

ЯЗЫК ЖИВОТНЫХ

Ж.И. Резникова

Институт систематики и экологии животных
Новосибирск



В последние 30 лет изучение языкового поведения животных открыло совершенно новые перспективы для познания их высших психических функций. Речь идет об использовании символов, категорий и даже способностей скрывать свои «мысли» и «намерения». Иными словами, изучая возможности коммуникации животных, мы раскрываем новые для нас возможности их интеллекта.

Говорят, в Англии выплыла рыба, которая сказала два слова на таком странном языке, что ученые уже три года стараются определить и еще до сих пор ничего не открыли.

*Н.В. Гоголь,
«Записки сумасшедшего»*

Является ли язык уникальным свойством человека? Поскольку существует тенденция определять язык таким образом, что он предстает исключительно привилегией людей, это вносит в исследования определен-

ные предубеждения. Несомненно, язык человека более сложен и изощрен, чем все известные системы коммуникации животных. Но означает ли это, что между общением людей и общением животных существует качественная разница, непреодолимая пропасть — или все дело в степени развития коммуникации, а различия носят количественный характер? Многие исследователи пытались ответить на этот непростой вопрос, применяя принципиально различные подходы и методы. Оказалось, что наиболее сложные формы коммуникации животных по некоторым

характеристикам приближаются к языкам человека. Такие формы коммуникации животных этологи называют языковым поведением. Употребляя термин «язык» при описании общения животных, будем мысленно ставить это слово в кавычки.

Разграничение понятий

Описывая общение живых организмов, мы употребляем такие понятия, как «коммуникация», «язык» и «речь». Интуитивно ясно, что «коммуникация» — понятие слишком



широкое для нашего рассмотрения, а «речь» — слишком конкретное.

Членораздельная речь — это одна из форм существования языка, способность использовать слова (у глухонемых — знаки) и складывать из них фразы, чтобы передать другим понятия, существующие в мозгу говорящего. Речь служит чрезвычайно эффективным средством общения, особенно — передачи абстрактных понятий. Мыслительная экономичность языка позволяет формировать все более сложные представления и, пользуясь ими, мыслить на таких уровнях абстрагирования, которые иначе были бы недостижимы. Любое слово — например «отвертка» или

«демократия» — включает множество различных представлений, ощущений, понятий.

Для развития речи необходимо умение заранее представлять и различать свои действия, создавать и классифицировать мысленные представления о предметах, событиях и связях.

Коммуникация составляет сущность любого социального поведения. Трудно представить себе общественное поведение без обмена информацией или же систему передачи информации, которая не была бы в каком-то смысле общественной. Когда животное совершает некое действие, изменяющее поведение

другой особи, можно говорить о том, что имеет место коммуникация. Под такое широкое определение подходит и те случаи, когда, например, спокойно кормящееся или, наоборот, тревожно насторожившееся животное только лишь своей позой воздействует на поведение других членов сообщества. Поэтому этологи, изучающие процесс коммуникации, задаются вопросом, «намеренно» ли передается сигнал или он лишь отражает физиологическое и эмоциональное состояние? Могут ли животные передать друг другу точные сведения о том, например, в какой точке пространства находится источник пищи и как этой точки удобнее достичь?

Язык многими исследователями считается уникальным свойством человека. Близка к общепринятой точке зрения, согласно которой *Homo sapiens* — единственный вид из ныне живущих, который обладает языком в прямом смысле этого слова, т. е. коммуникативной системой, приобретенной в результате социального опыта, состоящей из произвольных знаков, которые представляют внешний и внутренний мир, организованной согласно грамматическим правилам и открытой, т. е. допускающей неограниченное расширение репертуара. С поведенческой точки зрения язык является системой самопроизвольных движений, состоящих из определенных единиц, которые могут произвольно определять объекты, события и намерения. Под это определение подходят членораздельная речь и жестовый символический язык глухих.

Определений языка так много, что только их перечислению посвящена вся первая глава книги известного американского психолингвиста Н. Хомски «Язык и сознание».

Как отмечает в учебнике «Поведение животных» Д. МакФарлэнд, определить понятие языка с объективной точки зрения очень нелегко, поскольку он характеризуется многими необходимыми признаками. Например, мы можем согласиться

с тем, что язык — это средство коммуникации, но очевидно, что не все средства коммуникации являются языком. Человеческий язык обычно существует в форме речи, но это не всегда так. Язык использует символы, но символичны и некоторые аспекты коммуникации у пчел. Язык люди осваивают в течение специфического чувствительного периода развития, но то же самое наблюдается у некоторых птиц, научивающихся песне своего вида. С помощью языка можно передавать информацию не только о сиюминутных ситуациях, но и о таких, которые оказываются удаленными и во времени, и в пространстве. Но некоторые сигналы тревоги у животных обладают теми же свойствами. Даже такие аспекты языка, которые, казалось бы, явно выделяют его из коммуникативных систем животных, как использование грамматических правил, в последнее время, как мы увидим, оказались достаточно спорными.

Известный американский лингвист Ч. Хоккет предложил использовать базовую таблицу ключевых свойств человеческого языка в сравнении с возможностями животных. В полной таблице Хоккет приводит 16 основных свойств языка, среди которых ключевыми считает восемь:

1) *Двойственность*, или структурная двойственность, означает, что человеческий язык обладает одновременно и фонологической (звуковой), и грамматической (смысловой) организацией. Вместо того чтобы для каждого сообщения использовать от-



дельный сигнал, человеческая речь строится из конечного числа звуков, или фонем, которые, складываясь огромным числом различных способов, образуют смысловую структуру.

Понятие двойственности сродни понятию семантичности.

2) *Семантичность* означает присвоение определенного значения некоторому абстрактному символу, двойственность позволяет строить конструкции из таких символов. Если у животных отсутствует способность воспринимать двойственность, то каждое сообщение, которым они обмениваются, должно заранее возникнуть в процессе филогенетического развития. Они могут обмениваться лишь ограниченным числом сообщений, данных им от природы. Тревожный крик или приветственное урчание уже как бы заранее «сформулированы». Двойственность может освободить носителей языка от необходимости оперировать только заранее сформулированными сообщениями и позволить создавать новые, собственные сообщения.

3) *Продуктивность* означает, что носители языка способны создавать и понимать практически бесконечное число сообщений, составленных из конечного числа имеющих смысл единиц. Именно этот механизм делает возможным использование ана-

логий. Важно, что наличие продуктивности делает язык открытой системой, т. е. его носители могут производить неограниченное количество сообщений о чем угодно.

4) *Произвольность* означает, что сообщения слагаются из произвольных единиц, а не «картинок», иллюстрирующих их смысл. В противном случае система изображений, соответствующих конкретным сообщениям, будет называться иконической. Примером иконического письма может служить письмо девочки из сказки Р. Киплинга, которая изобрела письменность. На кусочке коры, переданной незнакомцем, излагалась просьба прислать новое копье взамен сломанного, но значки, призванные изображать предметы и события, так исказили смысл, что посланцу письма не поздоровилось.

5) *Взаимозаменяемость* (обратимость) заключается в том, что любой организм, способный посыпать сообщения, должен быть способен и принимать их. Например, когда самка колюшки раздувает брюшко, она вызывает у самца проявление брачного ритуального поведения, а самец своей яркой окраской и специфическими позами вызывает ответную реакцию самки. Роли в этом случае поменяться не могут, и, таким образом, в общении колюшки взаим-



мозаменяемость отсутствует. С другой стороны, в сообществе гиббонов или волков все особи могут в равной мере издавать и воспринимать сигналы, связанные с перемещением в пространстве, наличием пищи, приближением врагов и т. п., так что для коммуникации таких животных характерна взаимозаменяемость.

6) *Специализация* заключается в том, что общение совершается с помощью специализированной системы коммуникации, т. е. животное лишь сообщает что-либо с помощью специфических сигналов, а не просто путем поведенческих актов, направленных на решение собственных жизненных проблем. Человек, по-видимому, обладает максимально специализированной системой общения. Если же вернуться к примеру с колюшкой, то самцы реагируют непосредственно на физические аспекты сообщения, посыпанного самкой, — раздувание брюшка и метание икры, тогда как самка реагирует на изменение окраски самца. Таким образом, сообщение самца (изменение окраски) более специализировано, чем сообщение самки (действия, направленные на решение ее жизненных проблем).

7) *Перемещаемость* означает, что предмет сообщения и его результаты могут быть удалены во времени и пространстве от источника сообщения. Люди могут свободно высказываться о прошлых и будущих событиях. Многие исследователи считают, что на это способны и медоносные пчелы, использующие символический язык танцев.

8) *Культурная преемственность* означает способность передавать договоренность о смысле сигналов в череде поколений посредством культурной, а не генетической преемственности.

Исследователи, изучающие коммуникацию животных, до сих пор эффективно пользуются таблицей Хоккета, желая сопоставить степень сложности коммуникативных систем разных видов.

Попытки расшифровать «язык» животных

Многие исследователи, интуитивно чувствуя, что социальным животным есть что «сказать» друг другу, делали попытки составить что-то вроде словарей, т. е. расшифровать их сигналы. Самым выдающимся достижением в области декодирования сигналов можно считать расшифровку символического «языка танцев» медоносной пчелы немецким ученым К. Фришем. Изучая способность пчел различать цвета, Фриш обнаружил, что достаточно одной «разведчицы», которая появится на блюдечке с сиропом, выставленном на открытом воздухе, чтобы вскоре после ее возвращения в улей к этому блюдечку прилетело множество пчел. Это наблюдение привело к открытию у пчел сложной системы коммуникации, которая по ряду признаков близка к символическому языку.

После первых результатов Фриш, его ученики и последователи проводили эксперименты еще в течение десятилетий, получая новые удивительные результаты. Однако дискуссии по поводу этого открытия длились и после того, как в 1973 г. Фриш получил за свое открытие Нобелевскую премию. Решающим экспериментом, практически закрывшим дискуссию, явилось создание в 1990-е годы действующей пчелы-робота.

Рассмотрим подробнее историю этого открытия.

Предположение о том, что пчелы-разведчицы каким-то образом сообщают пчелам, находящимся в улье, о местах массового цветения растений, было высказано еще Аристотелем. В научной литературе это предположение впервые зафиксировано Шпитцнером в 1788 г. Трудно было объяснить, как пчелы это осуществляют. Дело в том, что способность к передаче информации абстрактного характера — так называемое *дистанционное наведение* — является у животных редчайшей. Феномен

дистанционного наведения описан для дельфинов, шимпанзе, муравьев. Во всех случаях изучение этого явления требует организации тщательных экспериментов.

К. Фриш впервые исследовал явление дистанционного наведения у пчел именно как «язык». Он наблюдал поведение пчел в специально сконструированном улье со стеклянными стенками и обратил внимание на то, что возвращающиеся в улей пчелы-сборщицы совершают движения, привлекающие других пчел. Пчелы исполняют танец на вертикальных сотовых пластинах в темноте улья. Угол, составленный осью танца и вертикалью, соответствует углу между направлением на пищу и направлением на солнце. По мере того как солнце продвигается на запад, ось танца поворачивается против часовой стрелки. Скорость виляющей фазы танца соответствует расстоянию между пищей и ульем. Круговой танец — это упрощенный виляющий танец, который показывает, что пища находится настолько близко, что никакие виляния не нужны.

Вернувшаяся разведчица привлекает других рабочих пчел с помощью определенной демонстрации, во время которой она машет крыльями и издает «феромон привлечения». Но это происходит только в том случае, если обнаружен действительно ценный источник пищи. Эту ценность разведчица определяет по расстоянию от улья и по качеству пищи. Чем дальше пища от улья, тем слаще она должна быть, чтобы заставить пчелу танцевать и привлечь других пчел. Разведчица приносит в улей следы пахучего вещества с цветов, которые она посетила. Другие рабочие пчелы собираются толпой вокруг танцующей пчелы и запоминают этот запах, чтобы потом использовать память об этом запахе, когда они окажутся вблизи того места, где находится пища.

В более поздних исследованиях К. Фриша было выяснено, что расстояние до источника корма корре-

лирует с 11 параметрами танца, например, с его продолжительностью, темпом, количеством виляний брюшком, с длительностью звуковых сигналов.

«Язык танцев» пчел удовлетворяет большинству из критериев Хоккета. Так, он во многих отношениях является *символическим*. В частности, точное соотношение между скоростью виляющего танца и расстоянием до нужного пчелам места определяется местными «договоренностями». По-видимому, различные географические расы пчел используют разные «диалекты». Один и тот же элемент виляющего танца обозначает примерно 75 м у немецкой пчелы, около 25 м у итальянской и всего 5 м у пчелы из Египта. Если все пчелы в семье придерживаются данной договоренности, не имеет значения, кому именно расстоянию соответствует элемент их танца. Танец можно рассматривать как пример *произвольного соглашения*, поскольку вместо солнца в качестве точки отсчета пчелы могут использовать, например, направление на север. Танцу присущее также свойство *перемещаемости*, так как пчелы сообщают не только об источниках, удаленных в пространстве, но и о тех, которые пчелы посетили несколько часов назад. В течение всего этого времени пчела-разведчица сохраняет психический образ траектории движения солнца и в соответствии с этим корректирует свой танец.

Кроме того пчелиный танец является, хотя и в ограниченном плане, но *открытой системой*, т. е. обладает *продуктивностью*. Дело в том, что танец используют не только «разведчицы» при поисках пищи, но и «квартирмейстеры» при указании подходящего места для жилья во время роения. Многим, наверное, знакома неприятная для пчеловодов картина висящего роя пчел, которые собираются переселяться на новое место. «Квартирмейстеры» танцуют прямо на поверхности такого роя. Кроме того пчелы используют та-

нец, чтобы направить членов семьи к воде или к прополису.

В результате изучения «языка танцев», по выражению автора одного из наиболее известных учебников по поведению животных О. Меннинга (1982), «...мир вынужден признать, что передавать информацию в символической форме может не только человек — это способно сделать такое скромное создание, как пчела».

Однако признание было отнюдь не безоговорочно. Хотя первые работы К. Фриша, посвященные языку танцев, были опубликованы еще в 1920-е годы на немецком языке, бурная дискуссия разгорелась в 1950-е. Основные вопросы были связаны с тем, действительно ли пчелы передают информацию с помощью системы дистанционного наведения, включающей абстрактные символы, или они могут мобилизовать сборщиц при помощи запаха, оставляя следы на своем пути. Было высказано предположение о том, что идеальным разрешением этого спора были бы результаты, полученные с помощью пчелы-робота, модели, изготовленной для выполнения танца под контролем человека.

Первые попытки изготовить механическую пчелу в 1960—1970-е годы не были успешными. В улей помещали разные варианты моделей, которые выбрировали и издавали звуки, как пчела-разведчица. Фуражиры проявляли большой интерес к искусственной пчеле, но мобилизации на источник корма не получалось.

Может быть, не случайно родиной первой действующей механической пчелы стал город Одense, родина Ганса Христиана Андерсена, под первом которого родился механический соловей. В 1990-е годы датский инженер Б. Андерсен и руководитель Центра изучения акустической коммуникации животных А. Михельсен создали такую пчелу-робота, которая точно передавала информацию живым пчелам. Пчелы летели из улья на поляну, руководствуясь только лишь указаниями

пчелы-робота, которая сама никогда не покидала искусственного улья (Michelsen, 1993).

Пчела-робот сделана из латуни и покрыта тонким слоем воска. В длину она такая же, как обычная пчела (13 мм), но значительно толще, поэтому выглядит среди пчел примерно как боец сумо среди обычных японцев. Это, однако, не смущает пчел-сборщиц, которые толпятся вокруг и наблюдают за движениями «танцовщицы». Правда, модель должна быть выдержана до опыта в улье в течение 12 часов, чтобы пропитаться запахом семьи, иначе пчелы ее атакуют. Модель описывает «восьмерки» и при этом издает звуки, генерируемые синтезатором, и совершает виляющие, вибрационные и колебательные движения. Все компоненты танца регулируются с помощью компьютерной программы. Каждые три минуты компьютер вносит поправку в «танец» модели, с учетом изменившегося положения солнца. Модель не реагирует на «выпрашивающие» действия окружающих ее пчел, но через каждые 10 полных «восьмерок» она выделяет из своей «головы» каплю ароматизированного сиропа. В каждом опыте, длящемся три часа, используются новые ароматы — тмин, мята, апельсин и т. п.

Пчелы должны отыскать на поляне контейнер с тем же ароматом. Их, однако, обманывают: поесть нельзя, так как в этом случае кто-нибудь из прилетевших на поляну пчел в свою очередь может совершать мобилизационные танцы, вернувшись в улей, а по условиям опыта это делает только робот. Многочисленные опыты предшественников, в том числе и самого Фриша, показали, что без «инструкций», полученных от танцовщицы, пчелы вообще не могут отыскать ароматизированную кормушку, находящуюся от улья на тех расстояниях, которые испытывались в опытах. В экспериментах же Михельсена и Андерсена в среднем 80% пчел прилетали в том направлении, которое было указано им роботом. Эти иссле-

ОБРАЗОВАНИЕ

дования практически закрыли дискуссию по поводу того, действительно ли пчелы могут передавать информацию абстрактного характера.

«Кандидатами» на то, чтобы их язык был расшифрован, являются и другие общественные насекомые, прежде всего муравьи. Природа поставила их в более сложные условия, чем пчел. Если пчела может лететь к цели, подобно крошечной наведенной ракете, руководствуясь такими сравнительно простыми сведениями, как «координаты района в пространстве заданы, а близкий поиск точки надо осуществлять по известному заранее запаху», то муравью, чтобы найти заданное место, придется пробираться в дремучих травах или обыскивать веточки в кронах деревьев.

Представим, например, повседневную задачу, с которой сталкиваются хорошо знакомые всем рыжие лесные муравьи (те, что строят в лесу большие муравейники). Для того чтобы обеспечить семью углеводной пищей, они собирают капли сладкой пади, выделяемой тлями и другими сосущими насекомыми. В лесу легко заметить тысячи муравьев, устремляющихся по стволам в кроны деревьев и спешащих обратно с наполненными брюшками, которые на солнце кажутся прозрачными. Сов-

сем недавно удалось выяснить, что в кроне муравьи не бродят беспорядочно по всем веткам и не отталкивают друг друга. Каждая небольшая рабочая группа использует свой листок с колонией тлей. А это уже не простая задача — найти свой листок в огромной кроне дерева или сообщить о вновь найденной колонии тлей на новом листке.

Нельзя, конечно, говорить о «муравьях вообще», так как их около десяти тысяч видов. Среди них есть муравьиные «приматы», которые строят муравейники высотой до полутора метров, с миллионным населением, и есть очень большое число видов, у которых гнездо представляет собой скромный земляной холмик, а то и вовсе норку, а численность семьи у них от нескольких десятков до нескольких сотен особей. Чтобы обеспечить такую семью, нет необходимости удаляться от гнезда дальше, чем на 2–3 м, а на таком расстоянии прекрасно действует и пахучий след. У таких видов разведчики, найдя пищу, мобилизуют из гнезда целую «толпу» так называемых пассивных фуражиров, которые могут бежать к цели по пахучей тропе. Такой процесс называется массовой мобилизацией. Существуют и другие способы привлечения членов семьи к нужному месту, например,

муравьиные «танцы»: один из фуражиров пристраивается «в хвост» другому и так, не теряя контакта, постоянно касаясь своими антеннами брюшка впереди идущего, доходит с ним до самой цели. Есть вариант одиночной фуражировки: немногочисленные активные фуражиры быстро бегают и собирают пищу с довольно большой территории вокруг гнезда.

В научной литературе описано множество вариантов коммуникации у муравьев (Длусский, 1981; Захаров, 1991). Они отражают разнообразие экологических условий, в которых эти насекомые решают различные поисковые задачи. Однако есть ли «язык» у муравьев, поддающийся расшифровке, как у медоносной пчелы? Способны ли муравьи, подобно пчелам, к символической передаче абстрактной информации? Есть ли у них дистанционное наведение?

До недавнего времени не было ни одного прямого ответа ни на один из этих вопросов. Были высказаны лишь предположения о том, что процесс обмена информацией у многих видов муравьев может быть связан с тактильным, или антеннальным, кодом: муравьи подолгу обмениваются ударами антенн, нижнечелюстных щупиков и передних ног. Часто антеннальные контакты сопровождаются передачей от одного муравья к другому капли жидкой пищи — такой процесс называется *трофаллаксисом*. Еще в 1899 г. немецкий зоолог Е. Васманн предложил гипотезу антеннального кода — своеобразного языка жестов, основанного на быстрых движениях антенн муравьев.

Первые попытки расшифровать антеннальный код муравьев принадлежат П.И. Мариковскому, который описал и зарисовал 14 отдельных сигналов и дал им поведенческое обоснование. Он попытался выделить «слова», такие как «прошу дать поесть», «тревога» и т. п. Развитие техники киносъемки привело к появлению большого количества работ, главным образом французских и



немецких исследователей, посвященных антеннальному коду. Однако попытки составить нечто вроде словаря жестового языка муравьев потерпели неудачу. К началу 1990-х годов интерес к исследованию комплексов движений муравьев во время предполагаемой передачи информации угас, так как стало ясно, что если у муравьев есть «язык», то он не содержит таких четко выраженных структурных единиц, которые бы соответствовали фиксируемым ситуациям, как это имеет место у пчел. Иными словами, прямой расшифровке «антеннальный код» муравьев не поддается.

Обратим внимание на то, что исследователи пытались расшифровать антеннальный код, не имея представления о том, могут ли вообще муравьи передавать информацию дистанционным путем. Между тем, как уже говорилось выше, муравьи в своей жизни часто сталкиваются с невозможностью использовать такие сравнительно простые способы коммуникации, как пахучий след или привод фуражиров к найденному источнику пищи. Такие ситуации могут возникнуть, если источник пищи найден далеко от гнезда или находится в достаточно сложно организованной среде — например, в кроне дерева.

Существование дистанционного наведения у муравьев было впервые выявлено автором в серии лабораторных экспериментов, проведенных в 1970 г. с муравьями-древоточцами *Camponotus herculeanus*. Муравьи жили в искусственном гнезде на лабораторной арене, разделенной на две части: в меньшей помещалось гнездо, а в большей, скрытой от муравьев высокой загородкой, — 10 одинаковых искусственных «деревьев», каждое из которых имело 12 «веток», укрепленных в горизонтальной плоскости венером на одном «стволе». На конце каждой «ветки» помещалась кормушка, но только одна из 120 содержала сироп. Передать информацию о координатах этой единственной «пра-



вильной ветки» можно было только путем дистанционного наведения. Действие пахучего следа исключали, протирая спиртом все «ветки», которые посещали муравьи.

Сначала на рабочую часть арены пропускали первую группу муравьев, а остальных не допускали, убирая мостики, соединяющие жилую и рабочую части арены. Затем к поискам допускали только тех муравьев, которые контактировали с первыми «разведчиками», но сами на установках раньше не были. Для того чтобы узнавать муравьев «в лицо», их метили с помощью капель краски. Опыты, повторенные много раз с разными муравьями и варьированием положения «ветки» с кормушкой, показали, что муравьи могут осуществлять дистанционное наведение. Так был продемонстрирован сам факт возможности передачи муравьями информации абстрактного характера дистанционным путем.

Однако этого оказалось недостаточно для постижения потенциальных возможностей муравьиного

«языка». Для этого был разработан принципиально новый подход, о котором еще будет сказано.

Литература

Длусский Г.М. Принципы коммуникации у муравьев//Чтения памяти Н.А. Холодковского. — Л.: Наука, 1981, с. 3–33.

Захаров А.А. Организация сообществ у муравьев. — М.: Наука, 1991.

Резникова Ж.И. Интеллект и языки. Животные и человек в зеркале эксперимента. Ч. I. — М.: Наука, 2000.

Фрии К. Из жизни пчел. — М.: Мир, 1980.

Chomsky N. Knowledge of Language. — Greenwood, 1986.

Hockett C.D. The origin of speech//Scientific American, 1960, № 203, pp. 93–96.

Michelsen A. The transfer of information in the dance language of honeybees: progress and problems//J. Comp. Physiol. A Sensory, Neural and Behavioural Physiology. 1993, v. 173, pp. 135–141.

(Продолжение следует.)