообразные звуки — щелчки, треск, скрипы и т. д.

Замечено, что, натягивая или обрывая нити биссуса, с помощью которых мидии прикрепляются друг к другу или к водным предметам, можно вызвать резкие щелчки. Перемещаясь в колонии в поисках лучшего положения для фильтравания, мидии закрепляют ножку на соседнем предмете и натягивают биссус, издавая при этом характерные звуки малой длительности и высокой амплитуды. Их основная энергия располагается в области 1—4 кГц, а форма имеет импульсный характер (рис. 12).

Усоногий рак, называемый морским желудем или баланусом, издает звуки трением клювообразного выступа о створки жаберной крышки. Длительность его резких щелкающих и скрежещущих звуков достигает 1—3 мс при амплитуде 70 дБ. Баланусы могут издавать и низкие ритмичные звуки, когда двигают своим придатком, а также звуки, напоминающие скрипение двух половинок сухой резины, — когда створки жаберной крышки и гребенчатый наружный покров смещаются друг относительно друга. Звуки баланусов, как и мидий, имеют импульсный характер, их сонограммы похожи друг на друга по форме.

Скопления мидий и баланусов могут издавать довольно сильный шум, который напоминает непрерывный треск, то усиливающийся, то затихающий. Установлена зависимость интенсивности звучания от освещенности и температуры, от времени суток.

«Хоры» баланусов впервые описал гидробиолог Джонсон в 1943 г. в порту Сан-Диего. В Средиземном море баланусы обитают на расстоянии 13—16 км от берега, создавая в этой зоне значительный акустический фон.

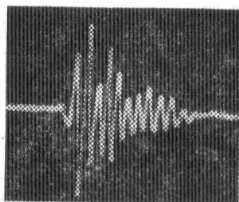
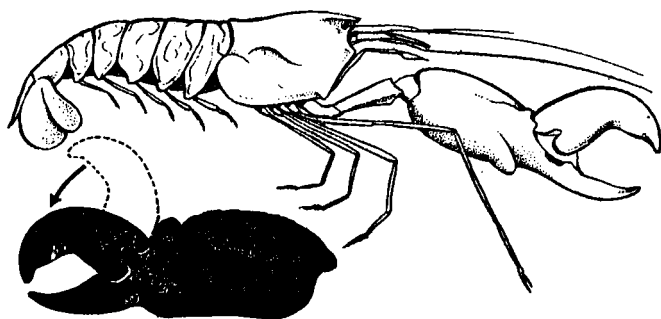


Рис. 12. Осциллограмма одиночного щелчка, изданного черной мидией.



*Рис. 13. Механизм звукопроизводства у рака альфеуса (схема).*

«Хоры» мидий записывают в районе прибрежных рифов, на глубине около 12 м, где эти моллюски живут.

Способность иглокожих издавать звуки установлена недавно. В районах скалистых рифов вблизи побережья Новой Зеландии гидробиолог Р. Тийт записал звуки, напоминающие треск мяса, жарящегося на раскаленной сковороде. Частота записанных звуков охватывает диапазон 0,03—5 кГц. Интенсивность шума возрастала перед восходом и особенно после захода солнца. Источником звуков оказались морские ежи, обладающие аристотелевым фонарем — особым органом, связанным с жевательными и дыхательными функциями. Пять известковых пластин и зубов аристотелева фонаря, проходящие через ротовое отверстие, двигаясь относительно друг друга, издают звуки, усиливающиеся за счет резонанса внутренней полости. Шевеля иглами, ежи издают слабое потрескивание. Биологическое значение звуков иглокожих неясно.

Ракообразные издают звуки смыканием пальцев клешней, это было известно с 1795 г. В 1868 г. английский натуралист Коллингвуд описал механизм производства звуков раком-щелкуном. Этот небольшой — длиной до 10 см — представитель десятиногих раков (декапод) широко распространен на тропических и субтропических мелководьях на глубине 20—50 м. У нас он встречается в Японском и Черном морях.

Органом производства звуков является одна клешня, увеличенная по сравнению с другой и имеющая особое строение. На внутренней поверхности подвижного пальца есть выступ, который, опускаясь, входит в соответствующую



щую впадину на неподвижном пальце. Звук, вызванный смыканием и размыканием пальцев, напоминает хлопок пробки, вылетающей из бутылки. Длительное время частотный диапазон этих звуков ограничивали 3—15 кГц. В настоящее время в голосе шелкунов найдены ультразвуки частотой до 50 кГц.

Некоторые исследователи сравнивают сильный шум в скоплениях шелкунов, плотность которых достигает 1000 особей на 1 м<sup>2</sup>, с непрекращающейся стрельбой. Во время второй мировой войны трескотня раков-шелкунов создавала помехи в работе акустиков подводных лодок.

Предполагают, что шелкуны издают звуки с целью угрозы или предупреждения. Ультразвуковые «удары», исходящие от скоплений шелкунов, могут оглушать мелкую рыбешку, отпугивать крупную.

Ударный способ производства звуков известен и у других ракообразных. Краб *Calappa*, обитающий у берегов Флориды, в неблагоприятной ситуации ритмично ударяет себя в грудь. Другие крабы стучат клешней по грунту, вызывая характерные звуки и вибрации, которые передаются как сигнал тревоги их товарищам по виду, находящимся поблизости. Сложную систему звуковой сигнализации имеют манящие крабы, делающие норки на тепловодных морских и океанических побережьях выше уреза воды. В целях угрозы и при встрече с самками они издают подобные барабанному бою звуки с частотой 5—7 ударов в секунду, напоминающие шум работающего генератора.

Кроме ударного, ракообразные используют и стридуляционный способ производства звуков, при котором источником звука являются трущиеся поверхности.

В звуковом аппарате лангуста мягкая хитиновая лопасть антенн трется о килевидный выступ нижней части головы, воспроизводя звуки частотой 6—8 кГц. Рыбы реагируют на стрекочущие звуки лангуста, резко отплывая в сторону. Эти звуки, следовательно, имеют отпугивающее значение. У краба *Osurode* гребень среднего членика клещеносной ноги трется о расширенную часть неподвижного пальца клешни, издавая звуки, напоминающие пиление. Краб-пискун из Индийского океана издает звуки, касаясь выступом клешни шероховатого гребня глазной орбиты. Голос этого краба напоминает скрипение грифеля о доску. Краб-матута издает стрекочущие звуки трением клешней о край панциря. Каркающие звуки, сменяющиеся звуками сосания, издает рак *Coenobita* с Каролинских островов.

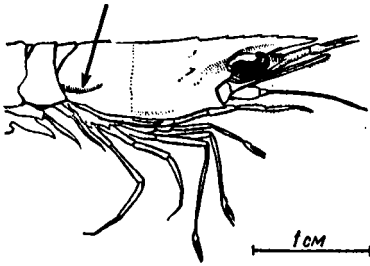


Рис. 14. Звукопроизводящий гребешок на головогрудь креветки.

Функции голоса ракообразных изучены недостаточно. Известны сигналы, выполняющие видоопознавательные функции, привлекающие самок к самцам своего вида и сопровождающие спаривание. У некоторых видов описаны территориально-агрессивные сигналы (сигнал сбора, предупреждающий сигнал и др.). Крабы,

помещенные в воду с небольшим количеством формалина, издают сигнал дискомфорта, ударяя клешней о грудь.

Для ракообразных известен и сигнал протеста, издаваемый взятыми в руки животными.

**Паукообразные.** Среди паукообразных голосом обладают немногие представители, принадлежащие главным образом к отрядам скорпионов, сольпуг и пауков.

Паукообразные производят звуки преимущественно стридуляционным способом за счет трения одна о другую двух близко расположенных и покрытых выступами (шипиками, бугорками, щетинками) поверхностей. Некоторые пауки производят звуки, ударяя о субстрат кончиком брюшка. Таким образом, паукообразные пользуются инструментальным, или механическим, способом голосообразования. Дыхательный способ производства звуков для представителей этого класса неизвестен.

Характерным голосообразующим аппаратом обладают скорпионы. У скорпиона *Heterometrus* это поле щетинок, по которым движется высокий длинный зубец. У другого вида — *Opisthophthalmus* — голосообразующий аппарат располагается в месте контакта хелицеры и панциря головогрудь и представлен щетинками и высокими зубцами, трение которых создает звук. У некоторых скорпионов аппарат голосообразования занимает узкую часть брюшка.

Сольпуги *Galeodes* производят звуки с помощью бугорков и зазубрин, располагающихся на внутренней поверхности хелицер.

Различные виды пауков используют для производства звуков бугорки, шипики, ребрышки, жесткие щетинки на хелицерах, педипальпах, на тазике и брюшке, нередко в области сочленения брюшка и головогрудь.

Биологическое значение издаваемых паукообразными звуков изучено слабо. Для пауков известны сигналы спаривания, выполняющие отчасти и видоизолирующие функции. Скорпион в руках издает сигналы протеста.

**Многоножки.** Звукообразующие органы многоножек работают, как и у паукообразных, по стридуляционному принципу, воспроизводя звуки механическим способом — трением участков кутикулы, снабженных различными придатками. Органы такого типа располагаются у одних видов на половых придатках, у других — на ходильных ногах. Биологическое назначение звуков, издаваемых многоножками, почти не изучено. В руках они издают характерные сигналы протеста.

**Насекомые.** Среди насекомых голосообразующими органами обладают представители большинства отрядов. Эти органы делятся на стридуляционные (звук производится трением подвижно сочлененных участков кутикулы), тимбальные (звук производится за счет вибрации специальных мембран), пневматические (звук производится продуванием воздуха через дыхальца или полость хоботка), ударные (звук производится ударами частей тела друг о друга или субстрат).

Наибольшее распространение, однако, имеют стридуляционные органы. Они могут находиться практически в любых частях тела; в зависимости от месторасположения выделяют 25 типов этих органов.

Клоп *Coranus* производит звуки, царапая концом хоботка зазубренную поверхность между основаниями передних ног. Укороченная задняя нога личинок жука *Pasalus* превратилась в гребешок, производящий звук при движении по нему зазубренной поверхности. На средне-спинке жуков-усачей имеется ребристая поверхность, по которой скользит задний край переднеспинки. Задние края передних крыльев кузнечиков и сверчков загнуты на спину, налегая друг на друга. Одно из них имеет острый кантик, другое — зазубренную поперечную жилку. Трение кантика о жилку вызывает звук. Стреколучие звуки саранчовых производятся движением бугорков, расположенных вдоль внутренней поверхности бедра, по жилке переднего крыла. Муравьи *Murgica* и *Rogonomurgex* производят звуки движениями передних сегментов брюшка. У бабочек *Oegosega* и *Musurgina* передний край ног движется по краю крыла, видоизмененному в гофрированное поле.

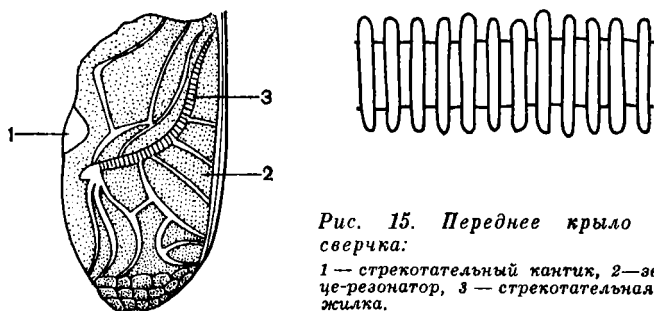


Рис. 15. Переднее крыло самца сверчка:

1 — стрекотательный кантик, 2 — зеркальце-резонатор, 3 — стрекотательная жилка.

Стридуляционные органы прямокрылых способны производить звуки с интенсивностью 50 дБ на расстоянии 10—20 см. Верхняя граница частотного диапазона голоса саранчовых и кузнечиковых достигает 90 кГц, голоса сверчка — 4,5 кГц.

В первом сегменте брюшка многих цикад, бабочек, клопов и других насекомых располагаются так называемые тимбальные аппараты голосообразования. Они состоят из выпуклой гофрированной мембраны, прикрепленной изнутри мощной тимбальной мышцей. При сокращении этой мышцы мембрана прогибается внутрь, а при расслаблении мышцы возвращается в исходное положение, излучая при этом два резких щелчка.

Призывная песня обитающей на юге нашей страны *Cicada opni* содержит «пульсы» из 12—15 колебаний общей длительностью 4,4—5 мс, повторяющиеся до 200 раз в секунду. Частотный диапазон охватывает 0,2—9 кГц. Пульсы объединяются в серии, повторяющиеся 3,8—5,4 раза в секунду с интервалом 0,1—0,16 с.

Крупные тропические цикады с помощью тимбального механизма могут производить звуки интенсивностью более 100 дБ и частотой до 100 кГц. Диапазон голоса мелких цикад значительно уже и смещен в область более низких частот (1,5—10 кГц).

Пневматический способ производства звуков, при котором используется воздушная струя, в классе насекомых встречается скорее как исключение.

Бражник «мертвая голова» производит звуки частотой 5—15 кГц. У него воздух, всасываемый в глотку, вызывает вибрацию твердой заслонки полулунной формы — эпифаринкса. При выбрасывании воздуха из пищевода через

полость хоботка заслонка приподнимается, излучая высокочастотные звуки (до 20 кГц). Интенсивность звуков, издаваемых таким способом, на расстоянии 50 мм от бабочки достигает 65 дБ.

Излучением звука сопровождается выделение пены из специальных желез (у бабочек) или грудных дыхалец (у саранчовых), а также «взрыв» жуков-бомбардиров, при котором из анального отверстия выбрызгиваются содержащие окись азота капли жидкости. Воздух, выпускаемый через дыхальца пчелиных маток, вызывает квакающие звуки.

Ударные звуки производят многие насекомые, стучащие частями тела о субстрат. Ударяют о субстрат головой жуки-щелкуны, ударяют или трутся телом о субстрат жуки-сеноеды, точильщики, личинки шершней, солдаты термитов. Солдаты термитов и некоторые муравьи, синхронно ударяя головой о стенки гнезда и производя звуки частотой 1 кГц, оповещают своих собратьев об опасности.

Ударяют о стенки ходов жуки-точильщики. Личинки шершней царапают ротовым аппаратом стенки ячеек. Веснянки и бескрылые сверчки постукивают по субстрату кончиком брюшка. Некоторые саранчовые производят звуки, стуча по субстрату задними лапками.

Многие насекомые используют для производства звуков вибрацию крыльев и стенок тела, колеблющихся под действием крыловых мышц. Трещат на лету бабочки нимфалиды, кобылки. Различные звуки издают при полете жуки, стрекозы, двукрылые. Звуки полета насекомых располагаются в диапазоне 6—600 Гц. Интенсивность комариного «голоса», измеренная на расстоянии 15 мм, составляет 40 дБ при частоте 0,4 кГц.

Какие же функции выполняют звуки насекомых? По своей биологической роли они делятся на несколько категорий.

Призывные звуки, издаваемые самцами прямокрылых, цикад, двукрылых, клопов, некоторых жуков, привлекают

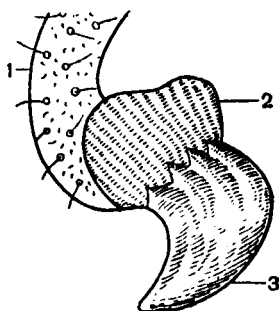
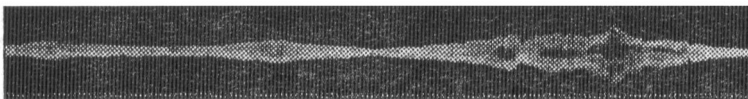


Рис. 16. Звукопроизводящий орган личинки саранчового жука — пассалюса розатого:

1 — бедро, 2 — стрекотательная жилка, 3 — задняя нога.



*Рис. 17. Так выглядит всем известный назойливый писк комара; неравномерность амплитуды объясняется приближением и удалением комара по отношению к микрофону.*

самок. Эти звуки позволяют насекомым опознавать особей своего вида. В некоторых случаях эти сигналы вызывают пение других самцов, регулируя их распределение в поселении. Характеристики призывного пения меняются в зависимости от состояния исполнителя, погодных условий, освещенности и других внешних и внутренних факторов. У двукрылых (комары) звуки полета самок оказывают привлекающее действие на самцов.

Ответные сигналы издают самки клопов, цикадок, саранчовых, кузнечиков,двигающиеся по направлению к поющему самцу и отвечающие на его призывное пение.

Сигналы спаривания (копуляционные) насекомые издают непосредственно перед спариванием, во время и после спаривания. Эти сигналы выражены у прямокрылых (саранчовые, сверчки), цикад, жуков, клопов, двукрылых. Они выполняют видоизолирующие функции, побуждают самок к спариванию, способствуют удержанию самки во время спаривания, а у некоторых видов — после спаривания. Издаваемые самцами, эти сигналы свидетельствуют также о готовности к спариванию. У саранчовых специальные звуки обслуживают все основные фазы полового ритуала и в связи с этим имеют специальные названия — чередующееся пение, поисковый сигнал, сигнал триумфа. Как и у других насекомых, эти звуки у саранчовых активизируют самку и синхронизируют половое поведение обоих партнеров при спаривании.

Территориальные сигналы регулируют размещение насекомых в естественных сообществах и поэтому имеют важное значение в их жизни. Специфические сигналы сбора привлекают особей обоих полов. Благодаря этим сигналам создается и поддерживается определенная плотность популяции. У цикад этот сигнал представлен коллективным пением (хор). У комаров и саранчовых для этой цели служат звуки полета. Сигналы издают не только самцы и самки, но и личинки. Сигналы сбора собирают насекомых с определенной территории. Предупреждаю-

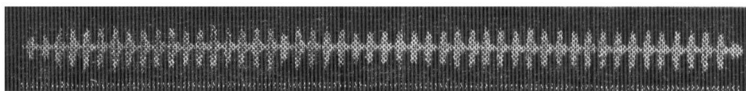


Рис. 18. Осциллограмма трелевых звуков медведки, которые насекомое производит, находясь в норке. Длительность фрагмента около 1,5 с.

щие сигналы удерживают насекомых на определенном расстоянии друг от друга. У саранчовых характер сигнала зависит от расстояния между особями: сближение особей вызывает более интенсивное пение с более короткими импульсами.

Агрессивные сигналы издают самцы, сблизившиеся на недопустимо близкое расстояние, в ответ на нарушение территориальных границ или на появление другого самца около самки. Звуки агрессии сопровождают территориальные конфликты и активную борьбу соперничающих самцов.

Сигналы протеста не используются для общения и не издаются при столкновениях с собратьями по виду. Их издают цикады, жуки, прямокрылые в руках человека.

Особое место в звуковой сигнализации насекомых занимают разнообразные и сложные звуки термитов, пчел, муравьев и ос. У этих общественных насекомых известно

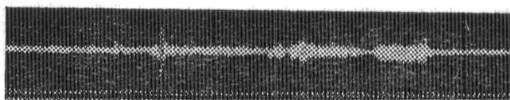


Рис. 19. Осциллограмма звуков протеста соснового усача *Cyrtoclytus carpae*.

несколько сигналов. Звуки тревоги они издают при постороннем вмешательстве в жизнь семьи. Некоторые муравьи издают звуки бедствия, если их присыпают землей и не дают возможности передвигаться. У пчел звуковые сигналы имеют пищевое значение и связаны с коллективными поисками источника пищи.

**Рыбы.** Рыбы находятся в иной звуковой среде, других акустических условиях, чем наземные животные. Водная среда является значительно более жесткой в акустическом отношении, чем воздушная. Скорость распространения звука в воде в четыре раза выше, чем в воздухе. Звуки,

возникающие при движении рыбы вследствие обтекания ее тела струями, при захвате и перетирании пищи, высокоинтенсивны и служат для рыб сигналами общения.

Акустические свойства водной среды позволяют рыбам с большой эффективностью использовать механические способы звукоизлучения. Среди них особое место занимают так называемые гидродинамические звуки, возникающие при бросках рыб, резких поворотах и других движениях. Эти звуки различаются у разных видов, что позволяет использовать их при поисках скоплений промысловой рыбы. Низкочастотные звуки, возникающие от перемещения слоев воды и волн сжатия, звуки, вызываемые сокращением мышц, хрустом сочленений скелета, стуком жаберных крышек, имеют ритмичный характер и напоминают у леща хрипы, у кильки — гудение, у морского карася — щелчки. Звуки движения косяка ставриды располагаются в диапазоне частот до 5 кГц, других рыб — 0,02—5 кГц. Излучение звуков сопутствует захвату пищи и другим ситуациям в жизни рыб. Например, у некоторых рыб полностью «озвучен» акт питания, включая захват пищи, ее перетирание и т. д. У крупных хищников захват добычи сопровождается гидродинамическим ударом, вызванным резкими движениями жаберных крышек и ротового аппарата. Частота звуков захвата у змееголова, бросающегося на мелкую рыбешку с небольшого расстояния, достигает 5 кГц, звуки захвата другой хищной рыбы — судака имеют диапазон до 5 кГц с основной частотой 1 кГц.

В целом звуки захвата имеют низкочастотный характер, их основная частота приходится на диапазон ниже 1 кГц.

Звуки питания мирных рыб напоминают причмокивание и засасывание, иногда чавканье, а у зеленушек, например, цоканье. Основная частота этих звуков составляет 0,2—4 кГц. Звуки, возникающие при захвате зеленушками гаммарусов, можно слышать над аквариумом невооруженным ухом.

Захват насекомых мелкими окунями сопровождается звуками, напоминающими одиночные или двойные удары. Звуки перетирания пищи, возникающие при трении глоточных или челюстных зубов и напоминающие скрежет или хруст, охватывают полосу частот от 0,05 до 20 кГц. Зависят они и от поедаемой пищи. Поедание мелких беспозвоночных, снабженных хитиновыми образованиями, сопровождается особенно сильным звучанием.



Широко распространен способ производства звуков трением элементов скелета. Так, рыба-луна, спинорог и иглобрюх в качестве источника звука используют челюстной аппарат — у них трутся друг о друга костные пластинки челюстей. Имеющие ударный характер низкочастотные звуки индийского вьюна вызывают трение косточек веберова аппарата, контактирующих с плавательным пузырем. Рыбы-клоуны издают звуки путем смещения подвижных сочленений черепа и позвоночника.



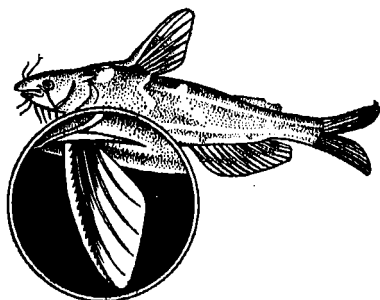
*Рис. 20. Осциллограмма «цоканья» захватывающих и перетирающих пищу рыб зеленушек.*

Морские коньки, звуки которых, напоминающие треск лопнувшего стакана, можно слышать невооруженным ухом из аквариума, тоже используют для производства звуков подвижные сочленения позвоночника и черепа.

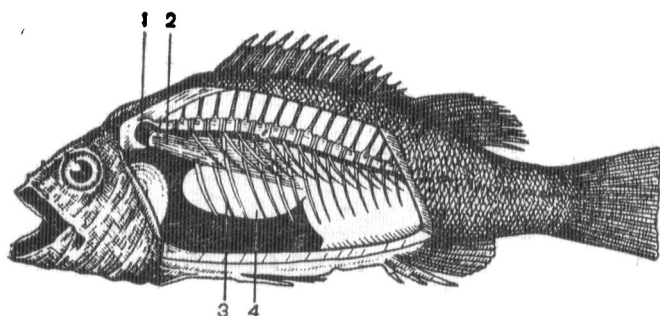
Двигая назад и вперед свободные жесткие лучи плавников, многие рыбы издают свистящие и скрипящие звуки. Такой специализированный орган звукоизлучения, называемый «запирающим механизмом», имеется на грудном плавнике амурской касатки-скрипуна, издающей резкие высокочастотные скрипы (до 8 кГц, с основными частотами 2,5—3,5 кГц). Звуки касатки-скрипуна состоят из 2—3 отдельных импульсов длительностью 0,06—0,1 с, разделенных интервалом в 0,5 с.

В отличие от касатки-скрипуна, «запирающий механизм» южноамериканского сома, производящего свистящие звуки, и спинорога представлен жесткими свободными лучами не грудного, а спинного плавника.

Способ производства звуков с помощью «запи-



*Рис. 21. «Запирающий механизм» амурской касатки-скрипуна состоит из видоизмененных лучей грудного плавника.*



*Рис. 22. Звуковой орган японского ерша:*

*1 — боковая затылочная кость, 2 — барабанная мышца, располагающаяся по обе стороны плавательного пузыря, 3 — ребро, 4 — плавательный пузырь, функционирующий при сокращении барабанных мышц.*

рающих механизмов» плавников относится к стридуляционному и по своему характеру напоминает стридуляционные механизмы некоторых насекомых, в частности кузнечиков и саранчовых. Основные частоты стридуляционных звуков рыб охватывают диапазон 2—4 кГц с максимальным давлением 5—10 бар.

Специфическая особенность рыб — использование для звукоизлучения плавательного пузыря. Заполненный воздухом и помещенный в тело тонкостенный сферический плавательный пузырь рыб является универсальным звукоизлучателем. Колебание его стенок, вызываемое сокращением специальных мышц, ударами или толчками извне, например грудными плавниками, сопровождается излучением в воду звуковых волн.

У зеленушек общее сжатие пузыря происходит при сокращении скелетной мускулатуры. У рыбы-барабанщика и японского ерша сжатие плавательного пузыря и его колебание, вызывающее звук, происходит под действием специальных барабанных мышц, один конец которых прикрепляется к стенке плавательного пузыря, другой — к боковым затылочным костям черепа (у японского ерша) или к другим элементам скелета. Сокращение барабанных мышц вызывает одиночные удары барабанного типа основной частоты 0,075 и 0,15 кГц и общего диапазона 0,05—2 кГц. Аналогичный аппарат звукоизлучения имеется у налима, пикши, триаканта. У триглы, черноморского и каролинского петухов, рыбы-жабы барабанные мышцы нахо-

дятся в тесном контакте с плавательным пузырем, составляя часть его стенки. Звуки, издаваемые черноморским петухом, напоминают кудахтанье и двойной барабанный удар длительностью 0,2—0,3 с с основными частотами 0,4, 1,2 и 1,7 кГц. Спектр голоса каролинского петуха охватывает 0,04—2,4 кГц с основными частотами 0,15—0,75 кГц.

Сростночелюстные рыбы вызывают звучание плавательного пузыря, ударяя плавниками по стенкам тела.

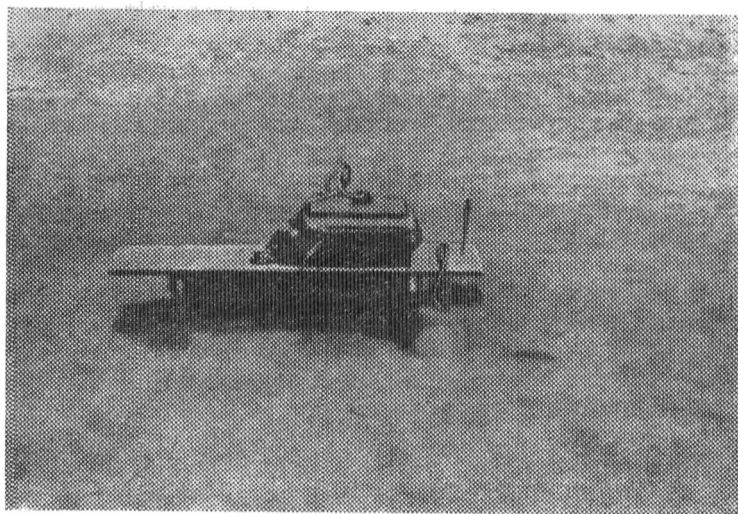
Спинороги щелкают сочленениями грудного пояса, которые близко контактируют с плавательным пузырем, и производят ритмические удары.

Угри и некоторые другие рыбы используют плавательный пузырь как резервуар газа, поставляющего пузырьки воздуха в пищевод или глотку. Продувание таких пузырьков сопровождается излучением звука.

Звуки рыб, издаваемые с помощью плавательного пузыря, напоминают барабанный бой, стоны, карканье, хрюканье. Их частотный диапазон — 0,05—2,5 кГц.

Среди звуковых сигналов рыб выделяют нерестовые, пищевые, агрессивно-оборонительные, групповые.

Нерестовые сигналы характерны для многих видов рыб. Азовский бычок-кругляк в период нереста издает слабое



*Рис. 28. Все приготовлено для записи звуков азовского бычка (его гнездо справа): установлен магнитофон, рядом с гнездом опущен гидрорфон — прибор, аналогичный микрофону.*

кваканье, которое переходит в резкий скрип. Писк самок, подплывших к гнезду самца, в ответ на его голос сигнализирует об их готовности к нересту.

Макроподы, скаляры, акары, гурами и другие аквариумные рыбки издают при ухаживании слабые ударные звуки, оказывающие на самок стимулирующее действие. Голоса окуней, щук, морских петухов, зубариков, терапонов в период нереста на нерестилищах сливаются в хоры, которые облегчают встречу противоположных полов,



*Рис. 24. Звуки ухаживания тилляпии, напоминающие ворчание, длятся около 300 мс.*

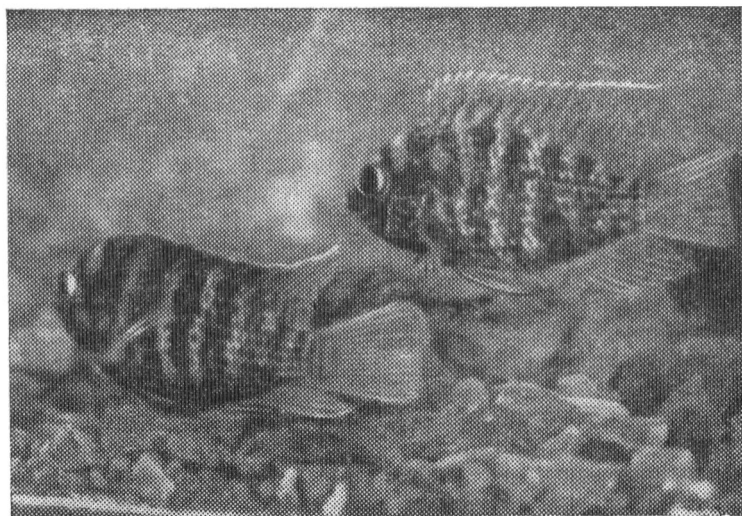
стимулируют созревание самок, служат ориентиром для поиска нерестилищ и т. д.

Агрессивно-оборонительные сигналы рыбы издают в конфликтных ситуациях — при появлении опасности, при защите территории гнезда или потомства. Охраняющий гнездо судак при появлении врагов издает низкие ударные звуки угрозы, которые весьма эффективно отпугивают рыб и лягушек. Азовский бычок-кругляк при охране гнезда, которое он строит под камнями, издает хриплые звуки, похожие на рычание.

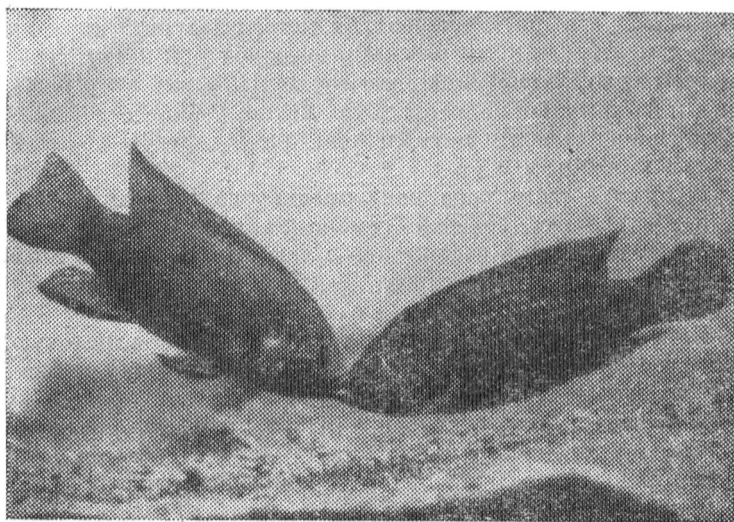
Многие прибрежные рыбы охраняют территорию, используя для отпугивания пришельцев различные звуки. У черноморских губанов и ласкирей эти звуки напоминают громкие одиночные удары.

Оборонительные и предупреждающие сигналы, которые рыбы издают при появлении врагов, служат для других рыб своеобразным сигналом об опасности. Американский морской петух, уплывая от неприятного соседства, издает кудахтающие звуки, на которые откликаются другие петухи. После переключки стая уплывает из опасного района.

**Амфибии.** У амфибий, впервые среди позвоночных вышедших на сушу, в верхней гортани появляется голосообразующий аппарат, который совершенствуется у млекопитающих, достигая у них наибольшего развития и сложности.



*Рис. 25. Акары. Взаимное ухаживание.*



*Рис. 26. Драка самцов хромисов-красавцев.*

У хвостатых амфибий верхняя гортань представлена черпаловидным и перстневидным хрящами, а также специальными мышцами, регулирующими просвет голосовой щели. Некоторые из хвостатых амфибий, в частности амбистомовые, имеют голосовые связки и могут издавать звуки, выдыхая воздух из легочных мешков.

Среди хвостатых амфибий голосом обладают немногие. Гигантская саламандра издает довольно громкое мычание. Мелкие саламандры пищат, амфиумы в раздраженном состоянии свистят мембранозными клапанами жаберной щели, вибрирующими подобно голосовым связкам при продувании воздуха. Амбистомовые производят различные кудахтающие и щелкающие звуки резким раздвижением сомкнутых губ. Так же поступают некоторые саламандры. Безлегочные саламандры, используя вибрирующие клапаны, издают громкие звуки, напоминающие визг.

Большинство хвостатых амфибий, в частности саламандры и амбистомовые, используют звуки в качестве брачного сигнала, в некоторых случаях они воспроизводят их в целях защиты и при бегстве.

Еще более развитыми голосообразующими органами обладают бесхвостые амфибии, у которых перстневидный хрящ превращается в кольцо, а черпаловидные хрящи, находящиеся внутри и впереди от него, смещают гортань вперед между задними рожками подъязычной кости. Движением хрящей управляют четыре пары мышц, открывающие и закрывающие гортанную щель. Пара голосовых связок располагается параллельно краям голосовой щели внутри гортани.

Голосовая щель соединяет преддверие гортани и гортаннотрахеальную полость (гомолог трахеи высших позвоночных), последняя сообщается с легкими через легочные отверстия. Преддверие гортани в своей верхней части открывается в дыхательную щель.

Быстрое перемещение воздуха из легких в ротовую полость и обратно через голосовую щель вызывает вибрацию голосовых связок. В производстве звуков большую роль играют голосовые мешки, эластичные стенки которых могут растягиваться до значительного объема, выполняя роль резонаторов. Звуки производятся при выдохе, но иногда и при вдохе.

Голосовая активность амфибий меняется в течение суток, завися от температуры воздуха и других погодных условий. Существует возрастная изменчивость.

Среди бесхвостых амфибий наиболее развитой звуковой сигнализацией обладают лягушки и жабы. Для большинства из них характерны брачные крики, сигналы освобождения, дождевые сигналы, территориальные сигналы, крики бедствия, предупреждающие сигналы.

Брачные сигналы издают самцы и самки (у некоторых видов только самцы) в период размножения. Крики самцов, собравшихся весной в небольшом водоеме, сливаются в мощный хор. Для зимующих отдельно от самцов самок эти хоры являются ориентиром, позволяющим отыскивать самцов своего вида и удобные для размножения водоемы.



Рис. 27. Фрагмент обычного крика квакши обыкновенной, состоящий из серии пульсов. Длительность около 1,5 с.

Издавая брачные крики, амфибии сильно раздувают голосовой мешок и закрывают рот и ноздри. Воздух перемещается из легких в резонатор и обратно, заставляя вибрировать голосовые связки. Это обуславливает ритмический характер брачного голоса, который у большинства бесхвостых амфибий представлен пульсами различной длительности, повторяемыми с частотой до 10 в секунду и выше (у некоторых жаб до 120). При этом длительность сигнала в целом колеблется от 0,15 (некоторые лягушки) до 20 с (некоторые жабы), а частота — от 0,1 до 15 кГц, причем доминируют частоты 0,5—2,5 кГц. Брачные сигналы имеют видоизолирующее значение — длительность сигнала, частота повторения пульсов и доминирующие частоты хорошо различаются у видов, близких в систематическом отношении, в особенности у тех, ареалы которых перекрываются.

Большое значение в размножении имеет и другой сигнал, называемый сигналом освобождения. В одних случаях он напоминает искаженный брачный сигнал, в других — представляет собой короткие отрывистые звуки. Их можно вызвать искусственно, если схватить двумя пальцами за спину самца, выловленного весной из пруда или лужи. Пытаясь высвободиться из ваших рук, он будет издавать характерный крик.

В природе самец издает крик освобождения, когда его схватывает за спину другой самец, по ошибке пытающийся с ним спариваться. Крик освобождения как бы предупреждает эти попытки. Сигналы освобождения в подобной ситуации издают и самки, отметавшие икру, а также «чужие» самки, принадлежащие к другому виду. В ответ на сигнал освобождения у спаривающегося самца тормозится рефлекс схватывания.

Территориальные сигналы поддерживают распределение животных по территории, обеспечивая оптимальную для вида плотность популяции.

Предупреждающие сигналы издают испуганные животные, спрыгивающие с берега в воду при появлении опасности. Дождевые сигналы лягушек можно услышать в пасмурную погоду в ответ на сильный и внезапный шум. Лягушка, схваченная хищником, издает крик бедствия, резкий и пронзительный.

**Рептилии.** Среди рептилий голосом обладают немногие, но такие представители имеются в каждом отряде. Для воспроизводства звука рептилии используют как инструментальный, механический способ, так и основанный на продувании воздушной струи.

Рев крокодилов, высокий писк гекконов, характерные голоса хамелеонов воспроизводятся с помощью дыхательной системы и голосовых «связок». Верхняя гортань этих животных — основной орган голосообразования — представлена перстневидным хрящом, образующим неполное кольцо, к которому прикреплены черпаловидные хрящи. Перед голосовой щелью располагается невысокая складка — зачаток надгортанника. С каждой стороны слизистая гортани образует две мягкие складки, которые тянутся от основания надгортанника к основанию черпаловидного хряща.

Кайманы издают глухое ворчание, опуская нижнюю челюсть под воду. Начало их рева охватывает основные частоты 3,2 и 6,4 кГц, затем голос понижается до 0,8 и 1,6 кГц. Длительность криков кайманов 0,1 с.

Рев аллигаторов сопровождается фырканьем, хрипением, хрюканьем. Некоторые звуки напоминают своеобразное клокотание. Несколько аллигаторов, собравшись вместе, устраивают «концерты» продолжительностью до 1 мин с интервалом между отдельными пульсами в 5—6 с. Ревающий аллигатор открывает пасть, тогда как во время фырканья она остается сомкнутой.



Некоторые крокодилы, кроме этих звуков, издают громкое шипение.

Многие черепахи, змеи и ящерицы громко шипят, резко выдыхая воздух из легких. В шипении змеи большую роль играет надгортанник, иногда снабженный специальным отверстием. Некоторые змеи уплощают шею, расширяя отделы, выполняющие функции резонаторов.

Черепахи, используя этот способ, издают наряду с шипением квакающие звуки.

Змея-носорог и арizonский аспид издают звуки с помощью клоаки и стенок брюшной полости, движения которых регулирует специальная мускулатура.

Инструментальный способ производства звуков особенно распространен среди рептилий, чаще всего при этом используются чешуя тела и хвост. Сигнальное значение имеют удары хвостом у крокодилов. С помощью хвоста издают звуки гремучие змеи, погремушка которых составлена из видоизмененных чешуй. Потрясенная змея издает слабое потрескивание, служащее предупреждающим сигналом для окружающих. Другая змея — африканский яйцеед с помощью чешуй издает громкое шуршание. Громко шуршат чешуей хвоста сцинкового геккона, когда эта ящерица начинает двигаться определенным образом, изгибая туловище и хвост.

Функции голоса рептилий весьма ограничены. Звуки крокодилов имеют территориальное, агрессивное, призывное и предупреждающее значение, короткие свисты гекконов — территориально-призывное, звуки змей — предупреждающее. Самка нильского крокодила по писку отыскивает кладку и откапывает детенышей.

**Птицы.** Способы звукоизлучения у представителей этого класса очень разнообразны. Прежде всего, это так называемый «настоящий голос», источником которого является нижняя гортань, расположенная на границе трахеи и бронхов. Ее общий вид и детали строения показаны на рисунке 28.

Две пары тонких слизистых мембран (наружные и внутренние голосовые перепонки) и две пары эластичных утолщений (наружные и внутренние голосовые губы) образуют щели, проходя через которые воздух вызывает звук. Звук возникает во время выдоха и вдоха. В нижней гортани птиц имеется четыре источника звука соответственно четырем парам голосовых щелей. Сложное взаимодействие возникающих звуков, формирование «общего»

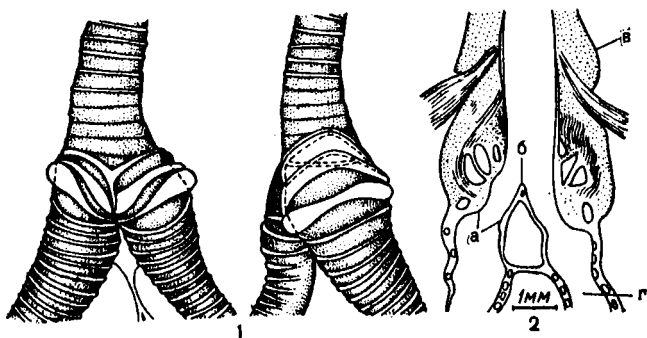


Рис. 28. Нижняя гортань птиц:

1 — общий вид гортани, 2 — гортань в разрезе: а — голосовые губы и перепонки, б — полулунная складка и козелек, в — трахея, г — бронхи.

звукового потока, воспринимающегося нами как единая песня, обеспечивается специальными образованиями, среди которых важную роль играет хрящевой или костный козелек, расположенный в месте соединения внутренних стенок бронхов и оканчивающийся полулунной складкой. Структурной основой нижней гортани птиц являются опорные элементы трахеи и бронхов. В нижней части трахеи некоторых уток сближенные и даже сращенные кольца образуют барабан из нескольких трахеальных колец, хрящевых или костных.

Между трахеей и бронхами находятся бронхиальные полукольца, на внутренней поверхности которых располагаются перепонки и губы, а к наружной прикрепляются голосовые мышцы, обеспечивающие подвижность элементов гортани. Нижняя гортань воробьиных птиц имеет от 5 до 7 и даже 9 пар таких мышц, у попугаев — 3 пары мышц, у тиранновых птиц — 2 пары и т. д. Характерно, что американские страусы, пингвины, бакланы, гагары, поганки, кулики, чайки, кукушки, дятлы, утки, гуси имеют по одной паре голосовых мышц, тогда как казуары, киви, айсты вообще лишены их. Следовательно, мышечный аппарат нижней гортани совершенствовался и подвижность его элементов возрастала по мере того, как эволюция птиц шла вперед.

Использование в качестве основного источника голоса нижней гортани существенно отличает птиц от других наземных позвоночных, у которых эту функцию выполняет

верхняя гортань. Однако нижняя гортань не единственный источник голоса в классе птиц. Верхняя гортань также принимает у них участие в голосообразовании, но участие особое. По своему строению она напоминает овальную подушку с узкой щелью, которая может сжиматься и расширяться, закрываться и открываться действием специальных мышц. Ученые предполагают, что она регулирует звуковой поток, сформированный в нижней гортани, подобно «старт — стоп модулятору», влияя на начальные и конечные фазы звукового сигнала. В некоторых случаях роль верхней гортани становится ведущей. Так, предполагают, что верхняя гортань имеет значение в производстве таких звуков, как шипение лебедей или чuffyканье тетеревов.

Рис. 29. Осциллограмма «чuffyканья» тетерева.



В течение почти двух столетий биологи по аналогии с млекопитающими считали верхнюю гортань основным источником птичьего голоса. Долгое время после этого ее акустическое значение вообще отрицали. Оно было подтверждено в том вспомогательном варианте, о котором говорилось выше, уже в наши дни английским ученым Сорпе.

Помимо верхней гортани, вспомогательными источниками голоса, также расположенными в дыхательной системе птиц и поэтому связанными с «настоящим голосом», служат резонирующие полости. К ним, в частности, относятся костные лабиринты уток, имеющие разнообразную форму и располагающиеся в нижней части трахеи. Трахея является резонатором широкого спектра действия. Ее роль в голосообразовании велика. Есть предположение, что смещение органа звучания в нижнюю часть трахеи позволило птицам использовать более низкие частоты, усиливая их за счет резонанса воздушного столба, заключенного в трахее над нижней гортанью. Тенденция увеличивать длину трахеи или каким-то образом менять объем за счет вдутий и расширений характерна для очень многих птиц.

У журавлей, куликов, куриных, воробьиных трахея удлиняется настолько, что образуются большие петли, которые закладываются под кожу, на поверхность грудных мышц, в киль грудины и т. п. Такие петли встречаются ча-

ще всего у самцов, иногда у самок. У самцов глухарей такая петля лежит плотно по зобу, у лебедей — в киле грудины.

Резонаторами часто служат полости тела, контактирующие с трахеей, многие из которых способны менять свой объем и, следовательно, резонансные свойства. Так, у африканского страуса таким резонатором является передний отдел пищевода, у голубей — расширенный пищевод и т. д. Австралийский страус эму имеет специальные трахеальные мешки, дрофы в качестве резонаторов используют глоточные мешки, а журавли — полости, расположенные в киле грудины.

Специальные мышцы меняют длину трахеи, регулируя ее акустические свойства. Этому же служит и вытягивание шеи вперед и вверх, закидывание головы назад и другие специальные «голосовые» позы.

Птицы производят звуки и инструментальным способом, используя различные части тела. Универсальным источником инструментальных звуков является оперение.

Самцы *Steganura paradisaea* трением рулевых перьев хвоста издаю т жужжащие звуки. Механизм производства звуков напоминает стридуляцию насекомых. Внутренние рулевые перья хвоста подняты над хвостом и повернуты к нему под прямым углом. Средняя пара рулевых с гофрированными краями, вторая от центра пара рулевых имеет зазубренные края. Смещение перьев относительно друг друга вызывает звук.

Свистящий шум, производимый стрепетом при полете, зависит от четвертого махового пера, имеющего глубокую вырезку и жесткий стержень. Самец чибиса издает в полете характерный шум за счет вибрации удлиненных маховых перьев крыла. Хорошо известны бляющие звуки бекаса, которые он издает во время токовых полетов за счет вибрации суженных перьев хвоста (или крыльев, как считают некоторые исследователи).

Козодои и голуби стучат крыльями на лету; трещащие звуки производят петухи, проводя лапой по раскрытому опущенному вниз крылу.

Дятлы барабанят клювом, используя в качестве звучащего инструмента сухую древесину. Их барабанная дробь представляет собой резонансное звучание сухого заостренного сучка, по которому дятел часто ударяет клювом. Характерно, что близкие виды дятлов барабанят с разной частотой.

Наседка в качестве сигнала сбора для цыплят использует стук клювом о субстрат, цыплята реагируют и на стук клювиков друг друга. Петух, призывающий кур к корму, также использует звуки ударов клюва о землю.

Хотя в большинстве случаев инструментальные звуки выполняют те же функции, что и «настоящий голос», дополняя его и помогая ему, иногда они приобретают самостоятельное значение. Так, безголосые аисты используют в общении инструментальные звуки, воспроизводя их с помощью клюва.

Какие же звуки могут производить органы звучания птиц?

В голосе зарянки обнаружены частоты 2—12 кГц, пеньки-теньковки — 2—9,2 кГц, грача — 1—3 кГц, домашней курицы — 0,4—3 кГц, сизого голубя — 0,2—1,6 кГц, синицы-гаички — 1,6—11 кГц, волнистого попугайчика — 1,6—6,4 кГц и т. д.

Интересно сопоставить эти цифры с диапазоном слуха птиц, верхний предел которого достигает у грача 10 кГц, сизого голубя — 12 кГц (оптимальный слух — 1—2 кГц), домашней курицы — 9 кГц (оптимальный слух 0,3 кГц), снегиря — 21 кГц (оптимальный слух 3,2 кГц), зяблика — 29 кГц, скворца — 35 кГц в период размножения, в остальное время — 14 кГц.

Так называемые основные частоты голоса воробьиных птиц, т. е. частоты, несущие максимум энергии, смещены в более высокочастотную область. У грача они располагаются в зоне 1,4—2 кГц, вороны — 1,2 кГц, домового воробья — 3—5 кГц, обыкновенной овсянки — 8 кГц.

Мы видим, что голос мелких птиц (воробей, овсянка) сдвинут в область более высоких частот по сравнению с крупными птицами.

В отношении голоса это связано с малыми размерами нижней гортани, продуцирующей более короткие волны, и с малыми размерами трахеи, резонансные звукоусиливающие свойства которой по этой причине «настроены» на более высокие частоты.

Тенденция же слуха мелких воробьиных видов расширяться за счет высоких частот и смещать туда область наибольшей чувствительности свидетельствует о том, что эта особенность имеет функциональное, биологическое значение. Обладая по сравнению с низкими частотами существенным недостатком — большей поглощаемостью листвой деревьев, высокие частоты имеют преимущества в

кодировании и передаче значительных объемов биологической информации. Для воробьиных птиц с их развитым звуковым общением эта особенность высоких частот имеет принципиально важное значение.

Совпадение диапазонов голоса и слуха не является абсолютным. Между ними всегда имеется разрыв, обусловленный тем, что задачи слуховой системы птицы не ограничиваются восприятием только голосов представителей своего вида. Звуковая среда, окружающая птицу в природной обстановке, очень разнообразна, и многие ее компоненты — не только голоса партнеров по виду — имеют для птицы важное значение. Например, хищникам важно воспринимать голоса своих жертв. Слух совы настроен на голос грызуна, которым она питается, а также на звуки, производимые им при передвижении по субстрату.

Птицам важно воспринимать и правильно реагировать на предупреждающие об опасности голоса своих соседей по биоценозу — особей других видов. Например, тревожный крик сороки или дроздов-рябинников в лесу воспринимают как сигнал опасности многие животные, причем не только птицы, но и млекопитающие. Лес как бы замирает, услышав этот крик. Крик мелких воробьиных птиц «на сову», издаваемый ими при обнаружении ночного хищника в чаще леса, «понятен» многим видам. Этот крик собирает вокруг совы пестрое и разнообразное птичье общество, включающее дроздов, синиц, мухоловок и других лесных обитателей.

Сравнительно недавно в голосе птиц обнаружены ультразвуковые частоты. Прежде всего оказалось, что песни некоторых птиц вообще располагаются в ультразвуковом диапазоне. Например, песню часто содержащихся в клетках мелких ткачиковых из родов *Lonchura* и *Spermestes* человеческое ухо не воспринимает. Вы стоите перед поющей птицей, видите, как она раскрывает клювик, надувает горлышко, но самой песни не слышите.

Большой сенсацией было открытие в песне многих воробьиных птиц — зарянки, сверчка, просянки, зеленушки, серой славки и других — ультразвуковых частот до 50 кГц. Ультразвук в виде слабоинтенсивных составляющих присутствовал в песнях этих видов наряду со слышимыми частотами. Функциональное назначение этих ультразвуков до сих пор остается неясным.

Однако общий частотный диапазон и область основных частот еще не характеризуют голос птиц. Важной его осо-

бенностью является сложный рисунок, создаваемый изменением (модуляцией) частоты и амплитуды во времени. Изумительные, чарующие слух переливы наших лучших лесных певцов создаются именно за счет этого. Особенно сложным рисунком обладает песня, состоящая из многих отдельных элементов, которые орнитологи называют слогами или нотами. В свою очередь и эти элементы объединяются в комплексы — мотивы или фразы. Сочетание нескольких фраз формирует песню.

В песне зарянки, которая длится около 2,2 с, в среднем около 5 мотивов, в каждом из них около 8 нот. Длительность мотива в среднем составляет 0,45 с, ноты — 0,036 с.

Песни зяблика, пеночки-веснички, пеночки-трещотки имеют четкую законченную структуру, в них хорошо различаются начальные и конечные фразы. Можно измерить длительность таких песен: у зяблика — 1,8—2,4 с, у малого мухолова — 3—6,6 с, у каменки — 1—3 с, у обыкновенной пищухи — 1—3 с, у обыкновенной овсянки — 1,8—2,3 с, у пеночки-трещотки — 4—7 с, у иволги — 0,5—0,9 с.

Напротив, песни, например, большой синицы, камышовок, полевого жаворонка, пеночки-теньковки состоят из бесконечного повторения одних и тех же, но различно комбинируемых слогов. В любом месте пение может быть остановлено и с любого места начато снова.

В течение суток болотная камышовка, если сложить время всех ее песен, поет более 9 ч, теньковка — 4,5 ч, зяблик — около 2 ч.

Песня — наиболее интересный и сложный сигнал в звуковом общении птиц, выполняющий не одну-две, как другие сигналы, а одновременно несколько функций. Это уникальное явление в мире животных, эволюционное дости-



Рис. 30. Незатейливая песня желтой трясогузки. Фото В. Михайлова.

жение класса птиц. Характерно, что воробьиные, составляющие около  $\frac{3}{4}$  видов современных птиц, наиболее широко пользуются песней как сигналом общения. Кроме большей длительности (длительность остальных сигналов редко превышает 0,01—0,5 с), песня часто характеризуется значительной изменчивостью своих основных параметров. Отчетливо различаются песни близких видов птиц, популяций, даже отдельных особей.

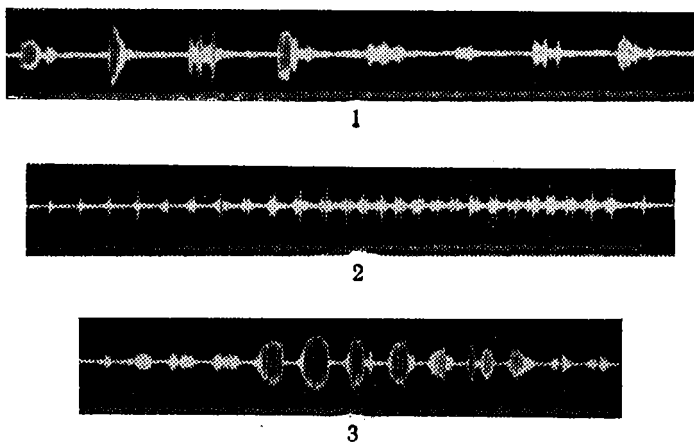


Рис. 81. Фрагменты песенных фраз трех близких видов пеночек: 1 — теньковки, 2 — трещотки, 3 — веснички.

У некоторых видов тропических сорокопутов, у которых поют оба пола (у большинства птиц поют лишь самцы и только изредка — самки, достигшие преклонного возраста), каждый семейный дуэт имеет свои отличительные особенности.

Видовые и индивидуально-групповые различия песни позволяют использовать ее в качестве опознавательного признака. Близкие виды пеночек, внешне так похожие, хорошо различаются по песне. Песня теньковки похожа на звуки капели, трещотки — на треск швейной машинки, характерная песенка зеленой пеночки — на звуки, производимые трущимися друг о друга лезвиями столовых ножей. От голосов этих пеночек также хорошо отличается мелодичная и четко оформленная песенка пеночки-веснички. Эти различия носят наследственный характер.

А что будет, если вы воспитаете птенца в обеззвученной среде? Какой будет его песня, когда он подрастет?



А если его воспитывать в условиях искусственной звуковой среды, создавая ее из голосов видовых партнеров и партнеров по биоценозу?

Используя эту методику, орнитологи показали, что многие особенности песни складываются в индивидуальной жизни, путем заучивания в молодом возрасте. Окружающая молодую птицу звуковая среда оказывает влияние на формирование ее песни. И так как эта среда для каждой отдельной птицы разная, окончательно сформировавшаяся песня приобретает индивидуальные, неповторимые черты.

Однако некоторые особенности звуковой среды одинаковы на значительном пространстве, например, в одном и том же биотопе, в одном и том же ландшафте. Они действуют одинаково на многих птиц сразу, на всю популяцию. Постепенно возникают особенности пения, присущие обитающей здесь группе. Действуя путем обучения на одно поколение за другим, эти особенности приводят к образованию групповых черт изменчивости пения — к образованию локального диалекта.

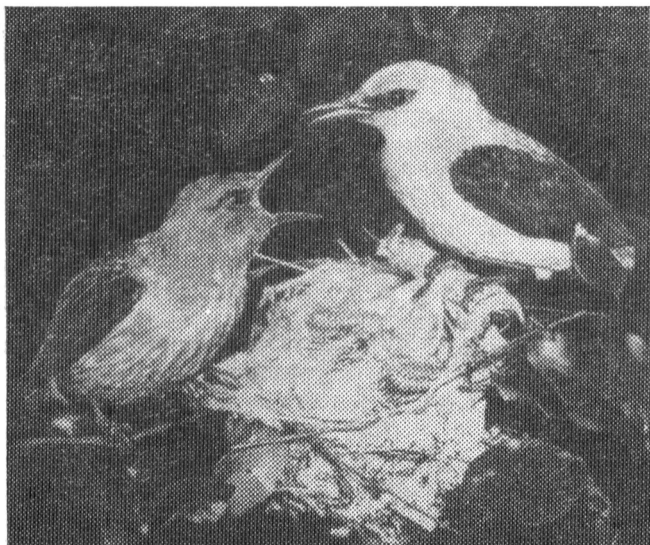
Возникшие однажды, эти диалектные особенности заучиваются молодыми птицами при прослушивании старых и постепенно усиливаются. Но не исключена и обратная ситуация: диалект может постепенно исчезать или меняться.

Примеров диалектной изменчивости пения птиц много. Как показал замечательный советский орнитолог А. Н. Промптов, подмосковные зяблики поют иначе, чем уральские. Голос теньковок, обитающих в Испании, иной, чем у подмосковных. Соловьи в окрестностях Курска славились особенно красивым и благозвучным пением.

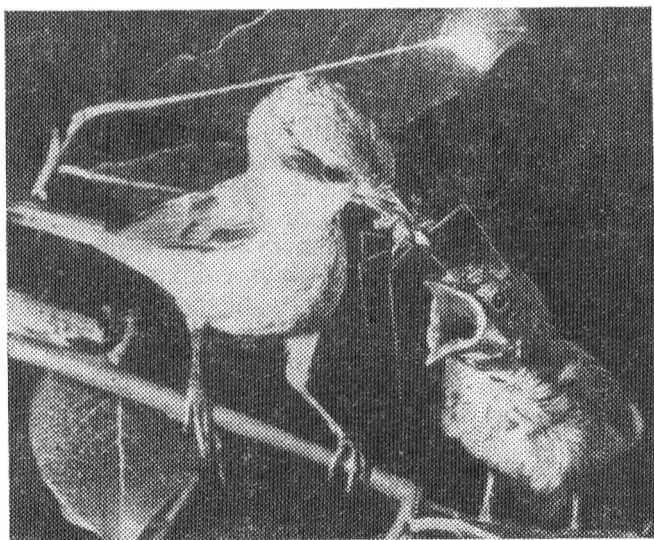
У большинства воробьиных птиц способность имитировать чужие звуки исчезает с возрастом, например у зяблика период обучения кончается в первую весну жизни.

Однако некоторые виды всю жизнь сохраняют способность к имитации звуков.

Скворец легко заучивает самые невероятные звуки из тех, которые слышит: шум и сирену автомобиля, скрежет и скрип тележных колес, гудки паровозов, не говоря уже о голосах различных птиц, обитающих по соседству. Жаворонки, камышовки тоже воспроизводят голоса различных птиц. Кроме воробьиных, великолепными способностями к имитации обладают попугаи. На «чемпионатах», которые проводят любители говорящих попугаев, лучшие пернатые говоруны воспроизводят более 400 отдельных



*Рис. 32. Звуки помогают самцу и самке иволги уладить взаимоотношения на гнезде. Фото М. Штейнбаха.*



*Рис. 33. Славка-мельничек со слетком, издающим звуки выпрашивания. Фото М. Штейнбаха.*

человеческих слов и фраз. Человеческой речи хорошо подражают скворцы, галки, сороки. Говорящие птицы воспроизводят даже оттенки человеческой речи, тонкие особенности произношения.

Кроме опознавательных функций, песня выполняет и многие другие: привлечения самок, маркировки и охраны гнездовой территории, отпугивания других самцов в конфликтных ситуациях и т. д.

Однако песня — лишь один из сигналов (хотя, несомненно, наиболее важный), которыми птицы пользуются в общении между собой.

Различные звуковые сигналы птицы издают и воспринимают, еще находясь в яйце, на последних стадиях насиживания. Уже тогда птенцы общаются с родителями, и между ними устанавливается обоюдная звуковая связь.

Маленькие птенцы запечатлевают голос своих родителей и опознают его. Родители тоже опознают своих птенцов по голосу.

Общее количество звуков, которые воспроизводят взрослые птицы и которые может различать человеческое ухо, достигает десятков и даже сотен. Например, у сериемы их более 150.

Однако птичье общение пока еще недостаточно изучено для того, чтобы оценить функциональное значение большинства из этих звуков. Мы даже не можем с уверенностью утверждать, что все они несут биологическую информацию и используются в общении.

Однако функции некоторых из них известны.

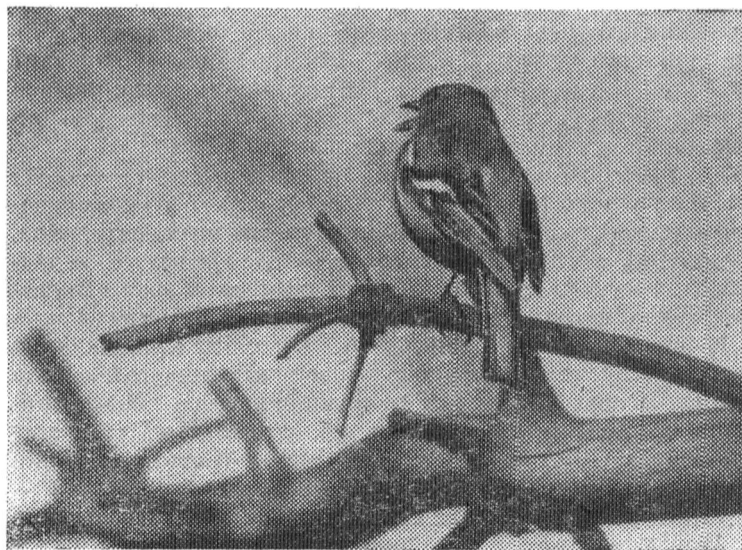
На рисунке 36 изображены сонограммы звуков, издаваемых зябликами в различных жизненных ситуациях. Среди них два варианта песни (А), сигнал взлета, звучащий как «тьюп» (Б), социальный сигнал «чиньк» (В), агрессивный сигнал «бьюз» (Г), сигнал ухаживания «ксип» (Д), сигнал ухаживания «чирп» (Е), сигнал ухаживания «сиип» (Ж), сигнал попрошайничества сидящего в гнезде птенца «тип» (З), сигнал попрошайничества слетка «чируп» (И), сигнал тревоги молодой птицы «тью» (К), сигналы тревоги «сии» (вверху) и «хьют» (внизу) (Л), так называемая подпесня (М).

Как видно из рисунка, звуки зябликов существенно различаются по своим параметрам — длительности, частоте, общему рисунку, характеру частотной модуляции.

В «словаре» овсянки найдено и расшифровано до 14 звуковых сигналов, в «словаре» славок — 14, крапивни-



*Рис. 34. Птенец полярной крачки увидел подлетающего с кормом родителя. Фото В. Михайлова.*



*Рис. 35. Поющий яблук. Фото Ф. Я. Держинского.*

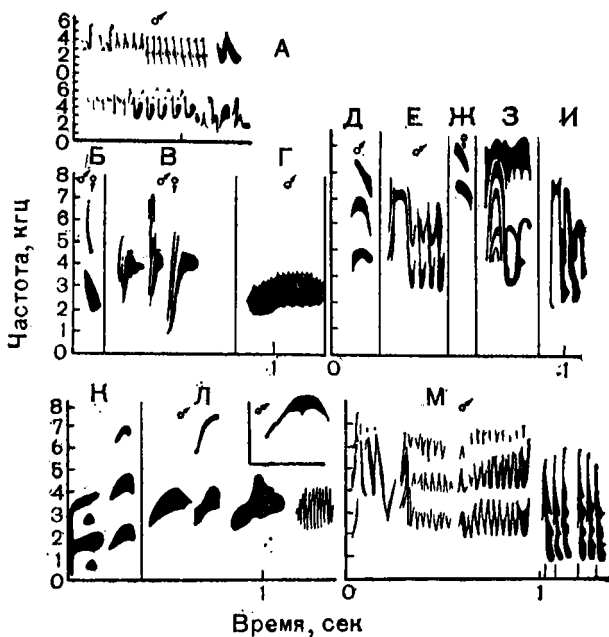
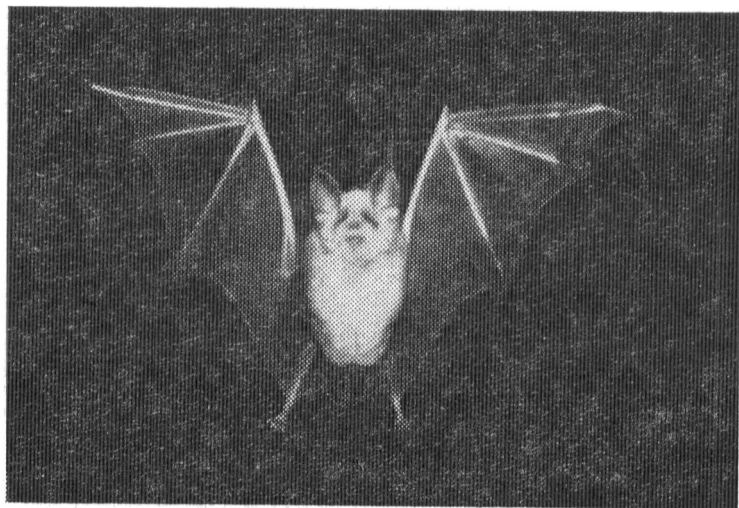


Рис. 36. Сонограмма сигналов яблика.

ка — 12, черного дровда — 14, большой синицы — 20. Однако, оценивая эти цифры, мы должны помнить о том, что они касаются лишь части звуковой сигнализации, всего объема которой мы пока еще не знаем.

**Млекопитающие.** Нет другого класса в мире животных, представители которого обладали бы голосом такого широкого диапазона. Рычание льва напоминает раскаты отдаленного грома. А для того чтобы услышать писк полевки, нужно напрягать слух. Среди млекопитающих есть животные, голоса которых мы вообще не слышим. Это летучие мыши. Они используют звуки для ориентации в пространстве и локация мелких насекомых по принципу эха. Голоса многих летучих мышей (на земном шаре их около тысячи видов) находятся за пределами нашего слуха.

Водные млекопитающие, так же как и летучие мыши, используют звуковое эхо. С помощью звуков лоцируют рыбу дельфины. Известна эхолокация у тюленей.



*Рис. 37. Подковонос, лоцирующий в полете. Фото М. Штейнбаха.*

Голос дельфинов интересен и еще в одном отношении. Он широко используется для передачи сложной и разнообразной информации. «Язык» дельфинов — объект пристального внимания ученых, в настоящее время его активно исследуют в специальных лабораториях многих стран.

Приматы обладают наиболее совершенной и сложной системой звуковой сигнализации.

У млекопитающих, как и у других позвоночных, для производства звуков есть два основных способа: инструментальный, при котором звуки издаются с помощью конечностей, покровов, субстрата и т. д., и дыхательный, использующий верхнюю гортань.

Передними конечностями барабанит по субстрату агутти при ухаживании. Задними лапами стучат о субстрат зайцы и кролики, песчанки и тушканчики.

Бобры для производства звуков используют хвост, а дикобраз — иглы, шуршание которых является сигналом угрозы и предупреждения. Копытные — олени, бараны, серны — в возбужденном состоянии стучат о субстрат конечностями. Горилла в возбуждении бьет себя кулаками в грудь, производя гулкие звуки. Другие приматы ударяют по грунту ладонями рук или суставами пальцев.

Млекопитающие используют и стридуляционный способ производства звуков: скрежещут зубами, угрожая или испытывая страх (суслики, кролики или представители семейства собачьих). Последние производят характерные угрожающие звуки и при смыкании челюстей.

Все эти звуки имеют определенное сигнальное значение, чаще всего дополняющее настоящий голос, производимый с помощью дыхательной системы.

Последний в общении и сигнализации млекопитающих играет особенно большую роль. У них он достигает наибольшего развития.

Источником настоящего голоса млекопитающих является верхняя гортань, расположенная в верхней части трахеи. Здесь этот орган устроен гораздо сложнее, чем у амфибий и рептилий. Его хрящевая основа, помимо черпаловидного и перстневидного хрящей, содержит два новых элемента — щитовидный хрящ и надгортанник. Функции резонаторов выполняют специальные углубления — гортанные желудочки, достигающие значительного развития у приматов. Наиболее важные в производстве звуков элементы — голосовые связки в верхней гортани млекопитающих располагаются между щитовидным и черпаловидным хрящами. Однако в звукообразовании, кроме связок, участвуют и мягкие ткани ротовой и носовой полостей.

Млекопитающие издаюТ звуки двух основных типов. Во-первых, одиночные сигналы: односложные, которые могут быть короткими (хрюканье свиней, свист тапира и африканского носорога) и длительными (вой волков или рев оленей), или многосложные (некоторые сигналы тигра или низших обезьян). Во-вторых, звуковые последовательности из повторяющихся одинаковых (у песца, косули, тюленей) или неодинаковых (у льва, барса, гиены, гиббона) сигналов.

Дельфины, у которых отсутствуют голосовые связки, используют для производства звуков воздушные мешки, связанные с носовым каналом. Звуки возникают при це-



*Рис. 88. Пример длительного сигнала: начальная фаза рева самца изюбря.*

ремещениях воздуха между мешками. Этот способ позволяет издавать одновременно два-три типа звуков.

У дельфинов наиболее сложный и разнообразный «словарь». Дельфин-афалина издает звуки, напоминающие лай, свист, визг, щелканье, мяуканье, хныканье. Белуха свистит, щелкает, лает, скрипит, трубит и т. д. Частотный диапазон звуков, издаваемых дельфинами, достигает 170 кГц.

Значительно беднее «словарь» усатых китов, голос которых, напоминающий стоны и визги, занимает более низкочастотную область.



*Рис. 89. Пример звуковой последовательности из повторяющихся посылок: волюс калифорнийского морского льва.*

Разнообразен набор звуков у приматов и хищников. В их словаре сигналы защиты и агрессии, сигналы тревоги, брачные сигналы, сигналы бедствия, сигналы контакта, стадные сигналы.

Голос лисицы, охватывающий 5 октав, включает до 40 различных звуков, словарь шимпанзе — более 30, гиббона — 25. У луговой собачки 19 сигналов.

Основные частоты сигналов угрозы лисицы составляют 0,08—0,2 кГц, сигналов контакта — около 0,1 кГц, сигналов спаривания — 0,1—0,4 и 0,6—1,1 кГц. Оборонительный сигнал бурого медведя охватывает диапазон 0,4—0,5 кГц, ласки — 2,5—3 кГц. У лемура основная частота сигналов контакта около 0,4 кГц, у обезьянки саймири при возбуждении — 2,6—4,3 и 5,1—7 кГц, у павиансафлинкса в аналогичной ситуации — 0,3—0,5 и 0,6—1,2 кГц, у макаки — 1—1,5 кГц, у гиббона — 0,2—0,9 кГц. Основные частоты голоса полевки-экономки, схваченной руками, около 7 кГц, предупреждающий сигнал суслика — 4,3—6 кГц, сони-полчка — 3—3,6 кГц, белки — 3—3,5 кГц.

Голос африканского слона в возбужденном состоянии имеет основные частоты 0,08—0,9 кГц, носорога в ситуации контакта — около 3,2 кГц, двугорбого верблюда — 0,2 кГц, северного оленя — 0,16—0,3 кГц, спаривающегося тюленя — 0,6—1,2 кГц.



Как мы уже говорили, различные группы млекопитающих в своей сигнализации широко пользуются ультразвуком. Ультразвуки частотой более 100 кГц издают летучие мыши и дельфины. Землеройки, приматы, копытные и хищники также могут издавать ультразвуки. Среди грызунов ультразвуки обнаружены в голосе лесных и домовых мышей, полевок, хомяков и крыс. Много ультразвуков содержат голоса молодых зверьков.

При общей бедности «словаря» летучих мышей, излучающих всего около 5 различных сигналов, их эхолокационные системы достигают поразительного развития. Летучие мыши с помощью эха различают проволочку сечением 0,175 мм, точность их локационных систем достигает 0,5°. Рыбоядные летучие мыши лоцируют с воздуха рыбок, подплывающих к поверхности воды. Находящаяся в комнате летучая мышь свободно пролетает между ножками стула, не задевая их.

Разные группы летучих мышей пользуются в эхолокации разными сигналами. Гладконосые летучие мыши, представителями которых являются наши обычные ночницы и вечерницы, излучают через рот короткие импульсы длительностью 0,2—6 мс, частота заполнения сигнала меняется у них от 120 Гц до 20 кГц. Эти импульсы формируются при посредстве голосовых связок в верхней гортани, частично окостеневшей и снабженной мощными мышцами.

Подковоносы излучают свои длительные, до 100 мс, импульсы, частотой около 100 кГц, через ноздри. Темп излучения — около 5 импульсов в секунду, тогда как у гладконосых летучих мышей он составляет от 10 импульсов в секунду при крейсирующем полете до 200 при приближении к цели — насекомому, за которым мышь охотится.

Процесс локации насекомого начинается с поисковой фазы, за которой следует фаза приближения и, наконец, конечная фаза, завершающая процесс локации в непосредственной близости от жертвы.

Высокого развития достигают эхолокационные системы дельфинов. Дельфины могут отличать рыбку от желатиновой капсулы того же размера, проплывать сквозь ряды металлических стержней и т. д. Точность их локационных систем, как и у летучих мышей, достигает 0,5°.

Предполагают, что эхолокационные способности дельфинов связаны с вогнутой поверхностью их черепа и вы-

пучкой жировой подушкой, которые фокусируют ультразвуковой пучок подобно рефлектору. Эхо-сигналы дельфинов представляют собой короткие щелчки и скрипы с темпом излучения от 5 до 100 импульсов в секунду. В пределах одного импульса частота меняется от 170 Гц до 20 кГц.

В отличие от летучих мышей и дельфинов, эхолокация тюленей и землероек не имеет такой высокой разрешающей способности. По-видимому, эти животные не способны с помощью эхосигнала «видеть» окружающее пространство. В эхолокации они используют более низкочастотные сигналы.

### ВОЗНИКНОВЕНИЕ ГОЛОСА В ПРОЦЕССЕ ЭВОЛЮЦИИ

В предыдущих главах мы познакомились с теми животными, у которых есть голос. Мы увидели, что голос присущ отнюдь не всем представителям животного мира. Он есть у членистоногих и хордовых. Но не во всех классах, составляющих эти типы, а преимущественно в классах ракообразных, насекомых, рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. Причем не во всех отрядах перечисленных классов, а главным образом у прямокрылых насекомых, бесхвостых амфибий, воробьиных птиц, приматов и т. д.

Мы могли бы продолжать это перечисление до уровня рода и вида и обнаружить в некоторых родах одновременно голосистых и безголосых представителей.

Если мы мысленно представим себе эволюцию животного мира в виде яблони, плодоносные ветви которой будут соответствовать группам и видам, имеющим голос, а бесплодные ветви — безголосым группам и видам, то мы увидим картину, напоминающую сложную мозаику. Мы обнаружим плодоносные ветви не только на вершине яблони, но и в средней части ее кроны, в то же время часть верхних ветвей будет бесплодной.

Это наводит на мысль о том, что голос в процессе эволюции появлялся многократно и независимо в разных группах. То он вдруг возник у десятиногих раков — декапод, минуя всех других многочисленных представителей этой группы. Затем исчез. У насекомых он появился опять — его обладателями стали прямокрылые, цикады, чешуекрылые и др. У круглоротых голоса нет, зато он возник в некоторых отрядах рыб, у бесхвостых амфибий, репти-

лий — ящериц и крокодилов, почти у всех птиц и у большинства млекопитающих.

Пестрота картины усугубляется еще и тем, что «яблочки» на каждой «ветви» разные: каждая группа для производства голоса использовала свой способ и свои возможности.

Раки стучат о панцирь клешней и стридулируют. Насекомые используют множество различных способов — и стридуляционный, и ударный, и даже, как мы видели, дыхательный. Надкрылья, лапки, голова, брюшко — все идет в дело, все используется для голоса. Рыбы производят звуки ударами плавников и плавательным пузырем, у амфибий основную роль играет верхняя гортань, у птиц — нижняя гортань и т. д.

Создается впечатление, что в каждой группе развивается свой способ производства звуков, мало связанный в структурном и морфологическом отношении с тем, что использовал предшественник в эволюции. Какая, например, может быть эволюционная связь между панцирем рака и надкрыльями кузнечика, плавательным пузырем рыб и верхней гортанью летучей мыши?

Голос в жизни животного нужен лишь постольку, поскольку он обслуживает какие-либо важные жизненные функции. В одних случаях это спаривание и поиск самки, в других — выкармливание молодых, в третьих — защита территории, в четвертых — изоляция от близкого вида.

Но ведь эти функции выполняются не только с помощью голоса. Здесь играют роль обоняние (у рыб и млекопитающих), зрение (у птиц и насекомых) и т. д.

В тех группах, где эти последние выдвигаются на первый план, надобность в голосе отпадает и он исчезает. Слишком дорого для эволюции тащить его со ступеньки на ступеньку, если надобности в нем сегодня нет. Но вот на одной из очередных ступенек в силу какой-то причины такая надобность появилась — и голос возник опять. Но возник уже почти на «пустом месте», на базе того материала, который оказался под руками, и ровно настолько, чтобы обеспечить нуждающиеся в нем жизненные функции — питание, размножение, видовую изоляцию и т. д. Отсюда отсутствие преемственности в эволюции голоса, отсюда сложная мозаика его возникновения и развития в животном мире.

## ГОЛОСА ЖИВОТНЫХ В УЧЕБНОЙ И ВО ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЕ



В зависимости от времени года и имеющихся возможностей учащихся знакомят с голосами животных на экскурсиях или с помощью кабинетных демонстрационных средств — грампластинок и магнитофонных записей. Особое место занимает запись голосов животных на магнитофонную ленту. Опыт работы с магнитофоном дает учащимся хороший натуралистический навык. В школе можно создать свою фонотеку. В настоящее время магнитофон так же доступен для внеклассной работы учащихся с животными, как фотоаппарат.

### ЭКСКУРСИИ В ПРИРОДУ

Несомненно, лучший способ познакомиться с голосами животных — совершить экскурсию. Однако без предварительной подготовки экскурсия будет мало полезной, нужно знать, кого наблюдать и что слушать.

Организация таких экскурсий труднее для преподавателей биологии в больших городах. Выбраться за город не просто, нужен свободный день. Но есть городские парки. Если в них сохранен ландшафт, имеется близкий к естественному биотоп для птиц, они вполне подходят для зоологических наблюдений, и учителя прилегающих к паркам школ при благоприятных обстоятельствах могут провести там урок или внеклассную натуралистическую работу. В городском парке птицы менее пугливы и нередко позволяют себя рассмотреть. Можно не сомневаться, что занятие, проведенное на природе, среди растений и живот-

ных, запечатлеется (а следовательно, и усвоится) учениками куда лучше и глубже.

Ознакомившись в предыдущих главах со сведениями о голосах разных животных, следует послушать их в природе и научиться различать. Этому поможет хорошо организованная экскурсия с преподавателем. В конце зимы и весной экскурсии следует уделить 1-й или 2-й урок, т. е. время, когда птицы более активны, на виду и чаще поют.

**Февраль—март.** Первую нашу экскурсию совершим в ясный, еще морозный день конца зимы — начала весны. В это время в парке часто можно услышать переливчатый звон: это северные пришельцы — свиристели стайкой расселись на деревьях рябины. Свиристель легко распознать по голосу, а вблизи и по хохолку на голове. Птицы зимуют в средней полосе и всегда держатся стайками.

Нередок в городском парке в эту пору и другой северянин — снегирь. Самцы особенно приметны на снежном фоне. Снегири также держатся стайкой, иногда разрозненной, окликают друг друга тихими позывками: «фить, фить».

В городских парках встречаются большой и малый пестрые дятлы. В феврале дятлы начинают барабанить. Барабанная дробь дятла так своеобразна, что ее нетрудно распознать среди других звуков. Это пример инструментальной песни, выполняемой ударами клюва о сухой сучок. Поразительна частота ударов клювом: у желны — 17—18, у большого пестрого — 19, у малого пестрого — 20—21 в секунду. Длительность барабанной дроби обычно не превышает 1,5 с.

Часто большой пестрый дятел перелетает на другое дерево с характерным криком «ки-ки-ки».

В марте звонче других солирует большая синица. Разнообразен ее репертуар. Вот звучит серия полнозвучных, тресложных накриков. Затем, после короткой паузы, ритмический рисунок поменялся, и мы слышим иной напев. Но вот и он оставлен, птица пробует другой, состоящий из двух слогов.

Голос синицы служит маркировочной цели, это объявление о занятости территории. Был проделан такой интересный опыт. На территории парка часть синиц отловили и заменили поющими громкоговорителями. Те участки, где хозяева и громкоговорители отсутствовали, были заня-

ты другими синицами в течение суток, а те, на которых звучала имитация голоса хозяев, только через трое суток.

Проходя мимо деревянного строения, стоит обратить внимание на городских воробьев, шумным общением устраивающихся под стрехой и на карнизах. Воробьи рано гнезятся. Их трель с неотчетливым рисунком трудно назвать песенкой. Тем не менее она выполняет то же биологическое назначение, что и у других певчих птиц.

В парке на экскурсии можно увидеть также полевых воробьев. Их чириканье немелодично, но столь же звонко, как и городских воробьев.

Не будем считать воробьев слишком заурядными только потому, что они живут бок о бок с нами и всегда перед глазами. Их поведение очень интересно. Находясь как бы на издвигении горожан, воробьи тем не менее не привыкают к человеку, испытывают к нему недоверие. Почему? Этот феномен ждет еще объяснений. Можно приваждать синиц, поползня, коноплянок, так что они без опаски будут брать корм с руки (такое можно наблюдать, например, в парке Квадриорг в Таллине). Но воробьи остаются недоверчивыми. Эта особенность воробьев уживается с их терпимостью к беспokoйной жизни большого города. Они приноравливаются к неблагоприятным условиям и бойко шмыгают под ногами прохожих.

В каждом городском парке есть представители врановых — вороны, галки, грачи. Зимой они собираются там на ночевку, ранней весной нередко гнезятся подчас шумной колонией (грачи), и их громкие гортанные крики вливаются в шум города. Словом, самые обычные городские птицы. Но спросите учащихся, различают ли они этих птиц — и вы получите путанные ответы. Оказывается, врановых многие не различают: ворон принимают за самок воронов, галок — за самок ворон. Впрочем, самцов и самок врановых по полевым признакам различить действительно трудно. Кроме того, кормятся галки, вороны и грачи нередко совместно.

Голоса и общение этих птиц представляют большой интерес, но и немалую трудность для изучения. Звуковые сигналы галок разнообразны и плохо поддаются классификации. У ворон, казалось бы, проще: односложные «карр» — вот и весь репертуар. На самом деле, в зависимости от поведенческой ситуации ворона вкладывает в односложные позывы соответствующее содержание. Крик предупреждения об опасности звучит со скрипучим от-

тенком, брачный сигнал — более протяжный и сдавленный. Ворона обладает и имитационными способностями. Приходилось ли наблюдать, как иная ворона дразнит собаку, гуляющую в парке с хозяином? Перелетая с ветки на ветку, совсем низко, но так, чтобы ее нельзя было достать в прыжке, ворона «облаивает» пса, умело подражая тявканью и явно провоцируя его на ответные действия. Это наблюдение свидетельствует об имитационных возможностях голоса вороны и гибкости ее поведения. Если слушать внимательно, то и обычный вороний грай не кажется однообразным.

**Апрель.** В середине апреля можно совершить новую экскурсию в городской парк. Стало заметно теплее, снег сошел. В парке внимание учащихся сразу привлечет бойкая, исполненная в мажорных тонах, не слишком длинная, но часто повторяемая песня с характерным росчерком в конце. Это зяблик. Почти всюду он многочислен, заметен и поэтому легко узнается.

Только в марте—апреле можно услышать громкий призывный свист поползня, повторенный еще и еще. Это небольшая подвижная птичка с длинным клювом, которая может ловко бегать по стволам деревьев вниз головой.

В группах старых дуплистых лип часто гнездятся галки. Если остановиться слишком близко от их маленького поселения, птицы обеспокоятся. Одна из галок, первая заметившая наблюдателя, издает протяжный, скрипучий, низкий звук, совсем не похожий на обычное громкое «кья». Этот сигнал предостережения и угрозы галки издают при виде не только человека, но и кошки вблизи гнезда. Если крик повторяется, он собирает других галок, гнездящихся поблизости.

В старой части парка можно услышать также звуки, отдаленно напоминающие треск мотоцикла. Это трещат прилетевшие дрозды. По крикам неспециалист их сразу и не различит. Но пройдет несколько дней, и по песне мы определим «кто есть кто». У черного дрозда несколько медлительная манера выводить музыкальные строфы. У белобровика — щебечущая скороговорка в конце песни, будто ему всякий раз не хватает дыхания. Поющий рябинник словно спотыкается о собственные скрипучие звуки.

Из апрельских голосов отметим песню зеленушки, но с характерным фрагментом «вжжж».

**Июнь.** В начале июня, если есть такая возможность, совершим экскурсию в лес и послушаем позывы птиц в естественной обстановке. Исторически сложилось так, что орнитологи и любители пристально интересовались песнями, тогда как позывы — хотя именно они, в особенности у неворобьиных птиц, составляют основу звуковой ориентации — долгое время не привлекали их внимания. Сейчас положение изменилось. Ежегодно в научной печати появляются десятки статей, посвященных описанию смыслового значения позывов у разных видов птиц мировой фауны.

В начале июня большинство лесных птиц уже выкармливает птенцов. На маршруте надо тщательно прислушиваться к лесным звукам. Нередко птенцы выдают свое присутствие громкими криками при подлете родителя с кормом. В незнакомом лесу это наиболее быстрый способ определения местонахождения гнезд. Птенцы большого пестрого дятла издают громкие, отрывистые, не смолкающие даже в отсутствие родителей звуки. Птенцы скворца, обыкновенной горихвостки, поползня, большой синицы, гайчки, многих других видов шумливы в присутствии родителя с кормом, но стихают после отлета взрослой птицы за очередной порцией. Показано, что крики птенцов на определенном этапе гнездовой жизни побуждают родителей к поиску корма. Самец и самка, подлетая к гнезду, не обнаруживают голосом своего приближения, сейчас они особенно скрытны и осторожны. Другое дело, когда гнездо обнаружено чужаком или опасность угрожает слетку вне гнезда.

В состоянии тревоги птицы издают специфические позывы. В целом такие звуки значительно менее видоспецифичны, чем песня, но многие из них достаточно характерны, чтобы распознать исполнителя.

Встревоженные скворцы у гнезда излучают серию позывов «вжж» или «вить, вить, вжж». Большой и малый пестрые дятлы издают пронзительные крики, наподобие «ки, ки, ки...», ритм следования которых возрастает по мере приближения наблюдателя к гнезду. Это характерно и для позыва «пинь, пинь» яблика. У зарянки и обыкновенной горихвостки сухое трещанье перемежается со свистовой частицей «уйть». Энергично защищают гнезда дрозды-белобровики. Самец и самка поочередно пикируют на наблюдателя, издавая на лету очередь трескучих звуков: «тр-р-р».



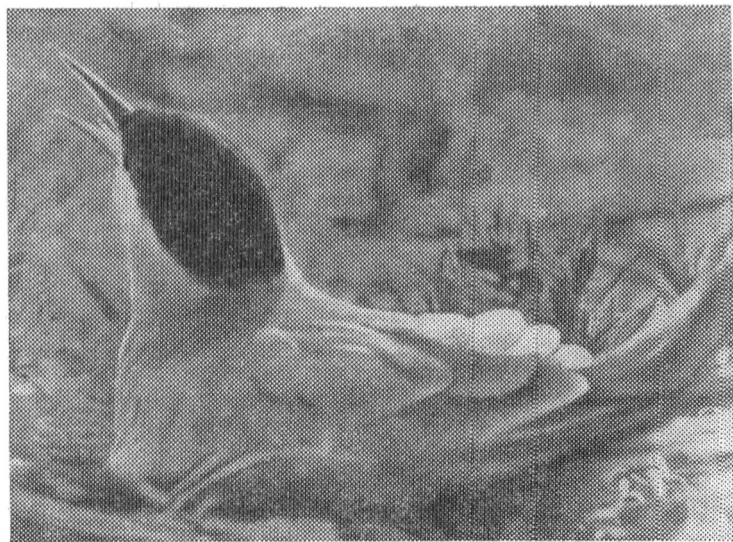
Особенно интересно защитное поведение ворон. Ворона издали замечает приближение человека и оповещает об этом соседей предостерегающим криком — продолжительным дребезжащим «ка-а-а». Находящиеся на земле другие вороны, а также грачи и галки, как правило, поднимаются на крыло. Крик этот — эффективный сигнал предупреждения об опасности группового действия. Но когда ворона охраняет слетка, бегающего по земле, ее еще более пронзительный скрежет приобретает оттенок угрозы. Он собирает других окрестных ворон. У наблюдателя, взявшего слетка в руки, растет ощущение, что на него нападут. Но этого не случается.

Не все сигналы тревоги так же хорошо слышны. Будьте внимательны. Где-то в ветвях звучит тонкое одиночное «ции». Это сигнал предостережения. Но чей, откуда? На звук трудно определить местонахождение исполнителя. Им может быть синица, а может и зяблик или черный дрозд. И «неуловимость» сигнала, и его сходство у разных видов мелких лесных птиц не случайны. В лесу легко спрятаться, затаиться. Высокотональный сигнал, который не маскирует лесной шум и в то же время с трудом локализуется заинтересованный слушатель — хищник, дает значительные преимущества. Это именно то, что нужно для предостерегающего сигнала, предназначенного «для всех». Такой позыв лишен видоспецифической окраски, потому что отбор его физических качеств направлялся у разных исполнителей мелких воробьиных пернатых примерно одинаковыми условиями и стимулами. Конечно, сигнал скрытого предостережения не обязательно стимулируется прямой опасностью. Нередко его исполняют «на всякий случай», на раздражитель, не представляющий угрозы для исполнителя. Но это не уменьшает его значения в лесном сообществе. «Поглядывай» — как бы оповещает соседей тонкий свист из зеленой гущи.

**Экскурсия к озеру.** Интересно провести экскурсию в речную долину или к озеру, если там разместилась колония озерных чаек и речных крачек. В отличие от лесного сообщества, здесь птицы гнездятся совместно, тесным поселением и на виду друг у друга. Это не исключает территориального суверенитета каждой семьи. Ясно, что при таком образе жизни птицы должны узнавать друг друга «в лицо», по крайней мере ближайшие соседи. Какую же роль в этих условиях играют звуки? Двойную. Часть из них предназначена для внутрисемейного общения, дру-



*Рис. 40. В колонии озерных чаек. Фото В. Михайлова.*



*Рис. 41. Насиживающая речная крачка встречает подлетающего с рыбой партнера специфическим брачным токованием. Фото В. Михайлова.*

гая — для самоутверждения семьи на своем гнездовом участке. Попытаемся в основных чертах проследить звуковую активность озерных чаек и речные крачек — птиц, местами довольно обычных около воды.

В начале периода гнездования в колонии можно услышать звуки, сопровождающие взаимное ухаживание самца и самки. Крачки токуют парами. Токование у них заменяет песню и способствует взаимному стимулированию и привыканию. Во время насиживания токующий позыв партнер исполняет для выпрашивания корма.

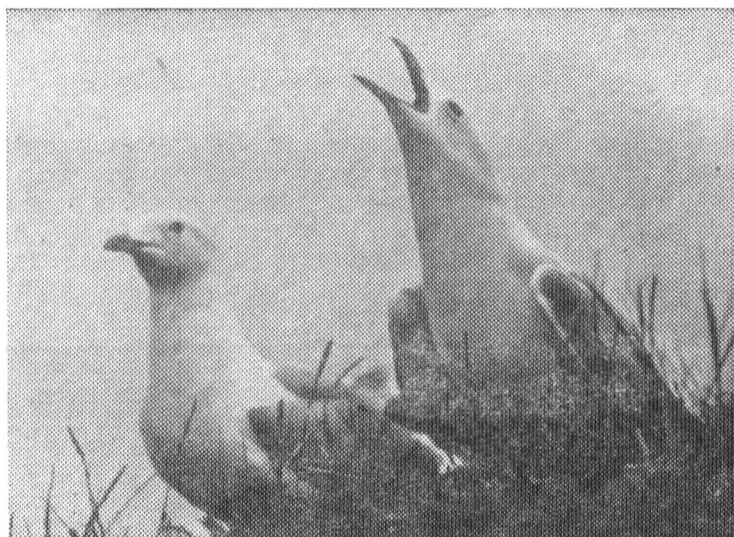


Рис. 42. Оциллограмма звуков брачного токования.

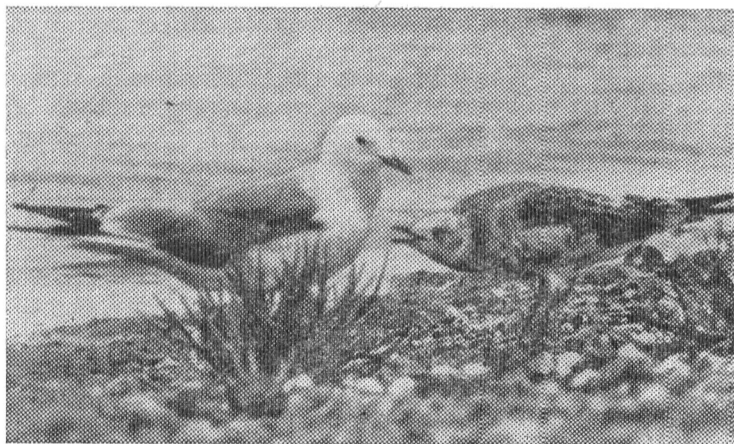
Очень часто в колонии звучат территориальные крики. У крачки это скрипучий крик «кирря». Птица кричит, зависая над гнездом, а потом садится. Озерная чайка, садясь на гнездо, планирует, низко пролетая над чужими участками. В ответ соседи угрожающе вытягивают шеи, как бы предупреждая о возможной ошибке — посадке на чужое гнездо, а иногда атакуют. Приземляющаяся чайка громко, отрывисто кричит: «ааа-аа-а-а-а». В этом крике сочетаются боязнь сородичей и демонстративная агрессивность. Во взаимоотношениях с членами колонии, будь то короткая стычка с крачкой или реакция на приземление соседей, чайка кричит очень громко. Многочисленные звуки создают в колонии высокий уровень шума.

Многие околотовные птицы, включая крачек, поганок, куликов, болотных курочек, предпочитают гнездиться под защитой колонии. У озерных чаек есть специальный сигнал предостережения об опасности — «ка-ка-ка, ка-ка-ка», который эти птицы употребляют при приближении к колонии вороны, человека. Этот сигнал, излучаемый с учащенной ритмичностью, поднимает на крыло насиживающих птиц и заставляет затаиться или укрыться в зарослях молодых чаек и крачек, взрослых поганок и уток.

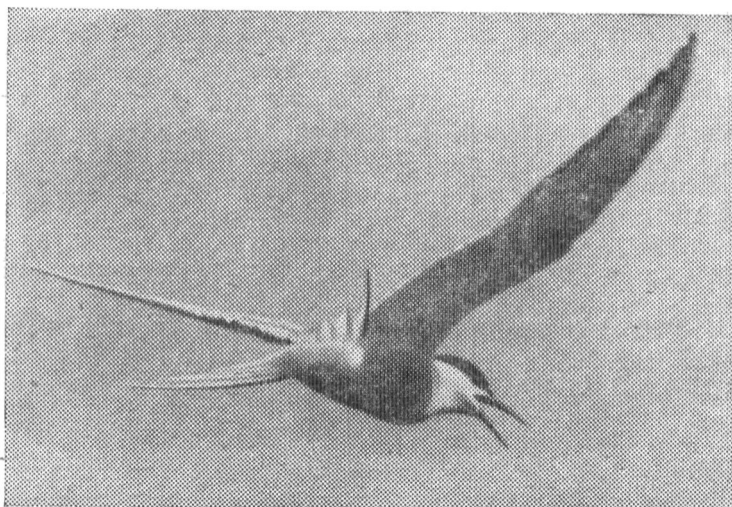
Во время насиживания в колонии водворяется относительное спокойствие. Дают о себе знать другие обитатели озера. Вот где-то в зарослях тростника прогудела большая выпь. А совсем рядом, уцепившись за прошлогодний стебель камыша, запела дроздовидная камышовка. Птица эта,



*Рис. 43. Долгий крик сизой чайки при смене партнеров на гнезде. Фото В. Михайлова.*



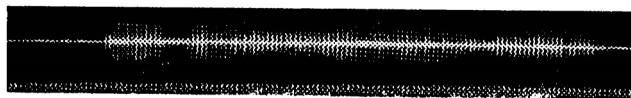
*Рис. 44. Птенец сизой чайки в позе выпрашивания корма. Фото В. Михайлова.*



*Рис. 45. Полярная крачка подает сигнал «кирря» перед посадкой на гнездо. Фото В. Михайлова.*

величиной со скворца, обычно около воды. Ее легко узнать по голосу — набору трескучих фраз, лишенных свистовых фрагментов, — и по манере петь на виду.

У речных крачек супруги проявляют заботу друг о друге; в то время как одна насиживает, другая приносит рыбу, сообщая о своем приближении характерным криком. Скормив рыбу, крачка улетает за новой. Появление молодежи знаменует новую пору в жизни колонии. В поведении родителей заметны перемены: птицы стали более сварливы и беспокойны. Появились и новые звуки. Когда птенцы, выпрашивая пищу, начинают дружно пищать, взрослые чайки поднимают гам. Чайки бьют соседних птенцов, когда те забредают на их территорию. Сидящий на гнезде родитель кричит, но на помощь не приходит. Зато когда птенец находится под родительским крылом, чайка стремится его защитить от реальной и мнимой уг-



*Рис. 46. Осциллограмма сигнала «кирря» полярной крачки.*

розы. В одной из колоний рядом с гнездом чайки находилось тщательно замаскированное гнездо молчаливой и смирной хохлатой чернети. И вот чайке, у которой только что появились птенцы, показалось, что чернеть угрожает им. Разразилась ссора. Колония равнодушно относится к таким сценам, то и дело разыгрывающимся в разных ее концах. У речной крачки одна взрослая птица находится при птенцах, а ее партнер приносит в клюве трепещущих рыбок для птенцов, покрикивая на подлете «киа, киа, киа».

Лишь в поздние сумерки стихает в колонии шум.

## РАБОТА С МАГНИТОФОНОМ

Теперь, когда мы послушали голоса птиц в природе и узнали об их значении из прочитанного, можно записать на магнитофонную ленту чью-нибудь песню или позыв для школьной фонотеки.

До появления магнитофона песни птиц пытались записывать с помощью нотных знаков. Такой способ их регистрации и прочтения сводился к аранжировке звуков животных по законам музыкальных ассоциаций. Один из примеров такого рода — зоологическая фантазия Сен-Санса «Карнавал животных». Другой способ употребляют до сих пор — он предельно доступен. Этот способ основан на буквенной записи приблизительных звукоподражаний, приблизительных потому, что человек не в состоянии не только воспроизвести, но и даже описать в знакомых терминах многие из вокализаций животных. Звукоподражательная символика наиболее пригодна для описания позывов птиц: «тирл», «циии», «вжжж» и т. п. Но попробуйте обозначить крики журавля или песню черного дрозда или камышовки так, чтобы по вашему описанию их узнали другие! Наконец, наиболее научное описание звуков — в виде осциллограмм, сонограмм и т. д. (см. выше) — могут расшифровать лишь специалисты.

В зависимости от обстоятельств, поставленной задачи, от технических возможностей исследователя любой из перечисленных способов копирования звуков животных может оказаться полезным.

Запоминание оригинала на слух остается неизменным способом опознавания исполнителя. Грампластинка, магнитофонная лента (а теперь уже и видеозапись) — лучшие посредники между «музыкой природы» и нами. С по-

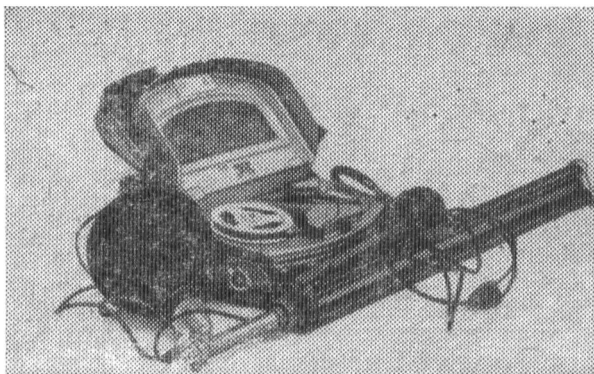
мощью магнитофона мы можем снять точную копию с оригинала. Однажды определив название исполнителя, нам впоследствии для узнавания достаточно послушать его голос.

На первый взгляд все кажется просто: включил магнитофон, направил микрофон на поющую птичку... а она улетела. Неудача. Потому, что запись голосов животных требует некоторой технической подготовки и определенных навыков.

Запись издали, как правило, получается неважной. Следовательно, к животному надо уметь подойти так, чтобы не спугнуть его. Если наблюдатель ведет запись у гнезда или норы «в засидке», необходимо набраться терпения. На охоту за голосами надо выходить самое большее вдвоем. Важно выбрать время, когда наблюдаемое животное особенно часто издает звуки. Для записи птиц удобнее всего ранние утренние часы; жерлянки настраивают свои «органчики» перед закатом, а озерные лягушки и медведка активны и в сумерках, если тепло. Лучше заранее наметить определенный объект записи и точно выяснить характер его вокализации.

В первую очередь для школьной фонотеки следует записать, конечно, голоса животных родного края: песни и основные позывы птиц, смысл которых удалось выяснить, голоса легко наблюдаемых амфибий (прудовой и озерной лягушек, зеленой жабы), звуки насекомых, например медведки, пчелы, сверчка. Если в городе или поселке есть зоопарк или зооферма, видовой набор записей окажется шире. Постепенно составится зоологическая фонотека, которая оживит проведение биологических олимпиад и окажется полезной в лекционной работе юных натуралистов.

Для записей в полевых условиях годится магнитофон только с батарейным питанием — в лесу электрических розеток нет. Подойдет магнитофон, заправленный свежими батарейками, например «Романтик», «Весна», «Комета-206», «Орбита», «Лира», «Дельфин». Это катушечные портативные магнитофоны. В последние годы в продаже появились кассетные магнитофоны. Они экономичны в расходовании ленты, легки, надежны и по качеству записи не уступают катушечным того же класса. Однако «герметическое» устройство их компакт-кассеты не позволяет произвести монтаж полученной записи. Поэтому для лекции в фонотеку наиболее удачные фрагменты записи приходится дублировать на катушечный магнитофон.

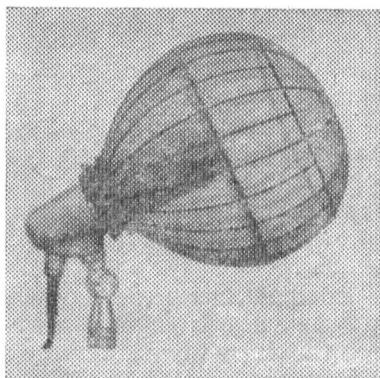


*Рис. 47. Приборы и приспособления для записи звуков в поле: магнитофон, микрофон в ветрозащитном экране, штатив, наушники.*

Катушечные магнитофоны допускают запись на две или даже четыре дорожки, но при записи голосов животных придется ограничиться одной, учитывая последующий монтаж, который проводят с помощью ножниц. Не огорчайтесь, ведь после монтажа неудачный остаток записи можно стереть и вновь использовать ленту. Если же вести записи на обе дорожки, то экономия окажется мнимой, так как ради одного хорошего фрагмента придется хранить всю кассету. Конечно, этот ценный фрагмент можно переписать на другой магнитофон, но оригинал ценнее дубля. В комплект к магнитофону входит также микрофон МД-47, МД-200 или МД-64. Но ветрозащитный экран для микрофона не входит ни в один любительский комплект, а он очень полезен, коль скоро записи проводятся на открытом воздухе. Даже слабый ветер может испортить запись. Оператор, увлеченный наблюдением и записью, не заметит, как легкий ветерок потреплет его волосы и поиграет листьями. А придя домой и прослушивая ленту, он вдруг обнаружит чей-то сердитый рев, срывающийся с динамика: ветерок подшутил. Итак, ветрозащитный экран необходим, и его придется изготавливать самим. Поскольку во многих школах имеются свои мастерские, изготовить это и другие приспособления не составит труда. Основу экрана составляет сферический проволочный каркас диаметром 15 см. Для покрытия каркаса используют старый капроновый чулок («крученая сетка») в 2—3 слоя. Следует тщательно продумать крепление каркаса к микро-



фону, чтобы во время записи экран прочно сидел на корпусе микрофона, не «елозил», так как малейший шорох, многократно усиливаясь, остается на ленте. Помогают прокладки из поролона или пористой резины. Для прикрепления экрана наиболее удобен микрофон МД-200 с цилиндрическим вытянутым корпусом<sup>1</sup>.



*Рис. 48. Микрофон в ветрозащитном экране, покрытом капроновой сеткой.*

Как вести запись, как приспособить микрофон — держать ли его в вытянутой руке или закрепить в штатив? Штатив предпочтителен в любом случае. Если запись ведется «с подхода», штатив — в простейшем случае это палка с прикрепленным на конце микрофоном — несколько приближает объект записи и в то же время отделяет микрофон от шумящего магнитофона, подвешенного на левое плечо. Во избежание существенных помех необходимо следить за тем, чтобы шнур не задевал палки во время записи. Если же охотник выслеживает объект записи «в засидке», то лучше воспользоваться треногой наподобие фотографической. Микрофон с треногой с помощью 10—15-метрового кабеля выносят в сторону и ориентируют на источник звука, оператор остается у магнитофона. Этот способ записи предпочтителен уже потому, что меньше беспокоит животных.

Во время записи надо следить за отклонением индикаторной стрелки или вибрацией лепестков на индикаторной лампе. Их показания важны для установления наилучшего режима записи и регулирования громкости. Чрезмерно громкий сигнал фиксируется на ленте с искажениями, изменяющими характер звука. Это нужно учитывать при записи таких «громких» птиц, как соловей или зяблик, а также озерных лягушек, квакш. Эти животные подпус-

<sup>1</sup> Более подробно см. в статье Никольского И. Д. «Ветрозащита микрофонов на записи в полевых условиях». — «Вестник МГУ», 1974, № 4, сер. биол.

кают близко, поэтому следует бороться с соблазном подкрасться как можно ближе.

Во время подготовки и проведения записи надо действовать оперативно, спокойно, тихо и по возможности незаметно. Дикие животные совершенно не переносят неосторожного вмешательства в их жизнь. Помните, что вы не одни, с вас не спускают глаз, ваши намерения пытаются оценить, стоит только засуетиться — и у вас ничего не выйдет.

Начинающему охотнику за голосами надо завести еще одну привычку: слушать окружающий шумовой фон. Индустриальные шумы, будь то тарахтенье трактора, гул самолета, стрекотанье мотоцикла и многие, многие другие, — особенно досадная помеха. По-настоящему их начинаешь слышать только после безуспешных попыток получить чистую запись. Не огорчайтесь, эта трудность преодолима. Записывать лучше рано утром, до того, как по дорогам, в особенности железным, начинается интенсивное движение транспорта. Правда, в большом промышленном городе гул не умолкает даже ночью. Уровень индустриального шума в городе зависит от состояния атмосферы: утром и после дождя, т. е. при высокой влажности, он возрастает, по-видимому, из-за хорошей проводимости насыщенного влагой воздуха. Поэтому в городских парках днем, в солнечную сухую погоду бывает тише, чем утром. (Правда, минимум интенсивности шумового фона не совпадает с пиком активности птиц.)

Биологический окружающий фон также следует взять под собственный слуховой контроль. Если звукооператор задался целью записать, к примеру, песенку пеночки-веснички, нужно следить за тем, чтобы ее не заглушили более громкоголосые соседи, поющие поблизости, например яблнк или пеночка-трещотка. Другое дело, когда нужно запечатлеть звуковую картину просыпающегося утреннего леса — тут все солисты уравнины «в правах».

Теперь несколько слов о монтаже полученной записи. «Сырая» запись редко целиком годится в коллекцию. После прослушивания «добычи» дома охотник обнаружит, что не все одинаково хорошо: этот кусок получился четко, законченно, а следом — объект записи переместился — громкость упала; затем опять подходяще, да все испортил шум проезжавшего грузовика. Словом, ненужное, лишнее — долой. Ножницами вырезают наиболее удачный кусок так, чтобы у песни были начало и конец, а не только середина.

С помощью склеивающей ленты подклеивают ракорд для маркировки с указанием вида животного и номера записи. Для монтажа магнитных лент на лавсановой основе рекомендуем лишь склеивающую ленту марки «Свема» со Знаком качества. Ленты других марок обыкновенно плавятся при длительном хранении и совершенно залепляют не только рабочую ленту, но и магнитные головки на магнитофоне.

Необходимые сведения, характеризующие как объект, так и условия записи, заносят на специальную карточку.

Предлагаем стандартную форму такой записи.

1. Инвентарный номер записи. Например: П (1) [I].

Буква обозначает класс, к которому относится объект записи (П — птицы, М — млекопитающие и т. д.). Цифра в круглых скобках — это номер кассеты, а в квадратных — порядковый номер записи.

2. Русское и латинское название животного. Например: обыкновенный скворец — *Sturnus vulgaris*. Если название животного удалось установить примерно, то лучше обозначить его только русским книжным названием; например, по полевым признакам с трудом определяются разные виды коньков или жаворонков.

3. Биологическая ситуация и характер вокализации. Если записана песня, пишем — «песня», если удалось записать позывы, это надлежит пометить и составить краткую характеристику ситуации, при которой сделана запись. Вообще описание должно быть лаконичным, но исчерпывающим, а главное — точным. Нельзя писать о том, в чем не уверен, что не видел, не понял, выдавать желаемое за действительное. Следует воздерживаться от функциональной (поведенческой) классификации позыва, не скупясь, однако, на описание действий животного. В качестве примера предлагаем описание вышеназванной ситуации: «Скворец с кормом в клюве издавал учащенные звуки «вжж» и перемещался с ветки на ветку при подходе наблюдателя к гнезду с птенцами. Гнездо в дуплянке, подвешенной на высоте около 5 м».

4. Место записи и дата. Например: Московская область, Куровской р-н, вблизи ст. Шевлягино, 18 мая 1975 г.

5. Биотоп. Например: поляна среди осиново-березового мелколесья.

6. Техника звукозаписи. Например: магнитофон «Романтик», 9,5 см/с (скорость лентопротяжки). Микрофон

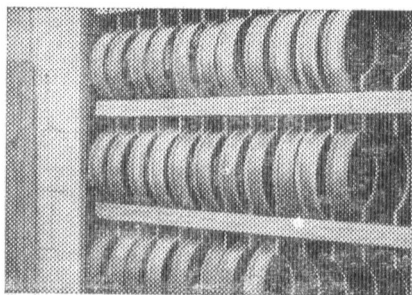


Рис. 49. Так хранят записи в фонотеке.

Хранить кассету с магнитной записью следует в полиэтиленовом пакете и пластмассовом футляре подальше от отопительных батарей, источников сильных магнитных и электрических полей.

#### ПРОСЛУШИВАНИЕ ЗАПИСЕЙ ГОЛОСОВ ЖИВОТНЫХ

Преподавание зоологии в школе основывается на рассказе и показе. В распоряжении учителя, помимо научно-популярной литературы, имеются традиционные средства показа: муляжи, чучела, цветные таблицы, кино — и сравнительно новые: диапозитивы, грампластинки или магнитофонные ленты. Большая часть учебного года приходится на осенне-зимний период, когда экскурсии на природу хотя и желательны, но малопродуктивны, поэтому кабинетные средства показа играют важную роль. И среди них грампластинки (магнитоленты) с записями голосов животных. Ассортимент таких грампластинок, выпущенных в нашей стране, пока еще не велик<sup>1</sup>. То, что имеется в наличии и готовится к выпуску в ближайшее время, позволяет выделить для демонстраций ряд тем. Конечно, жесткие рамки программы вряд ли позволят преподавателю посвящать уроки специально голосам животных. В биоло-

<sup>1</sup> Полный список грампластинок с записями голосов животных, выпущенных в нашей стране по 1972 г. включительно, приведен в брошюре И. Д. Никольского (см. список литературы). Некоторые из них, выпущенные в последние годы, Апрельевская база Посылторга (г. Апрельевка Московской области, ул. Ленина, 4) высылают наложенным платежом.

гии много других, не менее интересных тем, на которых нужно остановить внимание учащихся. Различные формы внеклассной работы предоставляют больше возможностей.

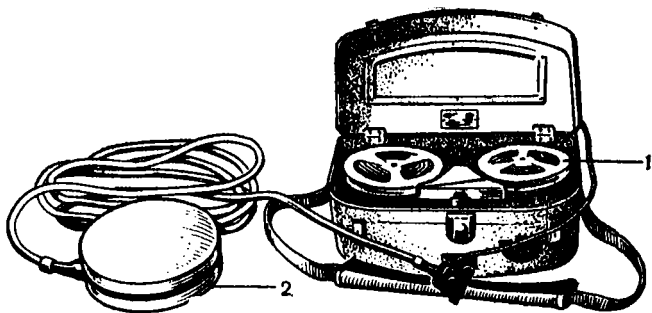
Уже накоплен некоторый опыт по методике и технике подачи материала с использованием записей голосов животных в педагогической практике. Он свидетельствует о том, что прослушивание пластинки целиком, без пауз и сопроводительного рассказа, утомляет даже заинтересованного слушателя. Наилучший способ использования записей на уроке — это проигрывание одного-другого подходящих к теме урока фрагментов. Однако это не исключает расширенного прослушивания в другое время и по другому поводу.

Предлагаем один из возможных вариантов классификации материала.

**Тема 1. Звуки насекомых.** Наблюдать в природе поющих насекомых трудно — они мелкие, хорошо маскируются. А между тем многие звуки нам хорошо знакомы. Например, трель медведки обычна в мае — июне, вечерами в сырых низинах, в огороде или саду. Однако мало кто знает, что поет именно медведка: похожая трель у зеленой жабы, но значительно более громкая. Сходство голосов тем более удивительно, что органы звукоизлучения у них имеют совершенно различный план строения. Медведка поет из норки-камеры, которая создает эффект граммофонной трубы, усиливает и направляет звук.

Разнообразны звуки южных цикад — «чемпионов» по пению среди насекомых. Некоторые водные клопы и жуки обладают стридуляционными органами для излучения звуков под водой. Обитатели болотистых водоемов клопы *Sigix* в брачный период издают пиликанье, проводя зазубринками передних конечностей о край головы. У них отмечено даже «хоровое пение». Жуков-плавунцов рода *Vegosus* называют еще пискунами; утверждают, что излучаемые ими звуки можно слышать невооруженным ухом. Издают звуки потревоженные личинки некоторых ручейников, большинство из которых, как известно, ведут водный образ жизни. Таким образом, водные насекомые располагают аппаратами звукоизлучения «смычкового» характера, как и большинство воздушных. Но проводником их звуков служит вода.

**Тема 2. Голоса рыб.** Скрытый от нашего взора и ушей «таинственный» мир рыб с большим трудом поддается непосредственному наблюдению и изучению. Звуки рыб



*Рис. 50. Для записи звуков под водой используют портативный магнитофон (1) и гидрофон (2).*

стали доступны для нас благодаря специальной звукозаписывающей технике. Грампластинка «Голоса пресноводных и морских рыб» знакомит нас со звуками разных рыб, запись которых производили как в аквариуме, так и в естественных водоемах. Содержание грампластинки помогает понять, что звуки рыб не случайное явление, а важное средство их общения и ориентации.

Записи, сделанные в условиях аквариума, так же достоверно воспроизводят звуковое поведение так называемых экзотических рыб, как если бы это был естественный водоем где-нибудь в Африке или в Индии, откуда их предки были когда-то привезены. Со временем, когда в продаже появятся бытовые гидрофоны для записи под водой, каждый школьник сможет послушать в обычном аквариуме ворчание хромиса-красавца или сердитые стукки петушка.

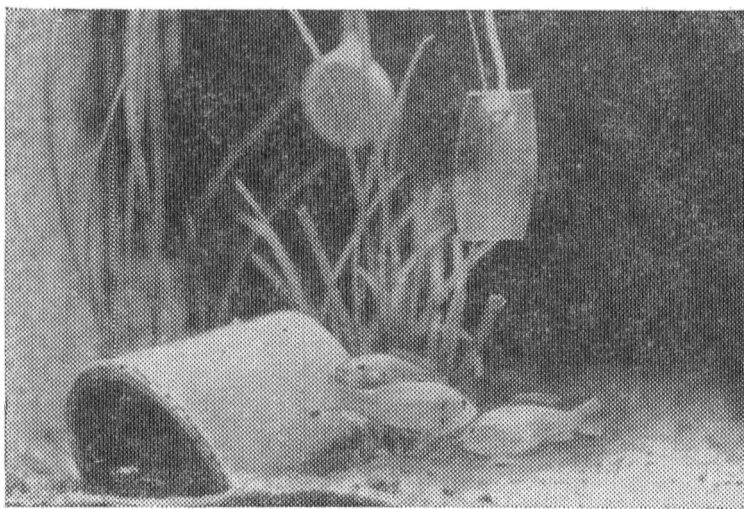
**Тема 3. Голоса амфибий.** Специальные грамзаписи не изданы; записи звуков отдельных видов опубликованы в ряде выпусков серии «Голоса птиц».

Звуковой репертуар бесхвостых амфибий менее разнообразен по сравнению с птицами. Но местами голоса амфибий вносят заметный вклад в весенне-летний шумовой фон. Озерная и прудовая лягушки, квакша особенно крикливы на юге Украины. Краснобрюхая жерлянка местами обычна и даже образует значительные скопления; в Хоперском заповеднике Воронежской области во второй половине мая пологие озера «гудят» от этих болотных оранчиков. Травяная и остромордая лягушки, чесночни-

ца и серая жаба встречаются реже, поэтому их голоса услышать труднее.

Травяная лягушка проявляет звуковую активность первой и лишь в короткий период перед откладыванием икры, к которому она приступает вскоре после того, как солнце прогреет полынью. Побагровевшие самцы урчат, словно мотоциклы вдалеке. Через 1—2 дня лягушки стихают. А вот обыкновенные квакши, которых часто содержат в террариумах, на воле кричат всю весну и половину лета. Голоса остромордых лягушек можно услышать в майские сумерки, лишь подойдя к ним достаточно близко. Их глухие звуки напоминают отдаленный собачий троекратный лай.

**Тема 4. Птицы нашего края.** Звуковой материал по этой теме придется добывать на месте, используя магнитофонные записи. Из предыдущих глав читатель уже знает, что песня представителей одного и того же вида может иметь своеобразные особенности в зависимости от географического положения района их гнездования. Не совпада-



*Рис. 51. Прием акустических и электрических сигналов, излучаемых рыбами в аквариуме, совершается с помощью электродов (прямоугольная серебряная пластинка на переднем плане) и обычного наушника, приспособленного в качестве гидрофона.*

ет и видовой состав разных областей. Имеющиеся грампластинки из серии «Голоса птиц в природе» можно рекомендовать лишь для отдельных районов: I—III серии — для средней полосы, IV — для Красноярского края, V — для юга Приморского края, VI — для Средней Азии.

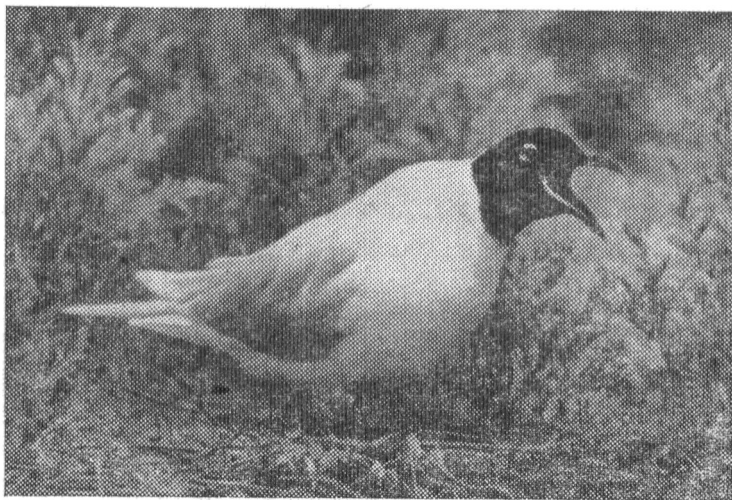
Голоса птиц, обитающих в окрестностях села или города, в котором находится школа, надо уметь различать в первую очередь. В лесной и лесостепной полосе видовой состав и количественные соотношения видов от местности к местности могут изменяться. В зависимости от преобладающего типа местности и освоенности территории одни птицы встречаются чаще, другие реже. Так что список видов (не более 12—15), выделяемых для прослушивания и запоминания учениками, преподаватель составляет исходя из конкретной фаунистической обстановки. В качестве примера приводим такой список для смешанного подмосковного леса: яблник (песня и рюмение), пеночка-весничка, пеночка-теньковка, пеночка-трещотка, зарянка, дрозд-белобровик, певчий дрозд, черный дрозд, мухоловка-пеструшка, обыкновенная горихвостка, соловей, садовая славка, иволга, большая синица, поползень, зеленушка.

**Тема 5. Песни птиц.** На занятии можно использовать следующие грампластинки: 1) приложение к книге А. С. Мальчевского и др. «Птицы перед микрофоном и фотоаппаратом»; 2) Б. Вепринцев, И. Нейфельдт «Голоса птиц в природе», серии I—VI. Демонстрация записей должна сопровождаться рассказом учителя о биологическом значении пения птиц.

Песня певчей птицы — одно из ее видовых отличий. Яркий пример этого — песни пеночек. Пеночки — теньковка, трещотка, зеленая и весничка — обычны в лесах средней полосы. Из-за большого внешнего сходства различить их в природе довольно трудно. Выручает песня, столь своеобразная у каждой, что не представляет затруднений для запоминания и последующего определения. Песни пеночек — хороший пример близкородственного расхождения признаков, выполняющих роль одного из изолирующих механизмов, о чем говорилось выше.

Не менее интересна демонстрация имитационных возможностей пернатых. Оживленно пройдет прослушивание грампластинки с подражаниями птиц голосу человека. Подражание птиц голосу человека надо рассматривать как забавный курьез, но оно имеет и серьезное биологическое основание, о котором уже говорилось. В записи можно



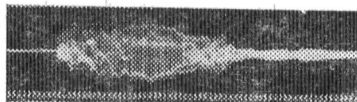


*Рис. 52. Черноголовая чайка, исполняющая позыв «эва» на гнезде.  
Фото В. Зубакина.*

также послушать одного из пересмешников — садовую камышовку. Самец камышовки — один из лучших певцов приречных урем. Но вслушайтесь: его собственное «чек-чек» разделяет заимствованные строфы. Песня садовой камышовки по большей части талантливая аранжировка подслушанного.

**Тема 6. Позывы птиц.** Позывы, как и песни, своеобразны для вида, но в отличие от песен более консервативны и устойчивы. Очень многие птицы с развитой звуковой сигнализацией не имеют песен в общепринятом и историческом смысле этого термина, а имеют разнообразные позывы. Звуковая какофония, характерная для колоний, или «птичьих базаров», чайковых птиц, складывается из позывов различного назначения: территориальных, брачных, агрессивно-оборонительных и др. Птицы подотряда певчих воробьиных, помимо песен, используют также разнообраз-

*Рис. 53. Осциллограмма позыва «эва».*



ные позывы. Так, у видов семейства ткачиковых исследователи насчитывают до 14 таких сигналов, у зяблика тоже 14.

На занятии можно прослушать грампластинки Б. Н. Вепринцева («Голоса птиц») и И. Д. Никольского («Позывы птиц»).

**Тема 7. Голоса млекопитающих.** Демонстрационный материал в следующих грампластинках: 1) приложение к книге Д. Хаксли и Л. Коха «Язык животных»; 2) Б. Н. Вепринцев и др. «Голоса птиц в природе», V серия.

Далеко не все млекопитающие пользуются в общении звуковой сигнализацией, у некоторых она играет лишь подсобную роль, дополняя обоняние и зрение (морские коты, олени, волки). Однако у грызунов, живущих колонией (суслики, пищухи, сурки), звуковые сигналы служат важным средством взаимного оповещения об опасности. Дельфины и летучие мыши с помощью эхосигналов ориентируются и ловят добычу. Нужно объяснить учащимся, что мы не можем слышать эхолокационные сигналы этих животных, поскольку их диапазон выходит далеко за пределы возможностей человеческого слуха. Поэтому в записи прибегают к транспонированию, т. е. путем занижения скорости проигрывания как бы «опускают» звучание с ультразвукового «потолка». Теперь эхосигналы мы слышим, но они достоверны в той же мере, как движение в замедленной киносъемке по отношению к естественному.

**Тема 8. Голоса животных, включенных в «Красную книгу».** Каждый учащийся должен помнить о существовании международной «Красной книги», в которую заносят редкие и исчезающие виды животных и растений, подлежащие особой охране. В отечественной фауне к числу охраняемых относят зубра, выхухоль, амурского и турского тигров; из птиц в книгу занесены дрофа, стрепет, стерх. Очень редки чешуйчатый крохаль, журавль-монах, горный гусь. Рассказ о животных, исчезающих по вине человека, равно как и об отдельных успехах восстановления в численности, значительно оживит демонстрация слайдов и голосов.

**Тема 9. Голоса животных в музыке, поэзии, живописи.** Известно много примеров прямого заимствования и композиторских аранжировок звуков животных в симфониях, операх, романсах. Римский-Корсаков в «Сказке о царе Салтане» использует звукоподражательную музыку-стилизацию в сцене полета шмеля, а в прологе к опере

«Снегурочка» рожок исполняет напев петуха, звучит кукушка. Инструментальная имитация крика кукушки прослушивается также в симфонических картинах «Утро» Грига и «Русская сказка» Шебалина. В пьесе Чайковского «Жаворонок» и в одноименном романсе Глинки композиторы отобрадили журчащую песню этой птицы. Могут ли учащиеся назвать музыкальные произведения, создание которых так или иначе навеяно вокализацией птиц и других животных?

В поэзии А. Фета, Ф. Тютчева, С. Есенина, В. Федорова голоса птиц, в особенности соловья и жаворонка, нередко служат фоном или поводом для размышлений лирического героя.

Можно организовать показ репродукций с картин известных художников с одновременным прослушиванием записанного на грампластинке пения птиц. Так, фоном для картины В. Е. Маковского «Любители соловьев» может послужить запись «Курские соловьи майским утром в лесу под Курском». Стереофонический диск «Голоса весны» (запись Б. Н. Вепринцева, произведенная в колонии грачей) придется кстати при показе знаменитой картины Саврасова «Грачи прилетели»; знакомясь с «Березовой рощей» Куинджи, можно послушать яблика, а жаворонка — при просмотре репродукции с картины А. Пластова «Юность». Голоса каких животных, по мнению учащихся, должны были бы звучать при просмотре «Корабельной рощи» Шишкина, «Марта» И. Левитана, «Заросшего пруда» В. Серова и т. д.?

**Тема 10. Голоса животных и народное творчество.** Толкование поведения животных, их голосов в целях предсказания погоды в старое время было очень широко распространено. Наблюдательность и сметливость деревенского метеоролога давали порой ценный практический результат. Этот опыт запечатлелся в приметах: «снегирь зимою поет — на снег, вьюгу, слякоть», «волки воют зимой под жильем — к морозу», «лягушки квакают — к дождю», «галки тепла накричали» и т. п.

Многие талантливые сельчане были знатоками и ценителями птичьего пения, в особенности соловьиного. Хороших певунов держали дома, в трактирах, в старое время заменявших простому люду клубы, на их песне обучали молодых птиц. Среди ценителей соловьиного пения утвердилась особая терминология в названиях колен (отдельных строф) песни. У хорошего соловья (такому при-

сваивали почетную кличку) в песне насчитывали до 12 различных колен, исполняемых в определенной последовательности. Чтобы читатель имел представление об этой некогда процветающей отрасли народного творчества, приводим перечень колен уникального соловья, опубликованный под названием «Реестр песен соловья Монтекристо» в журнале «Природа и охота» в сентябре 1880 года:

- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1) Журавлик.           | 16) Лягушка.                           |
| 2) Дудка лешего.       | 17) Голубковая.                        |
| 3) Светлый кулик.      | 18) Сова и филин.                      |
| 4) Кукушечный перелет. | 19) Катужка, в др. роде замечательная. |
| 5) Кукушка в натуре.   | 20) Стукотня.                          |
| 6) Катужка.            | 21) Россыпь.                           |
| 7) Дудка водяная.      | 22) Дроби.                             |
| 8) Ястребиная.         | 23) Громовый раскат.                   |
| 9) Ворон в натуре.     | 24) Светлые дудки разных манер.        |
| 10) Дудка червяковая.  | 25) Разные мелкие птички.              |
| 11) Гусачок.           | 26) Катужка, в др. роде замечательная. |
| 12) Сокол.             |  |
| 13) Желна.             |  |
| 14) Кроншнеп.          |  |
| 15) Лесная курочка.    |  |

Сейчас большой популярностью среди любителей пользуется пение канареек. Среди них выделяют канареек овсянистого и дудочного напевов, различающихся тональными особенностями голосов, манерой исполнения и т. д. С их пением можно познакомиться, прослушав следующие грампластинки:

- 1) Ф. Ижицкий и Б. Вепринцев. «Песня канарейки овсянистого напева с подражанием синице»;
- 2) Б. Вепринцев. «Красный кенарь овсянистого напева. Соловей»;
- 3) «Они поют для вас» (канарейки Гарца и Смета, западный соловей).



Б. Н. Вепринцев. Голоса птиц в природе. Первая серия. Птицы средней полосы европейской части Союза. Д-6227-8. Диаметр диска 25 см.

Утро в лесу. Зяблик. Пеночка-весничка. Пеночка-теньковка. Пеночка-трещотка. Крапивник. Большая синица. Дрозд-белобровик. Мухоловка-пеструшка. Горлица. Славка-черноголовка. Серая славка. Овсянка. Чечевица. Иволга. Речной сверчок. Кукушки. Чибисы. Погоньш. Коростель и озерные лягушки. Соловей.

Б. Н. Вепринцев. Голоса птиц в природе. Вторая серия. Птицы средней полосы европейской части Союза. Д-7751-2. Диаметр диска 25 см.

Певчий дрозд. Черный дрозд. Дрозд-деряба. Дрозд-белобровик. Зарянка. Лесной конек. Садовая горихвостка. Большая синица. Озерные лягушки. Черный дятел. Козодой. Глухарь. Тетерев-косач. Камышовка-барсучок. Кустарниковая камышовка. Зеленая пеночка. Садовая славка. Перепел. Полевой жаворонок.

Б. Н. Вепринцев. Голоса птиц в природе. Третья серия. Птицы средней полосы европейской части Союза. Д-10755-6. Диаметр диска 25 см.

Серый журавль. Бекас. Речная чайка. Кулик-перевозчик. Мородунка. Фифи. Большой веретенник. Белолобые гуси (крик летящей стаи). Ток дупелей. Краснобрюхие жерлянки. Удод. Луговой чекан. Садовая овсянка. Зелenuшка. Поползень. Королек. Вертишейка. Клинтух. Тяга

вальдшнепов. Обыкновенная неясыть. Садовая камышовка.

Р. Наумов, Б. Вепринцев. Голоса птиц в природе. Четвертая серия. Птицы Сибири. Д-14867-8. Диаметр диска 25 см.

Пестрый дятел. Синий соловей. Пятнистый конек. Мухоловка мугимаки. Большая горлица. Овсянка-ремез. Печальная пеночка. Глухая кукушка. Кедровка. Синехвостка. Соловей-свистун. Соловей-красношейка. Таежный сверчок. Сибирская пестрогрудка. Толстоклювая камышовка. Пеночка-галовка. Юрок. Толстоклювая пеночка. Лесной дупель. Ястреб-тетеревятник. Черная ворона. Пятнистый сверчок.

Б. Вепринцев, Н. Литвиненко, Ю. Шибанов, И. Нейфельдт. Голоса птиц в природе. Пятая серия. Птицы Дальнего Востока. Д-17821-2. Диаметр диска 25 см.

Сизый дрозд. Большая горлица. Китайская иволга. Корольковая пеночка. Светлоголовая пеночка. Желтогорлая овсянка. Дроздовидная камышовка. Большой козодой. Большой погоньш. Лягушки. Лесной каменный дрозд. Синяя мухоловка. Жерлянка. Обыкновенная кукушка. Малая кукушка. Глухая кукушка. Индийская кукушка. Китайская камышовка. Овсянка.

Б. Н. Вепринцев. Голоса птиц в природе. Шестая серия. Средняя Азия. 33 Д-034449-50. Диаметр диска 30 см.

Южный соловей. Малая горлица. Полевой воробей. Майна. Индюк. Хохлатый жаворонок. Индийский жаворонок. Желчная овсянка. Бухарская синица. Черный дрозд. Сплюшка. Фазан. Бормотушна. Просянка. Луговой лунь. Колония серых цапель и квакш. Озерные лягушки. Тонкоклювая камышовка. Ходулочник. Бурый голубь. Огарь. Зеленые жабы. Цикада. Фламинго.

Б. Н. Вепринцев. Голоса птиц. Д-0009771-2. Диаметр диска 18 см.

Зяблик. Пеночка-трещотка. Славка-черноголовка. Пеночка-теньковка. Иволга. Крапивник. Пеночка-весничка. Обыкновенная кукушка.

Б. Н. Вепринцев. Голоса птиц. Д-0009857-8. Диаметр диска 18 см.

Белолобые гуси (крик птиц в пролетающей стае). Большой веретенник. Кулик-перевозчик. Мородунка. Серый журавль. Фифи. Ток дупелей. Краснобрюхие жерлянки. Полевой жаворонок.

Б. Н. Вепринцев. Голоса птиц. Д-0009995-6. Диаметр диска 18 см.

Вертишейка. Садовая овсянка. Обыкновенная овсянка. Удод. Луговой чекан. Клинтух. Горлица. Сизый голубь. Большой пестрый дятел.

Б. Н. Вепринцев. Голоса птиц. Д-0009997-8. Диаметр диска 18 см.

Дрозд-деряба. Зарянка. Тяга вальдшнепов. Глухарь. Тетерев. Бекас. Погоньш. Озерные лягушки. Перепел. Неясыть.

Ф. Ижицкий, Б. Вепринцев. Песни птиц. Д-0009855-6. Диаметр диска 18 см.

Песня канарейки овсянистого напева с подражанием синице. Мухоловка-пеструшка. Чечевица. Садовая камышовка. Восточный соловей.

Б. Н. Вепринцев. Голоса птиц. Д-00015443-4. Диаметр диска 18 см.

Гага. Дрозд-белобровик. Дрозд-рябинник. Чететка. Кулик-сорока. Полярная крачка. Серебристая чайка. Сизая чайка.

И. А. Нейфельдт. Голоса птиц. Д-00015439-40. Диаметр диска 18 см.

Белогорлый дрозд. Корольковая пеночка. Толстоклювая пеночка. Сибирская пестрогрудка. Пятнистый сверчок. Большой погоньш. Большой козодой. Таежный сверчок. Индийская кукушка.

Б. Н. Вепринцев. 33 ГД-0001905/1-1. Диаметр диска 18 см (гибкая).

Красный кенарь овсянистого напева. Соловей.

Б. Н. Вепринцев. Голоса весны. Стереофоническая. СМ 02151-2. Диаметр диска 30 см.

Колония грачей. Зарянка. Певчий дрозд. Зяблик. Журавли. Вечер в лесу во время половодья (бекас, вальдшнеп,

чирок-трескунок). Колония серых цапель и квакш. Токование чибисов. Пепочка-трещотка. Пеночка-теньковка. Восточный соловей. Дрозд-деряба.

А. С. Мальчевский. Птицы белых ночей. Д-00029971-2. Диаметр диска 18 см.

Восточный соловей. Садовая камышовка. Погоныш. Коростель. Речной сверчок. Перепел. Козодой и кукушка. Дрозд-белобровик. Пение птиц на рассвете. Дневной хор птиц. Говорящие птицы: сойка, обыкновенный скворец, ушастый скворец, канарейка.

И. Д. Никольский. Сигналы тревоги и бедствия птиц<sup>1</sup>. М-92-38885-6. Диаметр диска 18 см.

Озерная чайка. Сизая чайка. Малая чайка. Золотистая щурка. Обыкновенный скворец. Сорока. Галка. Грач. Ворона. Большеклювая ворона. Акустические комплексы.

В. Р. Протасов, Е. В. Романенко, Е. В. Шикова. Звуки пресноводных и морских рыб. 33 Д-00022147-8. Диаметр диска 18 см.

Звуки аквариумных рыб: нигрофасциаты, скалярии. Звуки пресноводных рыб: верховки, вьюна, судака, осетра, белуги. Звуки морских рыб: ставриды, ласкиря, зубарика, бычка-кругляка, барабули, рулены-зеленушки, зеленушки-гризеус, морского кота, морского петуха, морского палима, акулы-катран, рачков-альфеусов. Звуки рыб, записанные в Черном, Азовском, Каспийском морях в период нереста.

---

<sup>1</sup> Спецвыпуск. Пластинка в продажу не поступала.





Айрапетьянц Э. Ш., Константинов А. И. Эхолокация в природе. М., «Наука», 1970.

Биоакустика (под ред. В. Д. Ильичева). М., «Высшая школа», 1975.

Вепринцев Б. Н., Марков В. И. Методика записи голосов животных в полевых условиях.— В сб.: Орнитология, 1963, № 6.

Гриффин Д. Эхо в жизни людей и животных. М., Физматгиз, 1964.

Жукова Т. И. Использование в кружковой работе грамзаписи «Голоса птиц в природе». — «Биология в школе», 1965, № 6.

Ильичев В. Д. Биоакустика птиц. Изд-во МГУ, 1972.

Константинов В. М. Наблюдения за птицами в городских условиях.— «Биология в школе», 1968, № 4.

Мальчевский А. С. Гнездовая жизнь певчих птиц. Изд-во ЛГУ, 1959.

Мальчевский А. С., Голованова Э. Н., Пушкинский Ю. Б. Птицы перед микрофоном и фотоаппаратом. Изд-во ЛГУ, 1972.

Мариковский П. И. Мой веселый трубачик. Алма-Ата, «Кайнар», 1971.

Митрофанов П. Н. Использование магнитофонных записей на уроках, экскурсиях и во внеклассной работе по зоологии.— «Биология в школе», 1969, № 3.

Наумов Н. П., Ильичев В. Д. Акустические репелленты и их применение. Изд-во МГУ, 1965.

Никишов А. И. Весенняя орнитологическая экскурсия в природу. — «Биология в школе», 1973, № 2.

- Никольский И. Д. Биоакустика на службе прогресса. «Знание», 1973.
- Промптов А. Н. Птицы в природе. М.—Л., 1960.
- Протасов В. Р. Биоакустика рыб. М., «Наука», 1965.
- Протасов В. Р., Никольский И. Д. Голоса в мире безмолвия. М., «Пищевая промышленность», 1969.
- Святский И. И. Певчие птицы. Пг., 1917.
- Сёке П. Музыкальность птиц. — «Природа», 1972, № 5.
- Симкин Г. Н. Акустические отношения у птиц. — В сб.: Орнитология, 1972, № 10.
- Тарасов Н. П. Живые звуки моря. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Тинберген Н. Мир серебристой чайки. М., «Мир», 1974.
- Тургенев И. С. О соловьях. Собр. соч., т. 10. М., 1956.
- Хедстром Р. Приключения с насекомыми. М., «Мир», 1967.
- Хаксли Дж., Кох Л. Язык животных. М., «Мир», 1968.
- Шамов И. Наши певчие птицы. М., 1910.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| От авторов . . . . .  | 3  |
| Голоса животных и как их изучают . . . . .                  | 5  |
| Голоса животных — компонент природной среды . . . . .       | —  |
| Для чего изучают голоса животных . . . . .                  | 9  |
| История биоакустики . . . . .                               | 14 |
| Как изучают голоса животных . . . . .                       | 17 |
| Способы излучения и восприятия звуков . . . . .             | 23 |
| У каких животных есть голос . . . . .                       | 26 |
| Возникновение голоса в процессе эволюции . . . . .          | 62 |
| Голоса животных в учебной и во внеклассной работе . . . . . | 64 |
| Экскурсии в природу . . . . .                               | —  |
| Работа с магнитофоном . . . . .                             | 74 |
| Прослушивание записей голосов животных . . . . .            | 80 |
| Дискография . . . . .                                       | 89 |
| Рекомендуемая литература . . . . .                          | 93 |

ИБ № 899

**Валерий Дмитриевич Ильичев**  
**Игорь Дмитриевич Никольский**

## **ГОЛОСА ЖИВОТНЫХ**

Редактор *М. В. Куликова*

Обложка художника *В. Г. Ежкова*

Художественный редактор *В. Г. Ежков*

Технический редактор *В. Ф. Коскина*

Корректоры *Т. А. Кузнецова,*

*Р. Б. Шгутман*

Сдано в набор 22/XII 1976 г. Подписано к печати 4/VII 1977 г. 84×108<sup>1/32</sup>. Бумага книжно-журнальная. Печ. л. 3,0. Условн. л. 5,04. Уч.-изд. л. 4,99. Тираж 40 тыс. экз. А01604. Заказ № 960.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41

Ярославский полиграфкомбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 150014, Ярославль, ул. Свободы, 97.

Цена 15 коп.



15 коп.

