

Глава 6. Таинственные танцы

Что важнее, движения танца или запах танцовщицы?
Идея, удостоенная Нобелевской премии
Скептицизм ученых пробуждается
Что мы знаем о пчелах
Образ жизни медоносной пчелы
Как выглядит танец пчелы-фуражира
Какого рода информация может содержаться в танце
Пчелы летят не туда, куда указывает танцовщица
Если факты не подтверждают гипотезу, тем хуже для фактов
Каналы связи, задействованные в танце
Танцуя, надо еще и «правильно» пахнуть!
Фуражиры следуют пахучими трассами
Фриш обманулся сам и ввел в заблуждение весь научный мир
Пчел не удастся мобилизовать на приманку без запаха
Ветер «работает» против гипотезы Фриша
Оппоненты в споре о «языке пчел» остаются при своих мнениях
Танцы пчел с точки зрения семиотики

*О танцах пчел написано огромное количество трудов, но сколько еще не разгадано тайн!
Объект исследования поистине неисчерпаем!*

Р. Шовен. От пчелы до гориллы

Люди в процессе общения друг с другом пользуются в норме акустическим каналом связи, но в случае необходимости могут прибегать и к оптическому (жестовый язык глухих, флажный код и др.). Оба эти канала связи в процессе эволюции начали функционировать сравнительно поздно — лишь после того, как у животных выработались соответствующие органы для приема и распознавания оптических и звуковых сигналов (глаз и ухо, соответственно). Все те десятки тысяч видов низших животных, которым не удалось продвинуться достаточно далеко в приобретении этих органов чувств, ориентируются в мире химических сигналов.

Таким образом, хемокоммуникация — это наиболее древний способ обмена информацией в животном мире. Даже одноклеточные существа, которым свойственен половой процесс, распознают себе подобных, улавливая поступающие от них химические сигналы (так называемые гамоны). Эта способность распознавать запахи достигла необычайных высот у многих видов членистоногих, в частности у насекомых. Самцы некоторых ночных бабочек способны улавливать запах выделений пахучей железы самки с расстояния до 2-3 км, причем у каждого вида это пахучее вещество имеет свой собственный, уникальный химический состав.

Приобретение способности видеть и слышать совершенно не обязательно влекло за собой утрату обоняния. Так, у рыб и амфибий значительная часть переднего мозга занята так называемыми

обонятельными луковичками, которые ведают обработкой химических сигналов, поступающих извне. По мнению А. Ромера и Т. Парсонса, обонятельные центры мозга могли послужить тем основанием, на котором впоследствии сложились высшие коррелятивные и ассоциативные механизмы высшей нервной деятельности рептилий, птиц и млекопитающих. Из ныне существующих животных обоняние слабо развито лишь у птиц, беззубых китов и приматов (включая человека).

Это нетрудно объяснить, исходя из того, что химический канал связи обладает определенными преимуществами по сравнению со слуховым и оптическим. Дело в том, что химические сигналы «затухают» гораздо медленнее по сравнению со звуковыми, которые можно назвать наиболее короткоживущими. А перед оптическими химические сигналы обладают тем преимуществом, что продолжают действовать в отсутствие их отправителя. Таким образом, можно сказать, что при передаче информации химические сигналы оптимальным образом преодолевают преграды пространства и времени.

Разумеется, наибольший коммуникативный эффект может быть достигнут в том случае, если все три канала связи, о которых шла речь, функционируют параллельно, как бы дублируя друг друга. Надо сказать, что именно это мы чаще всего видим при изучении коммуникации самых различных животных. Одна из интереснейших задач, стоящих здесь перед учеными, состоит в том, чтобы выяснить, в какой степени эти разные проводники информации взаимодействуют друг с другом, и каким из них принадлежит главенствующая роль в коммуникации того или иного вида животных.

Один из ярких примеров того, насколько противоречивыми могут быть мнения на этот счет, дает нам история изучения коммуникации медоносных пчел, охватывающая уже более века.

Что важнее, движения танца или запах танцующей?

Среди многих удивительных явлений, которые стали известны людям о пчелах за 7 тысяч лет их практического использования, а затем и изучения, живое воображение наиболее волнует танец сборщицы взятка. И даже не столько сами движения танцующей пчелы, сколько тайный смысл ритмично повторяющихся фигур танца, совершаемого мохнатой труженицей в глубокой темноте, царящей в улье.

Первое упоминание о танцах пчел, принадлежащее американскому натуралисту К. Бутлеру, относится к 1609 году. Более полутора века спустя англичанин Т. Вилдман писал: «Они *понимают* друг друга, *когда* движениями крыльев словно бы просят освободить их от груза воска, собранного в лугах. Подобным же образом, *когда* в утренние часы, проснувшись, они понуждают друг друга вылетать на работу». Более подробно танец пчел описал в 1788 немецкий ученый Э. Спитцнер: «Когда пчела нашла богатый источник меда, вернувшись домой, она извещает об этом других следующим замечательным способом. Переполненная счастьем, она вальсирует кругами, несомненно для того, чтобы те заметили запах меда¹, принесенного ею на себе. Когда же она вылетает снова наружу, другие сразу же следуют за ней толпой».

Обратите внимание, что у этого натуралиста не было сомнений в том, что сигналом для вылета пчел из улья за взятком послужили не движения танца как таковые, а распространяемый им вокруг запах нектара. С тех пор на протяжении 150 лет общее убеждение ученых состояло в том, что именно запах есть та субстанция, посредством которой пчелы сообщают друг другу о местонахождении перспективных источников пищи. Подозрения некоторых, что здесь может играть роль какой-то другой, более изощренный способ передачи информации, были рассеяны в 1901 году французским писателем и натуралистом Морисом Метерлинком. Он поставил хорошо продуманный опыт, в котором с очевидностью показал, что только запах цветов, на которых пчела собирала взятки, будучи принесен ей в улей, заставляет ее товарок лететь на поиски этого самого растения. Эти наблюдения и выводы из них были изложены Метерлинком в его книге «Жизнь пчел», имевшей большую популярность в начале прошлого века.

В 1924 году американский энтомолог Линебург (Lineburg,) разработал модель поискового поведения пчел, основанную на использовании ими обоняния. Высказанные этим ученым идеи во многом соответствуют тем, которые приняты сегодня большинством специалистов в области поведения пчел.

Многое, что ученым удалось выяснить в самые последние годы, говорит о чрезвычайно высоко развитом обонянии у пчел. После расшифровки их генома в 2006 году, в нем нашли 170 генов, отвечающих за восприятие запахов, что более чем вдвое больше, чем у прочих насекомых. Это их свойство позволило использовать пчел в практических целях. Сегодня этих насекомых тренируют в США на поиски неразорвавшихся мин в окрестностях аэродромов. По качеству этой своей работы пчелы заметно опережают собак.

Первая серьезная попытка доказать, что в коммуникации пчел важную роль могут играть, помимо запаха, какие-то другие способы передачи информации была предпринята французским натуралистом Джулианом Франконом в 1939 году. В своей книге «Разум пчел» он писал: «Мы установили с определенностью, что пчелы общаются друг с другом и обнаружили всю глубину тех инструкций, которые они могут транслировать [партнерам — Е.П.]... Но мы совершенно не представляем себе, каков может быть механизм трансляции сообщений: посредством звуков или вибраций». Следует сказать, что эти идеи Франкона не встретили поддержки со стороны сколько-нибудь видных ученых.

Идея, удостоенная Нобелевской премии

История противостояния двух точек зрения (запах или движения танца) как будто бы получила свое завершение в 1978 году, когда мюнхенский физиолог Карл фон Фриш удостоился Нобелевской премии за идею, согласно которой танцы интересующих нас насекомых выполняют роль своеобразного сигнального кода, который без обиняков был назван «языком пчел».

Чтобы понять, почему я употребил выражение «как будто бы», полезно сказать несколько слов об истории самого этого «открытия», которое в наши дни оказывается полностью опровергнутым, о чем будет подробно сказано ниже.

Первую, неясно очерченную гипотезу «речи» пчел Фриш высказал еще в 1923 году. Из его статей того времени видно, насколько пренебрежительно он относился к работам своих предшественников, занимавшихся этим вопросом. Фриш проигнорировал не только опыты Метерлинка, явно противоречившие его гипотезе, но и не указал на приоритет в ней Франкона.

Но, пожалуй, самое интересное состоит в том, что долгое время после этой робкой попытки провозгласить существования «языка» у пчел, Фриш на протяжении двух десятилетий, вплоть до конца 1930-х годов был непоколебимо привержен идее, согласно которой информация у пчел передается исключительно посредством запаха. В 1939 году он писал: «После длинной череды экспериментов стало ясно, что по окончании танца пчелы сначала ищут [корм] неподалеку от него, а затем улетают дальше и, наконец, обшаривают всю свою кормовую территорию. Так что язык пчел представляется очень простым ... таким образом, можно видеть, что запах цветов несет биологическую функцию, неизвестную прежде. Танцующая пчела может передавать информацию обо всех разновидностях цветущих растений посредством запаха, сохранившегося на ее теле».

Только осенью 1944 года Фриш понял, каким образом фуражир мог бы транслировать рекрутам информацию о направлении к источнику пищи и о расстоянии до него. В отличие от Франкона, который первый высказал похожее предположение, Фриш изучал поведение пчел в улье. Это позволило ему уловить корреляции между элементами танца и теми местами, которые пчелы посещали при сборе взятка. Фриш решил, что может «декодировать» структуру танцевальных движений и вычислить, таким образом, местоположение источника пищи, который фуражир использовал перед прилетом в улей. Франкону же не удалось уловить таких корреляций.

Как выяснилось позже, догадка Фриша была правильной, но лишь отчасти. Как пишут выдающиеся исследователи поведения пчел Адриан Виннер и Патрик Уэллс в книге «Анатомия научного

противостояния. Есть ли “язык” у пчел?», «...маневры танца пчел бесспорно содержат в себе информацию, посредством которой мы, люди можем определить месторасположение источника пищи, посещенное опытным фуражиром. При этом, однако, эксперименты Фриша определенно потерпели неудачу в попытках показать, что пчелы способны «декодировать» эту информацию и использовать ее в своем поисковом поведении».

Но понимание того, насколько серьезны были ошибки Фриша, пришло много позже, о чем я расскажу далее. Пока же его идеи торжествовали. Немногие гипотезы, выдвинутые в XX веке, привлекали к себе столько внимания, как гипотеза о языковой функции танца пчел. Она импонировала своей простотой, и немало экспериментов было проведено, чтобы подтвердить ее.

К началу 50-х годов в лагере противников гипотезы пчелиного языка остаются считанные скептики. «Язык танцев» становится свершившимся фактом и безоговорочно входит практически во все научные и популярные издания, посвященные теме поведения животных.

Способность пчел указывать своим товаркам направление и расстояние до источника пищи становится предметом обсуждения профессиональных лингвистов — тех самых лингвистов, которые были наиболее активными противниками идей Фриша в период его первых выступлений в 20 - 30-х годах. Неоднократно упоминавшийся уже Чарлз Хоккет в своей книге «Курс современной лингвистики» приписывает сигнальному коду пчел свойство перемещаемости, в котором отказано «языкам» всех прочих животных: рыб, птиц и даже человекообразных обезьян — гиббонов.

После присуждения Фришу Нобелевской премии победа его идей казалась полной и окончательной. Согласно им, среди всех земных существ лишь люди и пчелы в состоянии передавать себе подобным подробные сведения об удаленных в пространстве и во времени вещах и событиях. Но все оказалось гораздо сложнее.

Скептицизм ученых пробуждается

В конце 60-х годов прошлого века произошли события, не столь уж неожиданные в науке. Все более углубляясь в исследования Фриша, некоторые ученые столкнулись с фактами, не вполне согласующимися с гипотезой «языка танцев». Постепенно сомнения в ее справедливости становились все более серьезными. И вот в конце 60-х годов группа американских ученых из Калифорнийского университета во главе с Адрианом Виннером выступила с развернутой и глубоко аргументированной критикой самих основ «лингвистической гипотезы» Фриша.

Но, что самое важное, эти ученые показали, что его эксперименты, призванные доказать использование пчелами «языка танца», были поставлены не вполне грамотно, так что доводы в пользу гипотезы базировались исключительно на косвенных доказательствах. Даже такой яркий поборник гипотезы Фриша (которая очень быстро после ее признания превратилась в неоспоримую догму), как Дж. Гуд, писал в 1976 году: «Контроль со стороны Фриша [при проведении им экспериментов — Е.П.] не исключает возможности, что рекрутирование² могло происходить на одни лишь запаховые стимулы».

Оказалось, что Виннер и его коллеги не одиноки в своих сомнениях. По словам крупного специалиста по поведению пчел Н.Г. Лопатиной, идею «языка пчел» категорически отрицают некоторые отечественные ученые и многие пчеловоды-практики. В 1971 г., то есть спустя почти полвека после рождения гипотезы Фриша, Н.Г. Лопатина писала, что вопрос о сигнальной роли танца пчел все еще остается спорным. Дебаты между последователями Фриша и критиками его взглядов не прекращаются и по сию пору. Но прежде чем мы с вами окунемся в сущность этой полемики, необходимо сказать несколько слов о самих пчелах и о тех особенностях их поведения, которые оказались предметом более чем полувековых научных дискуссий.

Что мы знаем о пчелах

Говоря о пчелах, зоологи имеют в виду около 20 тысяч видов насекомых самого различного облика, подчас весьма несходных по кардинальным особенностям образа жизни и поведения. Среди них есть крошечные существа размерами не более 1,5 мм и внушительные создания длиной до 5 см, которых не каждый из нас решится взять в руки. К пчелам, кстати, относятся и шмели, нападать на которых осмеливаются лишь немногие птицы. У так называемых одиночных пчел оплодотворенная самка строит свое гнездо (состоящее всего лишь из одной или нескольких ячеек), в вырытой ею норке, в полых стеблях растений или же в слепленном самим насекомым домике, прикрепленном к камню, а то и к стене человеческого жилища. В каждой ячейке такого убежища пчела-мать запасает провизию в виде смеси цветочной пыльцы и нектара, а затем откладывает сюда же одно яичко, из которого позже вылупится личинка. Окончив эти приготовления, пчела навсегда покидает гнездо, оставляя свое потомство на произвол судьбы.

Среди одиночных пчел есть и паразитические виды. Это так называемые «пчелы-кукушки» и «шмели-кукушки». У них самка не утруждает себя ни постройкой гнезда, ни запасанием корма для личинок. Вместо этого она откладывает яйца в гнезда других – одиночных или общественных видов пчел.

В отличие от одиночных пчел, у полусоциальных видов самка длительное время (у некоторых видов до 5 - 6 лет) продолжает жить в основанном ею гнезде со своим потомством нескольких поколений, состоящим только из самок. Самки-отпрыски строят все новые и новые ячейки и запасают в них пищу. Яйца в эти ячейки откладывает только старая самка-мать. Из последней порции яиц, отложенных самкой незадолго до ее гибели, выводятся уже не только самки, но и самцы. Срок жизни последних весьма короток, и вся их задача состоит в том, чтобы найти себе подруг и дать начало новому поколению самок-основательниц. Затем все начинается сначала.

То, что я собираюсь рассказать дальше, будет относиться в основном к медоносной пчеле, представляющей собой сугубо общественный вид: будучи изолирована от своих собратьев, пчела-одиночка неизбежно гибнет спустя несколько дней (оса в точно таких же условиях может прожить намного дольше).

Образ жизни медоносной пчелы

Как и у полусоциальных пчел, община медоносных пчел представляет собой сильно разросшуюся семью, состоящую, однако, уже не из нескольких десятков, а из огромного числа (до 60 - 80 тысяч) особей. Среди них самка-царица, или матка, выделяется своими крупными размерами, отсутствием приспособлений для сбора нектара и пыльцы и чрезвычайным долголетием. Царица живет до 5 лет и все это время занята одним-единственным делом – продолжением рода. В возрасте около недели юная матка ненадолго покидает гнездо, расположенное в дупле или в улье, и спаривается с несколькими трутнями. Этого достаточно, чтобы она могла отложить на протяжении всей своей дальнейшей жизни до 6 миллионов оплодотворенных яиц. Наиболее плодовитые матки способны производить до 2 тысяч яиц в день.

Большую часть времени матка откладывает оплодотворенные яйца, из которых развиваются самки. Каждая из них в принципе способна к продолжению рода, но эта способность не реализуется до тех пор, пока их мать благоденствует и сохраняет свою поразительную плодовитость. Таким образом, тысячи самок, составляющие в некоторые периоды, по существу, весь контингент общины, фактически представляют собой бесполок индивидов, занятых строительством сот, обслуживанием матки, выкармливанием ее потомства и заготовкой пищи впрок. Отсюда их название – рабочие особи. Они-то и будут интересовать нас в первую очередь, поскольку все, что касается танцев, связано с важнейшей функцией запасания пищи, которое осуществляется именно рабочими особями.

Танцевальное искусство не требуется ни матке, находящейся всецело на попечении своих многочисленных дочерей, ни самцам-трутням. Последние появляются в гнезде лишь в некоторые определенные периоды, развиваясь из неоплодотворенных яиц, отложенных маткой (изредка — и некоторыми рабочими особями). Срок жизни трутня составляет никак не более двух недель, тогда как рабочая пчела обычно заканчивает свой жизненный путь в возрасте 30 - 40 дней, уступая место новым поколениям пчел-тружениц³.

В начале своей биографии рабочая пчела выполняет сперва роль няньки при куколках, а затем – строительницы сот. Наряду с этими основными видами деятельности она участвует в поддержании температуры улья и чистоты жилища, а также в защите его от врагов. В возрасте около 20 дней наша труженица начинает вылетать за взятком, присоединяясь к огромной армии сборщиц нектара и пыльцы – так называемых фуражиров. Внушительные запасы нектара, перерабатываемого пчелами в мед, и законсервированной цветочной пыльцы – перги, накапливаются тысячами фуражиров в шестигранных ячейках сот и в дальнейшем идут в пищу всех членов общины, обеспечивая тем самым безбедное существование пчелиной семьи в долгие зимние месяцы.

Как выглядит танец пчелы-фуражира

Давайте теперь мысленно перенесемся в улей, чтобы своими глазами увидеть таинственные танцы пчел-фуражиров. В глубокой темноте по вертикальным ячеистым поверхностям сот во всех направлениях движутся сотни мохнатых тружениц. Многие хлопочут по благоустройству жилища, другие лишь недавно вернулись со взятком и, освободившись от принесенного груза, предаются временному бездействию.

Скоро они вновь покинут улей и отправятся хорошо знакомым путем за новой порцией провизии, уступив свое место возвращающимся с промысла добытчицам.

Вот как раз одна из них пересекла порог своего жилища. Она выглядит чрезвычайно возбужденной. Пчела, стремительно влетает в улей и быстро бежит по сотам, расталкивая сородичей и лихорадочно ощупывая их своими антеннами (так зоологи именуют головные придатки насекомых, известные непосвященным под названием «усиков»). Время от времени вновь прибывшая делится со встречными насекомыми нектаром, которым наполнен ее «медовый зобик». Затем наша пчела совершает быстрый прямолинейный пробег, во время которого ее брюшко производит своеобразные виляющие движения из стороны в сторону. При этом вибрирующие крылья издают особый низкочастотный звук, который человеческое ухо может воспринять лишь в усиленном виде (например, через стетоскоп) в качестве своеобразного скрипа. Внезапно движения брюшка и крыльев прекращаются, насекомое делает крутой поворот и по дугообразной траектории возвращается примерно к тому же месту, откуда начинался только что описанный «виляющий пробег». Не останавливаясь, пчела повторяет такой же пробег снова в том же направлении, что и в предыдущий раз. Опять поворот – теперь уже в противоположную сторону, и вновь возвращение в исходную точку. И так раз за разом, все в одном и том же ритме (рис. 6.1).



Рис. 6.1. Траектории движения медоносной пчелы во время виляющего танца: а – краинская пчела; б – серая горная грузинская пчела. Цифры слева – расстояние (м) до кормушки, с которой прилетела танцовщица. Зигзагообразная линия – виляющий пробег

Как только прилетевшая в улей пчеле начинает совершать свои странные виляющие пробежки, вокруг нее собирается компактная группа соплеменниц — так называемая «свита» танцовщицы. Примерно с полдюжины пчел толпятся вокруг танцующей пчелы — в основном сзади и по бокам от нее. Некоторым из них удается держаться в кильватере исполнительницы танца, так что их антенны почти касаются ее вибрирующего брюшка. Наиболее удачливые ухитряются во время остановок танцовщицы получить от нее капельку жидкого нектара. Оказывается, не все члены свиты достаточно усердны в аккомпанировании танцу: многие из них быстро теряют интерес к происходящему и покидают место действия после одного-двух пируэтов исполнительницы, каждый из которых включает в себя две дугообразные траектории и заключенный между ними виляющий пробег. Лишь немногие из заинтересованных участников этой сцены остаются на месте действия до конца, после чего устремляются к летку и покидают улей.

Итак, мы видим, что танец фуражира, вернувшегося в улей после успешного полета за провизией, может стимулировать вылет на промысел других рабочих-сборщиц. Это явление, описанное у многих социальных и некоторых полусоциальных насекомых — муравьев и пчел, принято называть *мобилизацией*.

Нам с вами посчастливилось стать свидетелями наиболее сложного варианта пчелиных танцев. Поскольку в каждом из его многократно повторяющихся циклов танцующая пчела описывает траекторию, напоминающую цифру 8, этот вариант называют иногда «восьмерочным» танцем. Другое название — «виляющий» танец, поскольку наиболее характерным его элементом оказывается виляющий пробег по прямой. Что же касается дугообразных пробежек вправо и влево, то они могут чередоваться друг с другом и в отсутствие прямолинейного пробега. Тогда перед нами другая разновидность пчелиного танца — так называемый «круговой» танец. Помимо восьмерочного и кругового танцев, которые К. Фриш называл «двумя разными выражениями пчелиного языка», существует немало других вариантов. Как видно из рис. 6.2, все они представляют собой различные комбинации дугообразных и виляющих пробежек.

Множество тщательнейших наблюдений за пчелами, которых ученые снабжали индивидуальными метками в виде крошечных пятнышек нитрокраски, позволили прийти к заключению о существовании несомненной связи между длиной пути, преодоленного возвращающимся в улей фуражиром, и характером исполняемого им вслед за этим танца. Эти зависимости неодинаковы для разных видов пчел и даже для разных географических рас одного и того же вида. Например, если мы наблюдаем за пчелами краинской расы⁴, то у них сборщица, вернувшаяся со взятком в улей с расстояния не более 50 — 100 м, будет скорее всего исполнять круговой танец. После возвращения с большего расстояния в ее танце появляется виляющий пробег, который окажется тем длиннее, чем протяженнее был путь от последнего в этой экскурсии места взятка до улья.

Какого рода информация может содержаться в танце

Все эти наблюдения наталкивали на мысль, что длительность виляющего пробега танцовщицы в принципе может давать членам ее свиты информацию об удаленности от улья обильного источника

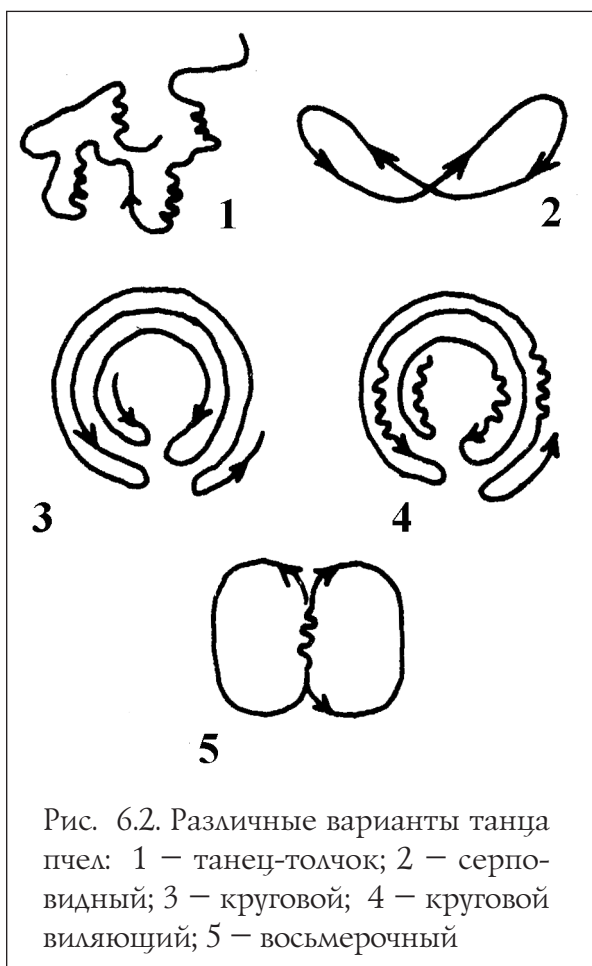


Рис. 6.2. Различные варианты танца пчел: 1 — танец-толчок; 2 — серповидный; 3 — круговой; 4 — круговой виляющий; 5 — восьмерочный

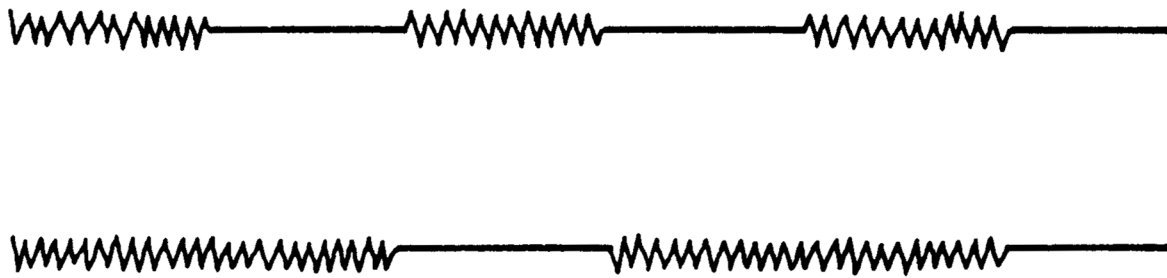


Рис. 6.3. Связь между длиной виляющего пробега и ритмом танца. При постоянстве длины серповидной пробежки, темп тем быстрее, чем ближе источник пищи и чем, соответственно, короче виляющий пробег (а)

пищи. Отечественный исследователь Е.К. Еськов называет «сигналом дальности» серию звуковых импульсов, по своей длительности точно совпадающую с сопровождаемым ею виляющим пробегом (рис. 6.3)⁵. Виляющий пробег и его акустическое сопровождение Е.К. Еськов считает единственными значимыми элементами танца. В этом его точка зрения отличается высказываемой К. Фришем и его последователями, которые обнаружили определенную зависимость между дальностью полета фуражиров и ритмом⁶ восьмерочного танца. В любом случае следует признать, что круговой танец, в отличие от восьмерочного, не может нести в себе информацию об удаленности места взятка. У разных рас медоносной пчелы «мертвая зона», прилет из которой в улей сопровождается только круговым танцем, заключена окружности диаметром от 20 до 170 м.

Судя по многочисленным наблюдениям и экспериментам, сделанным десятками исследователей, виляющий пробег восьмерочного танца может содержать в себе сведения не только о расстоянии от улья до источника пищи, но и о направлении к месту взятка. В тех относительно немногих случаях, когда пчела танцует на горизонтальной поверхности (например, на крыше улья) под открытым небом, вектор виляющего пробега направлен непосредственно на источник пищи.

Этот принцип не может действовать в обычной ситуации — при танцах в глубокой темноте улья на вертикальных поверхностях сот. Здесь вектор виляющего пробега ориентирован по отношению к строгой вертикали, соответствующей одновременно и реальному направлению силы тяжести, и воображаемой линии, соединяющей улей и точку горизонта, над которой находится солнце. В этих условиях виляющий пробег вверх указывает *наблюдателю* (!), что танцующая пчела принесла взятки с цветов, расположенных в стороне от улья по направлению прямо на солнце. Пробег вниз говорит о том, что место взятка находится точно в противоположной стороне от направления на солнце. Если пчела ранним утром, когда солнце стоит на востоке, движется во время виляющего пробега параллельно дну улья вправо, это значит, что она до этого посетила медоносные растения, произрастающие к югу от улья.

Способность пчел к переносу видимого угла между целью полета и солнцем на затемненную вертикальную поверхность называется *транспонированием*. Нечто подобное известно и у многих других насекомых. Долгое время считали, что именно пчелы достигли здесь высот совершенства. Так, например, Фриш полагал, что они способны определять реальный угол с точностью до 2 - 3 и транспортировать его на вертикальную поверхность с ошибкой не более 1⁰. Однако исследованиями Виннера и его коллег было установлено, что это очень сильное преувеличение. Оказалось, что человек-наблюдатель может определить точное указание направления, только выведя среднее значение из большого числа наблюдений за пчелами, танцующими пчелами после посещения ими данного источника нектара.

Итак, ни у кого сегодня не вызывает сомнения тот факт, что в одном из вариантов пчелиного танца (именно в восьмерочном, или виляющем) содержится достаточно подробная информация о местонахождении перспективных запасов пищи. Можно считать доказанным также, что танец удачливого фуражира способствует мобилизации других рабочих пчел на поиски взятка.

И вместе с тем вопрос о том, действительно ли пчелы способны расшифровать значение танца и использовать полученную таким образом информацию при полете за взятком, который долгое время оставался спорным, теперь представляется мне решенным окончательно в негативном плане. Об этом я уже упоминал выше. Далее и попытаюсь убедить читателей в этой моей уверенности.

Вероятно, утверждение может показаться слишком смелым или даже кощунственным для тех, кто на основе знакомства с популярной литературой и даже с новейшими учебниками этологии всецело уверовал в необычайные, можно сказать, уникальные возможности «языка» пчел. Такова сила убеждения научных мифов, создаваемых не в исследовательских институтах, но безответственными популяризаторами науки и неразборчивыми в средствах СМИ. В этот миф поверили даже профессиональные лингвисты, которые как правило скептически (и не без основания) настроены в оценке «языковых» способностей и возможностей животных. Например, уже знакомый нам Э. Бенвенист так описывает достижения пчел, отправленных своими сотоварищами на поиски взятка: «В определении местонахождения не бывает ни ошибок, ни колебаний: если сборщица выбрала один цветок среди прочих, которые равным образом могли бы ее привлечь, пчелы, вылетающие после ее возвращения, направляются именно на выбранный ею цветок, не обращая внимания на другие».

Пчелы летят не туда, куда указывает танцовщица

Насколько же далека картина, нарисованная Э. Бенвенистом, от того, что происходит в действительности! Отечественные исследователи И.А. Левченко и И.И. Шалимов проследили судьбу нескольких сотен пчел из тех, которые пребывали в свите танцовщиц. И что же? Из них 81% не нашли кормушек, сведения о которых содержались в танце; 7% проигнорировали указания танцовщицы и полетели в другое место, где они собирали нектар и прежде; 2% пчел прилетели не на ту кормушку, о которой «шла речь» в тех танцах, свидетелями которых они были. И лишь 10% фуражиров оказались на высоте положения. Так можно ли утверждать, что успех этих немногих пчел обязан целенаправленному поиску кормушки, а не случайному стечению обстоятельств?

Это лишь один пример из множества подобного рода наблюдений, собранных за последние 20 лет учеными из многих стран мира. Даже наиболее активные защитники гипотезы К. Фриша видят ее теперь в несколько новом свете. Так, американский ученый Дж. Гулд, опыты которого, по его мнению, окончательно доказывают реальность «символического языка» танцев, пишет, что его наблюдения резко расходятся с утверждением К. Фриша, будто бы новички «быстро и без колебаний летят к источнику пищи».

Если факты не подтверждают гипотезу, тем хуже для фактов

Заслуга обобщения такого рода данных, заставляющих глубже задуматься о биологическом значении танца пчел, принадлежит уже упоминавшемуся А. Виннеру. Следует заметить, что этот исследователь внес большой позитивный вклад в изучение поведения пчел, впервые обнаружив, в частности, что информация о расстоянии может содержаться в звуковом сопровождении танца. Когда, разрабатывая гипотезу К. Фриша, А. Виннер вдруг наткнулся на факты, не укладывающиеся в ее рамки, первым его желанием было отбросить эти факты как некую помеху. Однако сомнения росли. К тому же стало ясно, что неосознанное игнорирование учеными данных, «неудобных» для принятой гипотезы, представляет собой весьма распространенное явление. В этих случаях действуют по принципу: «Если факты не укладываются в теорию, тем хуже для фактов».

Раздумывая над всем этим, А. Виннер довольно удачно сформулировал ход мыслей ортодоксальных последователей К. Фриша: «Если пчелы обладают языком, стимулированные танцем новички будут находить указанный им источник пищи. Некоторые новички находят его. Стало быть, у пчел есть язык», Логическое несовершенство такого хода умозаключений очевидно. Но как в таком случае расценивать положительные результаты множества экспериментов, где меченые пчелы все же прилетали на кормушку, координаты которой содержались в танце фуражира-информатора?

Каналы связи, задействованные в танце

Чтобы без предвзятости разобраться в этом вопросе, нам следует мысленно возвратиться в улей и попытаться уяснить себе, при помощи каких средств пчелы свиты могут в принципе получать информацию от танцовщицы. Вполне очевидно, что зрение здесь не играет никакой роли — ведь в подавляющем большинстве случаев танец совершается в темноте, так что рабочие, сгрудившиеся вокруг танцующей пчелы, не могут видеть ее пробежек и пируэтов. Существует мнение, что члены свиты, сопровождающие танцовщицу во время ее виляющих пробежек, могут получать сведения о направлении и ритме танца с помощью осязания, касаясь брюшка танцовщицы своими антеннами. По словам Е.К. Еськова, важнее не непосредственный осязательный контакт, а реакция пчелы на электрическое поле, генерируемое вибрирующим брюшком исполнительницы танца: предполагается, что эти электромагнитные сигналы воспринимаются при помощи антенн.

Как я уже говорил, не исключено, что информация о дальности места взятка может содержаться в звуках, производимые танцующей пчелой. Во всяком случае, удалось точно установить, что танцы, не сопровождаемые звучанием крыльев, не приводят к мобилизации фуражиров на вылет за взятком. У пчел нет специальных органов слуха, так что звуковые колебания воспринимаются ими, вероятно, посредством сенсоров, располагающихся на антеннах, в просторечье именуемых «усиками».

Итак, осязание, «слух» и, возможно, способность реагировать на изменения электрического поля — вот те средства, при помощи которых мобилизуемая пчела может усваивать информацию, содержащуюся в хореографических фигурках танца. Но можно ли на этом поставить точку? Ни в коем случае!

Танцуя, надо еще и «правильно» пахнуть!

Оказывается, любой самый темпераментный танец с его полным звуковым сопровождением не производит на пчел-зрителей никакого впечатления, если танцующая пчела не распространяет вокруг себя аромата цветочного нектара. Более того, ответы пчел «свиты» на два совершенно одинаковых танца будут совершенно различными в зависимости от того, как именно пахнет танцовщица.

Абсолютно незнакомый запах не вызовет у них никакого интереса; очень привычный аромат лишь незначительно превосходит по своей действенности запах, неизвестный пчелам данного улья. Максимальное воздействие на них производит запах знакомых им цветов, с которых, однако, пчелы давно не собирали взятки. Положим ли мы в улей букетик таких цветов, или же внесем их запах любым другим способом — пчелы сразу же придут в возбуждение и вылетят на поиски взятка, который многим из них рано или поздно удастся найти. Подобная мобилизация происходит вне всякой связи с танцами, и при выборе направления к источнику искомой пищи фуражиры могут руководствоваться исключительно обонятельными ориентирами.

Танцовщица, на пушистом тельце которой адсорбировался этот столь привлекательный «старый новый» запах, собирает вокруг себя наиболее многочисленную свиту. Отдавая своим приспешницам капельки нектара, исполнительница танца сообщает пчелам свиты сведения не только о запахе цветов, с которых собран взятки, но и о вкусе принесенного нектара. Упомянем вскользь, что органы обоняния и органы вкуса расположены у пчел все на тех же самых антеннах. Кроме того, рецепторы вкуса помещаются вокруг ротового отверстия и, как ни странно, на лапках. Таким образом, даже не получая от танцовщицы своей доли принесенного ею нектара, пчела свиты может ознакомиться не только с запахом, но и со вкусом интересующего ее деликатеса. Для этого достаточно, чтобы нектар в ничтожной концентрации был перенесен с тельца одной пчелы на антенны и лапки другой.

Итак, пчела-участница свиты знает теперь, какие именно цветы перспективно разыскивать за пределами улья. Встанем на минуту на точку зрения А. Виннера и ряда других противников гипотезы К. Фриша и представим себе, что дает насекомому полученная им химическая информация.

Если обогащенная новыми сведениями пчела решилась воспользоваться ими и отправиться на поиски добычи, она покидает улей. Принимая во внимание необычайно тонкое обоняние этих насекомых, можно предположить, что наша сборщица без труда обнаружит пахучий след, оставленный в воздухе стимулировавшей ее танцовщицей. Придерживаясь этого следа, путешественница без особого труда достигнет участка с интересующими ее растениями.

Фуражиры следуют пахучими трассами

«А как же в ветреную погоду?» — спросите вы. Ведь при сильном движении воздуха невидимый пахучий след не может сохраниться и на протяжении минуты. Оставим до поры до времени этот вопрос без развернутого ответа, ограничившись замечанием, что ветер «работает» в пользу гипотезы А. Виннера.

По мнению этого ученого, к которому присоединяется и немало других, танец возвратившейся в улей сборщицы обеспечивает лишь мобилизацию прочих фуражиров. Нечто подобное мы видим и у многих видов муравьев: насекомое, вернувшееся в гнездо с добычей, возбужденно бежит среди своих собратьев, привлекая к себе всеобщее внимание и тем самым заставляя обитателей муравейника активнее включаться в поиски корма.

Многое из того, что известно сейчас о поведении самых различных животных, подсказывает нам следующую мысль: чем существеннее для индивида какое-либо внешнее событие, тем активнее будет его ответное поведение. Возбуждение одного члена группы передается всем прочим присутствующим. В результате происходит заметное повышение активности многих десятков и даже сотен особей, что рано или поздно принесет плоды, полезные для всей общины. Именно это мы и видим при мобилизации фуражиров у муравьев и социальных пчел.

Среди многих внешних стимулов наиболее существенным при прочих равных условиях будет стимул, отличающийся своей новизной. Здесь мы находим объяснение интересному явлению, открытому Н.Г. Лопатиной: после первых полетов к месту взятка, которое было обнаружено фуражиром впервые, пчела танцует в более быстром ритме, чем при дальнейших полетах на тот же источник пищи. Если считать, что танец информирует других пчел о расстоянии, то после первых полетов эта информация будет неверной, указывающей более короткий путь, чем это есть на самом деле. Противоречие исчезает, если танец направлен лишь на мобилизацию фуражиров, которая пойдет тем эффективнее, чем быстрее и энергичнее движется вербовщик рекрутов.

Какие же доводы можно привести в подтверждение идеи, что танец служит лишь для мобилизации фуражиров, не играя существенной роли в их оповещении о координатах источника пищи? Как показывают тщательные наблюдения за поведением пчел свиты, их образ действий не вполне согласуется с тем, чего следовало бы ожидать в соответствии с гипотезой пчелиного языка. Например, сейчас строго установлено, что инициатива танца исходит не столько от самой его исполнительницы, сколько от встречающих ее в улье пчел. Однако последние далеко не всегда последовательны в своем усердии.

Дело в том, что информацию о направлении на тот источник пищи, где до этого побывала танцовщица, могут, вероятно, получить только те пчелы свиты, которые достаточно точно повторяют па исполнительницы танца. Лишь заняв на сотах тот самый угол по отношению к направлению силы тяжести, который указан виляющим пробегом танцовщицы, пчела могла бы «прочитать» (при помощи имеющегося у нее органа равновесия⁷) сведения о цели полета, заключенные в танце.

Между тем подавляющее большинство пчел, собравшихся вокруг танцовщицы, располагается под разными углами к направлению ее виляющих пробегов. По наблюдениям и подсчетам советского И.А. Левченко, ошибка в определении угла на место взятка должна составлять у таких членов свиты до 34 - 47°, причем она тем больше, чем меньше время пребывания пчелы в составе свиты. А ведь контингент свиты непрерывно обновляется после каждого виляющего пробега танцовщицы: около

трети участников и зрителей покидают ее и сменяются новыми. В результате, в лучшем случае всего лишь около 20% пчел, побуждающих успешную добытчицу к танцу, могут получить полезные указания о проделанном ею маршруте.

Не вполне последовательное поведение пчел свиты – это всего лишь косвенный намек, заставляющий более осторожно отнестись к основной идее гипотезы К. Фриша о важности пространственной организации танца как сигнала о направлении и расстоянии.

Если эти сомнения справедливы, то они оправдывают рождение иных представлений, согласно которым основная роль в общении пчел принадлежит запаховым сигналам. Действительно, уже давно было замечено, что если прикармливать пчел на блюдечках с сиропом, лишенным всякого запаха, то эти пчелы не способны мобилизовать других фуражиров-новичков на посещение подобного неароматизированного источника пищи. О некоторых весьма изящных экспериментах такого рода имеет смысл рассказать более подробно.

Фриш обманулся сам и ввел в заблуждение весь научный мир

Как я уже говорил, эти ученые показали, что эксперименты Фриша, призванные доказать использование пчелами «языка танца», были поставлены без необходимого строгого контроля, а их результаты основывались на одних лишь косвенных доказательствах. Чтобы подтвердить эту мысль, Виннер решил повторить знаменитый «линейный» эксперимент Фриша точно так же как это было сделано им, а затем провести *тот же самый* опыт, но с дополнительным контролем.

Четыре кормушки разместили на расстояниях 200, 300, 400 и 500 м по прямой от улья (рис. 6.4а). Первоначально пахучий раствор сахара был налит лишь в одну из них, наиболее удаленную от улья. На этот привлекательное для пчел лакомство на протяжении нескольких дней прикармливали пчел. Из всех многочисленных посетителей кормушки индивидуально поместили 43 пчелы, которые стали, таким образом, «регулярными фуражирми». Всех прочих немеченых пчел, прилетавших сюда, в течение нескольких дней перед началом контролируемого подсчета рекрутов-новичков убивали. Таким образом, 43 опытные пчелы все это время летали только между ульем и кормушкой, расположенной в 500 м от него. В улье они могли, предположительно, танцевать, сообщая другим «точную» информацию о направлении на эту кормушку и о расстоянии до нее.

По окончании этого тренировочного периода во все четыре кормушки налили пахучий раствор сахара одинаковой концентрации и стали подсчитывать количество прилетов пчел-новичков (рекрутов) на каждую из них⁸.

Как и в опытах Фриша, в этом эксперименте контролировали только одну переменную, именно, количество прилетов пчел на экспериментальную (500 м) и контрольные кормушки. Поскольку все они были одинаково привлекательны для рекрутов, *и если бы те летели только в обозначенном направлении на обозначенное расстояние*, узнав об этом из танцев, следовало бы ожидать, что они действительно используют эту информацию.

Полученные в этом опыте результаты вполне согласовывались с предсказаниями гипотезы языка танцев. Свыше 90% немеченых фуражиров прилетали на экспериментальную кормушки в 500 метрах от улья, «игнорируя, – как писал Фриш, – прочие кормушки с приманкой» (рис. 6.4Б).

Тогда на расстоянии около 300 м от улья, с пчелами из которого работали в описанном опыте, поставили второй «контрольный» улей (рис. 6.4В). Он отличался от первого, только в том отношении, что был населен светлыми пчелами. Их биология и поведения не отличалась от того, что было свойственно обитателям экспериментального улья, а различие состояло лишь в отсутствии у них темного пигмента.

Ученые начали тренировать некоторых светлых пчел из контрольного улья посещение всех четырех кормушек (экспериментальной и трех контрольных). Темным пчелам из экспериментального улья было позволено, как и в предыдущем опыте, посещать только экспериментальную кормушку.

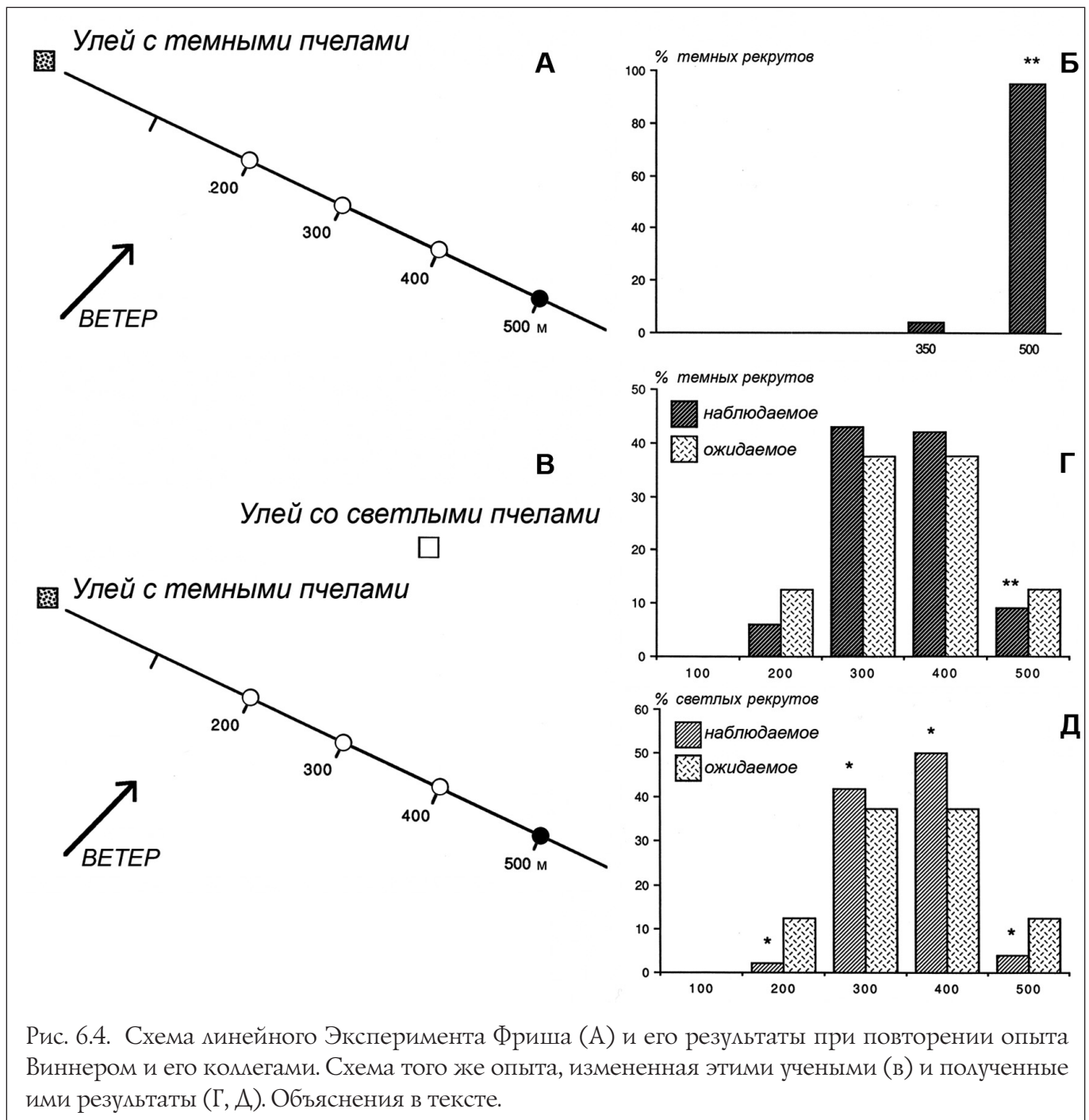


Рис. 6.4. Схема линейного Эксперимента Фриша (А) и его результаты при повторении опыта Виннером и его коллегами. Схема того же опыта, измененная этими учеными (в) и полученные ими результаты (Г, Д). Объяснения в тексте.

Иными словами, темные фуражиры могли извещать танцами своих партнеров о местоположении только одной кормушки, а светлые — обо всех четырех. Важной было то, что в округе были пчелы, регулярно посещающие все имеющиеся кормушки, а не только одну экспериментальную, как это было в опытах Фриша.

В данном случае гипотеза языка танцев оказалась бы подтвержденной, если бы 1) большинство темных пчел-рекрутов прилетали на экспериментальную кормушку за 500 м от улья и 2) если бы светлые пчелы-рекруты распределялись *равномерно* между всеми четырьмя кормушками.

Когда эксперимент был закончен, а результаты обработаны количественно, стало совершенно ясно, что рекруты как из одного, так и из другого улья игнорировали информацию, которая теоретически могла быть предоставлена им опытными фуражирами. Можно было сделать вывод, что рекруты *не пользовались «языком танцев»*, но и *не летели к источникам пищи чисто случайным образом!* Их поисковое поведение подчинялось какому-то принципу, объяснить который нам еще предстояло.

Были поставлены три таких опыта. С каждым разом схема их контролировалась все строже, так как становилась все более и более очевидным, насколько важна роль запаха в поисковом поведении

пчел. Третий эксперимент в серии, продолжавшийся три часа, был поставлен таким образом, чтобы стать самой жесткой проверкой гипотеза языка танцев. В этом опыте 14 темных фуражиров были натренированы на посещение той же кормушки в 500 метрах от улья (две звездочки на рис. 6.4Г). Фуражиры из другого улья посещали все четыре кормушки.

Результат оказался впечатляющим. За три часа 67% темных немеченых рекрутов прилетели на все четыре кормушки, при этом 85% предпочли две центральные. И только 6 темных рекрутов (9%) посетили экспериментальную кормушку в 500 м от улья, на которую были натренированы фуражиры из этого улья и чье местоположение могло содержаться в информации, транслируемой их танцами (рис. 6.4Г). Напомним, что при повторении нами опыта Фриша на эту кормушку прилетели более 90% фуражиров (рис. 6.4Б).

Распределение рекрутов из улья со светлыми пчелами оказалось почти таким же, как только что описано, хотя в данном случае фуражиры-информаторы могли посещать все кормушки равномерно (звездочки на рис. 6.4Д). Из 409 светлоокрашенных рекрутов, пойманных и убитых на кормушках, 92% прилетели на две центральные. Этот результат, как и в первом случае, совершенно не соответствовал предсказаниям гипотезы языка танцев, поскольку если бы рекруты руководствовались указаниям языка танцев, эти две кормушки должны были посетить около 50% рекрутов.

В действительности, полученный результат очевидным образом соответствовал вероятностным закономерностям, в соответствии с которыми рекруты распределялись между кормушками в зависимости от их расстояния от общего геометрического центра всех источников запаха. Этот вывод подтверждался сравнением частоты посещаемости рекрутами каждой кормушки и цифровыми

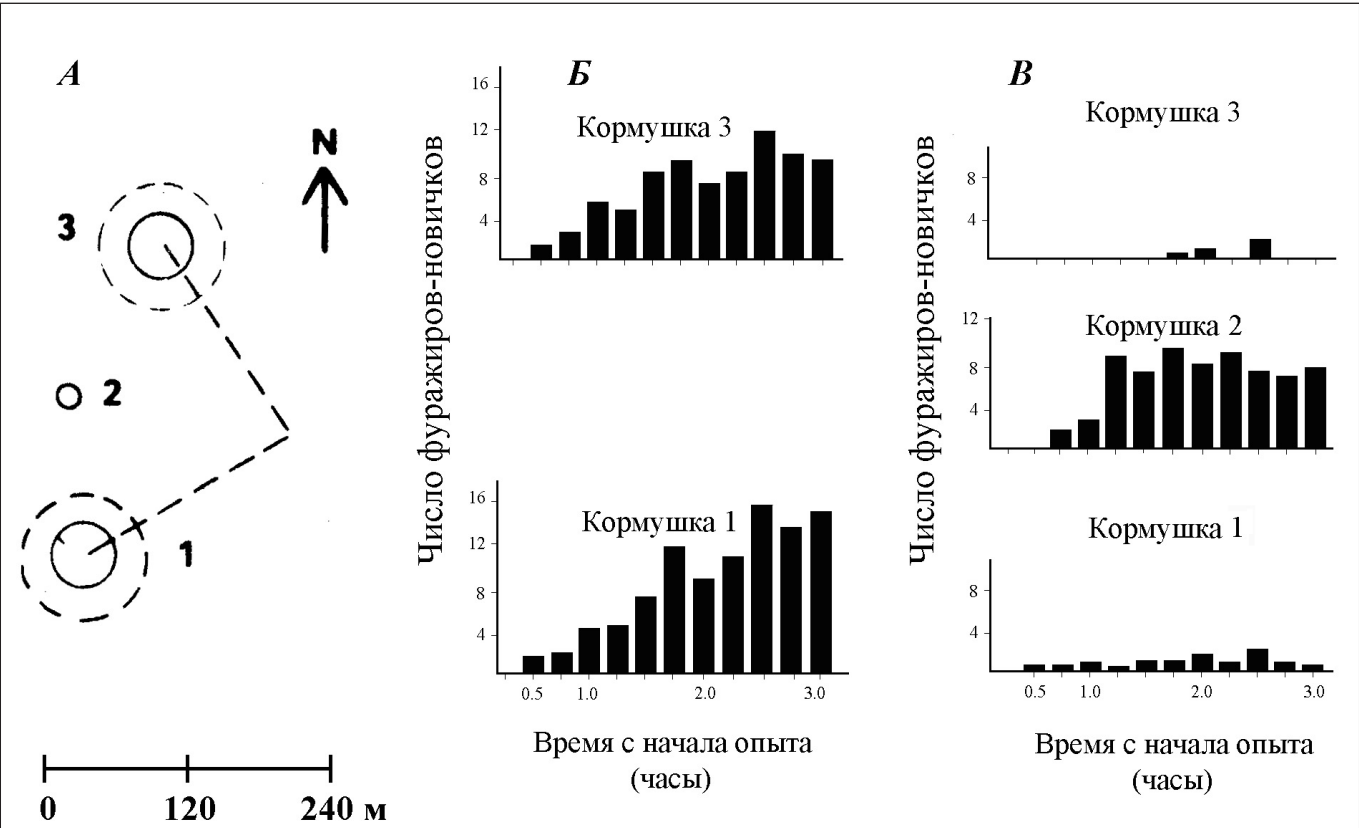


Рис. 6.5. Эксперимент А. Виннера с оавторами. *а* — крестик обозначает положение улья, цифры — номера кормушек. Окружности оконтуривают теоретически допустимую «зону разброса», куда могут прилететь новички при большей (внутреннее кольцо) или меньшей (наружное кольцо) информативности танца; *б* — кормушки 1 и 3 содержат пахучую приманку, кормушка 2 — беззапаховую; *в* — только кормушка 2 содержит пахучую приманку. Обратите внимание на лавинообразное нарастание числа новичков на кормушках с пахучей приманкой

значениями, соответствующими математическому ожиданию (рис. 6.4 Г, Д). Высокое соответствие двух рядов цифр не вызывало сомнений.

Пчел не удастся мобилизовать на приманку без запаха

Двумя годами позже (в 1969 году) А. Виннер и его коллеги проделали следующий опыт. Они установили три кормушки, расположив их на одинаковом расстоянии (300 м) от улья и на равных дистанциях – в 200 м одна от другой (рис. 6.5). В начале опыта несколько меченых пчел прикармливались только на кормушках 1 и 3, в которые был налит сахарный сироп с запахом гвоздики. Вскоре об этих кормушках стало известно и другим пчелам в улье: уже через полтора часа после начала эксперимента приток новичков на кормушки стал быстро увеличиваться.

На этом этапе легко было предположить, что опытные фуражиры, знакомые с самого начала с местом расположения кормушек, при помощи танцев указали своим собратьям по улью, где именно искать сироп с запахом гвоздики.

Чтобы проверить, так ли это, исследователи заменили пахучий сироп в кормушках 1 и 3 на раствор сахара той же концентрации, только лишенный запаха, а сироп с ароматом гвоздики налили в кормушку 2. О ее существовании в тот момент не знала ни одна пчела в улье, и тем не менее уже через 40 мин именно эта кормушка стала центром внимания фуражиров. Две другие, хорошо знакомые пчелам и содержащие ничуть не менее калорийную пищу, потеряли у обитателей улья всякую популярность. Лишь немногие пчелы продолжали по старой памяти посещать эти неароматизированные кормушки.

Мы видим, что пчела, уже неоднократно летавшая на кормушку, будет посещать ее вновь и вновь, если даже предлагаемую ей пищу лишить всякого запаха. Однако приток новых фуражиров, не побывавших здесь ранее, после такой операции резко сокращается.

Эта закономерность была ярко продемонстрирована в опытах американского ученого Л. Фризена (рис. 6.6). В начале каждого эксперимента он в течение двух часов позволял своим пчелам посещать пахучую приманку. Спустя 45 минут после начала опыта здесь, помимо опытных фуражиров, начинали появляться пчелы-новички, число которых быстро росло. Затем Л. Фризен менял пахучую приманку на беззапаховую. После этого суммарное число прилетов пчел на кормушку оставалось почти тем же самым, что и в предыдущие два часа, однако фуражиры-новички теперь появлялись здесь крайне редко.

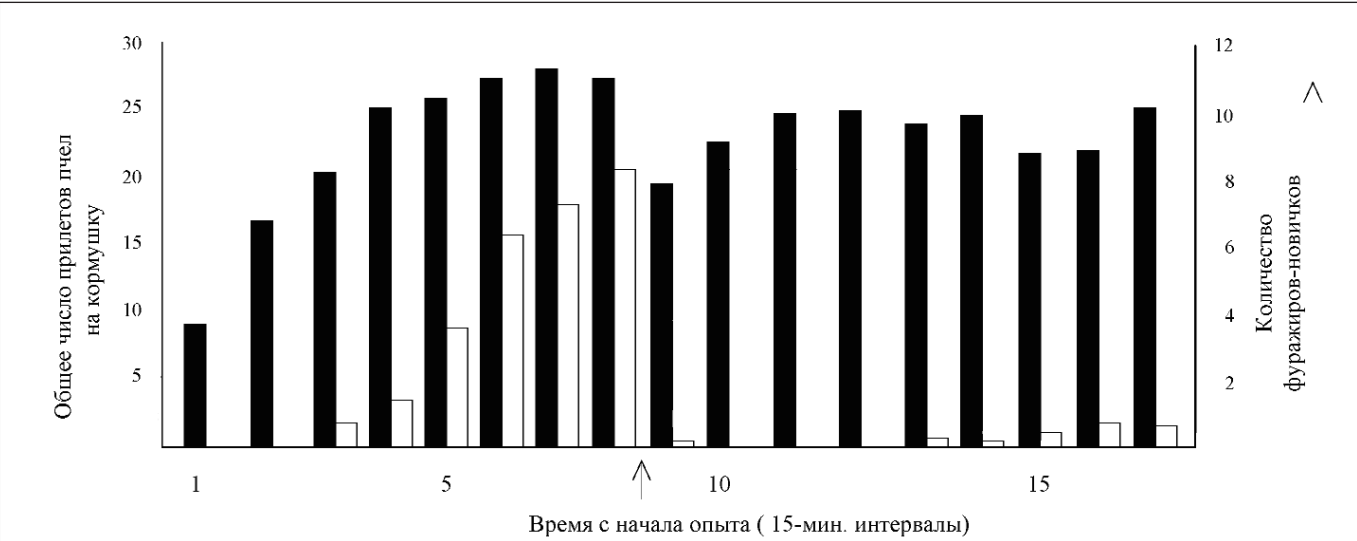


Рис. 6.6. Когда запаховая приманка заменяется на беззапаховую (стрелка) число новичков на кормушке (белые столбики) резко падает, хотя общее число прилетов пчел на кормушку (черные столбики) сохраняется примерно постоянным

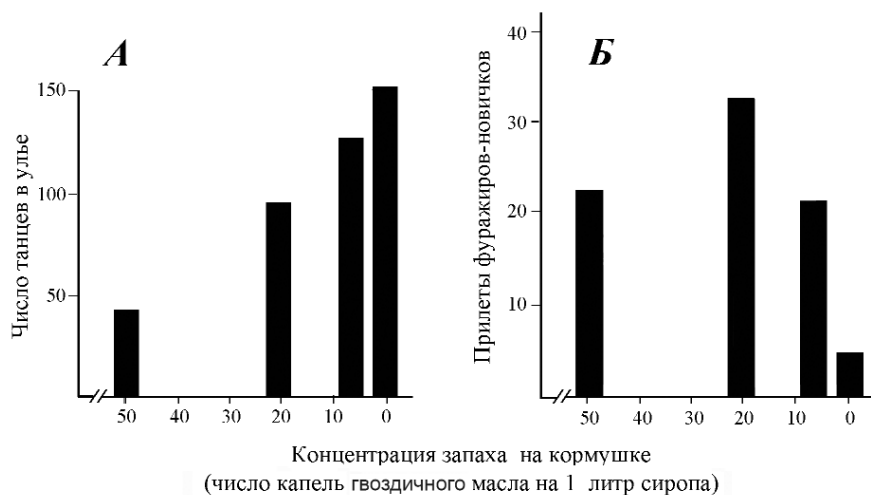


Рис. 6.7. При уменьшении концентрации запаха приманки на кормушке число танцев в улье возрастает (а), а прилет фуражиров новичков к кормушке резко сокращается (б)

В чем же тут дело? Можно ли утверждать, что мобилизация новичков прекращается из-за того, что они лишаются запахового сигнала о вполне перспективном источнике пищи? Или же опытные фуражиры, продолжавшие по памяти посещать не пахнущую кормушку, уже не танцуют в улье?

В 1971 г. А. Виннер и его коллега П. Уэллс получили исчерпывающий и довольно неожиданный ответ на эти вопросы (рис. 6.7). К всеобщему удивлению, оказалось, что чем меньше пахнет сахарный сироп в кормушке, тем интенсивнее танцуют пчелы, возвратившиеся с этой кормушки в улей. Однако пользы от этих танцев немного: новички, не получающие от танцующих пчел запахового сигнала, совершенно не склонны следовать указаниям танца и очень редко (по-видимому, случайно) достигают неароматизированной кормушки.

На основании всех этих наблюдений и многих других данных, на которых я сейчас не буду останавливаться, А. Виннер и его последователи пришли к выводу, что пчелы в большинстве случаев находят источники пищи, следуя направлению воздушных запаховых трасс. Вполне понятно, что чем больше пчел посещает тот или иной участок цветущего луга, тем сильнее пахнет проложенная ими воздушная дорога, и тем проще придерживаться ее фуражирам-новичкам. Именно этим, по-видимому, объясняется тот важный факт, что число новичков, начавших посещать дотоле незнакомую обитателям улья кормушку, нарастает очень быстро, лавинообразно (рис. 6.5, 6.6).

Ученые, высказавшие предположение о важности благоухающих нектаром трасс, не остановились на этом и решили проверить справедливость своей гипотезы. Но как это сделать? Вероятно, можно попытаться дезориентировать пчел, разрушив их невидимую дорогу. Для этого достаточно пересечь ее во всех направлениях другими такими же трассами, на перекрестках которых пчеле, ориентирующейся по запаху, легко будет заблудиться.

В основу задуманных опытов А. Виннер и его сотрудники положили классические эксперименты К. Фриша. Один из них, вариант так называемого «веерного эксперимента», состоял в следующем. Кормушки с пахучей приманкой располагались на одинаковом расстоянии, но в разных направлениях от улья, и меченые фуражиры прикармливались лишь на одной из них. Возвращаясь в улей, эти фуражиры мобилизовали новичков, подавляющее большинство которых в дальнейшем прилетели именно на ту кормушку, о которой знали меченые фуражиры. По мнению К. Фриша, этот опыт доказывал, что меченые, опытные фуражиры своими танцами информируют прочих пчел о направлении источника пищи.

Когда коллега А. Виннера – Д. Джонсон повторил этот эксперимент К. Фриша в слегка видоизмененном виде, он получил очень похожие результаты (рис. 6.8А). Действительно, свыше половины но-

вичков (56%) прилетели именно на ту кормушку, где до этого прикармливались меченые фуражиры. Тогда Д. Джонсон поставил рядом со своим экспериментальным ульем, населенным темными пчелами, другой, контрольный улей с пчелами иной, светлой окраски. На этом этапе опыта меченым фуражиром из экспериментального улья была известна лишь одна кормушка, а светлые пчелы из контрольного улья свободно посещали три другие кормушки.

Когда спустя некоторое время вновь подсчитали число темноокрашенных новичков, посетивших разные кормушки, картина оказалась совершенно иной, чем в опытах К. Фриша и в первом варианте опыта Д. Джонсона, поставленном в отсутствие светлых пчел. Теперь больше половины новичков (52%) из экспериментального улья посетили не ту кормушку, с которой их могли ознакомить опытные фуражиры, а совсем другую, не известную обитателям этого улья.

Чем же объясняется предпочтение, оказанное пчелами именно этой, а не какой-либо иной из четырех доступных им кормушек. По мнению сторонников «запаховой гипотезы», дело здесь в том, что основная масса фуражиров направляется к месту наибольшей концентрации запаха, которое в безветренную погоду находится примерно в геометрическом центре площадки, занятой всеми экспериментальными кормушками. Имея перед собой не одну, а три пахучие дороги, расходящиеся от улья веером, пчелы предпочитают лететь по средней из них (см. рис. 6.8 Б).

Ветер «работает» против гипотезы Фриша

Вполне понятно, что в спорах между приверженцами «лингвистической гипотезы» К. Фриша и сторонниками мнения, что пчелы ориентируются по запаху, критическим моментом является поведение фуражиров в ветреную погоду. Если прав К. Фриш, то направление ветра не должно оказывать сильного влияния на выбор направления полетов за взятком. Если же истина на стороне А. Виннера и его соратников, то движение воздуха, разносящего запах нектара, будет играть решающую роль в организации деятельности фуражиров.

Долгое время этому моменту не придавали никакого значения. Сам К. Фриш во время своих классических экспериментов никогда не регистрировал направление ветра и не принимал его во внимание. Когда же отечественный исследователь И. А. Левченко попытался в 1956 г. оценить значение этого фактора, оказалось, что мобилизация фуражиров на кормушку, расположенную с подветренной стороны от улья, идет в 4 - 10 раз интенсивнее, чем на такую же точно кормушку, помещенную с наветренной стороны. Это значит, что пчелы охотнее летят против ветра, мирясь с дополнительной физической нагрузкой, требуемой для преодоления встречного потока воздуха.

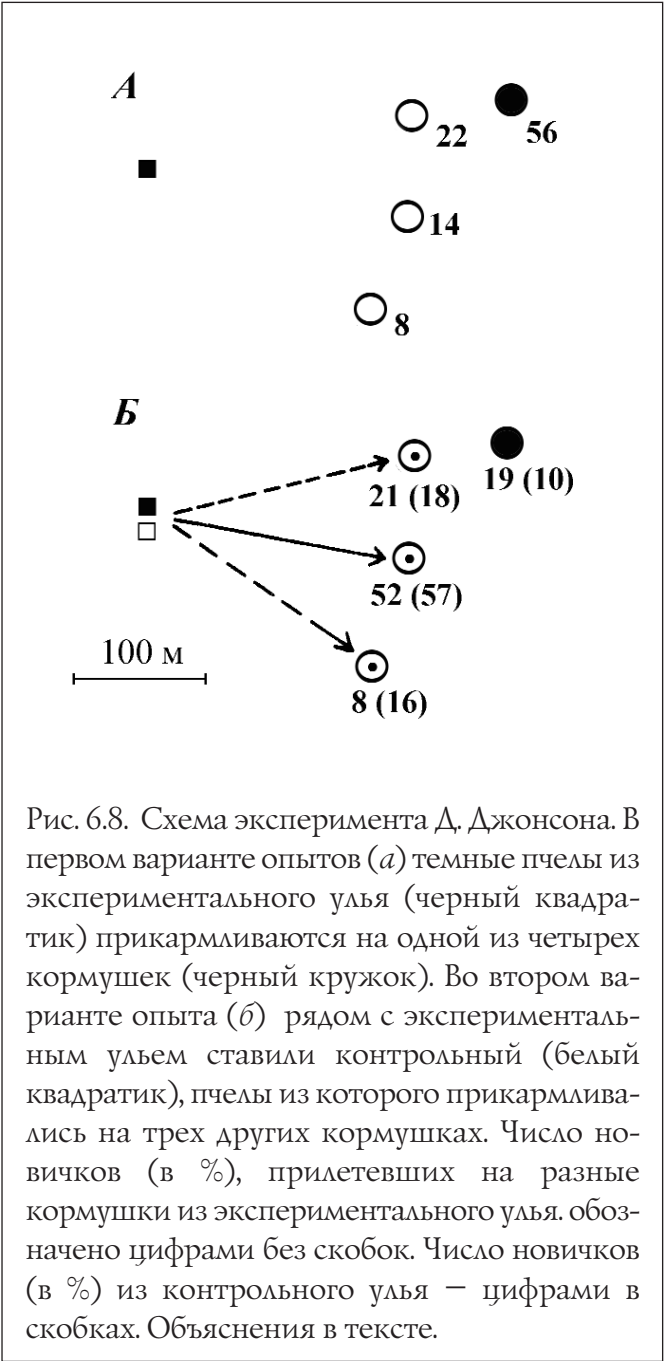


Рис. 6.8. Схема эксперимента Д. Джонсона. В первом варианте опытов (а) темные пчелы из экспериментального улья (черный квадрат) прикармливаются на одной из четырех кормушек (черный кружок). Во втором варианте опыта (б) рядом с экспериментальным ульем ставили контрольный (белый квадратик), пчелы из которого прикармливались на трех других кормушках. Число новичков (в %), прилетевших на разные кормушки из экспериментального улья, обозначено цифрами без скобок. Число новичков (в %) из контрольного улья — цифрами в скобках. Объяснения в тексте.

Еще замечательнее тот факт, что при полете против ветра пчелы гораздо быстрее достигают источника пищи, чем при попутном ветре, который, казалось бы, должен помогать их полету. В одном из опытов Л. Фризена, о котором я сейчас расскажу, среднее время от вылета фуражиров-новичков из улья до их появления на кормушке, составляло около 9 минут при движении против ветра и почти втрое больше (24 минуты) — при полете на такое же расстояние по ветру. Легко предположить, что пчелы, летящие в направлении ветра, тратят много времени на поиски источника пищи, тогда как другие, преодолевающие встречный поток воздуха, движутся прямо в сторону приносимого им запаха.

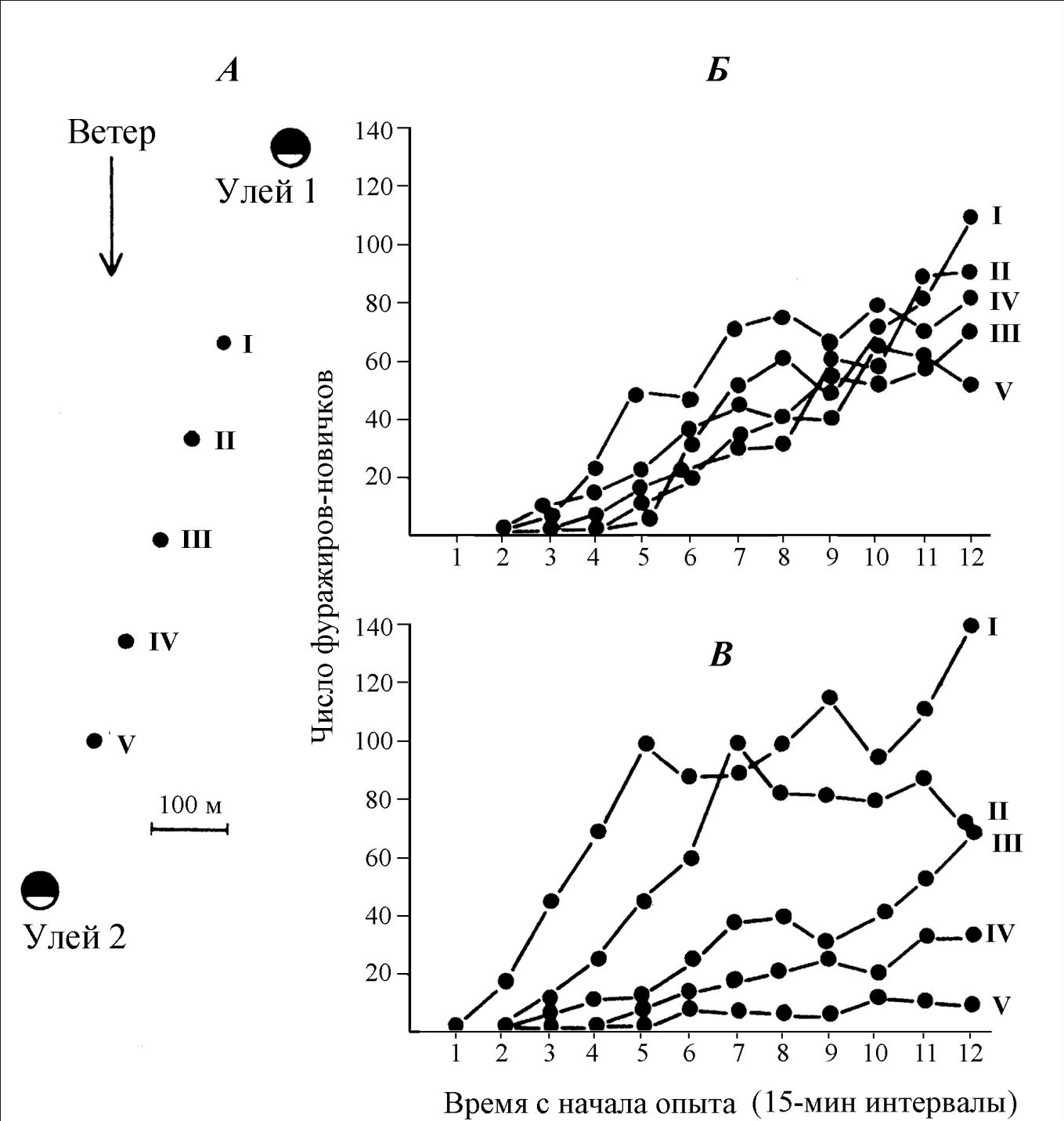


Рис. 6.9. Влияние направления ветра на поисковое поведение фуражиров-новичков. а — общая схема расположения ульев и кормушек относительно направления ветра (стрелка). Число новичков из улья 2 одинаково быстро нарастает на всех кормушках (б). Число новичков из улья 1 быстрее всего нарастает на кормушке I и очень медленно — на кормушке V. Объяснения в тексте.

Существенно одно обстоятельство, уже давно подмеченное А. Виннером: не только при вылете против ветра, но и при любой другой погоде новички затрачивают на свои маршруты к месту взятка гораздо больше времени, чем позволяет скорость их полета. Поскольку они в этом отношении неизменно уступают особям, уже знакомым с расположением кормушки, нетрудно предположить, что ее точный адрес не известен новичкам, и что они всегда вынуждены разыскивать цель своего полета.

Задумав досконально изучить влияние ветра на поведение пчел-фуражиров, Л. Фризен установил два улья на расстоянии 350 м друг от друга, а между ними поместил пять кормушек, выстроив их на одной линии (рис. 6.9). Эксперименты проводились в то время, когда ветер дул от улья 1 в сторону улья 2. В эти моменты на протяжении 3 часов подсчитывали число фуражиров-новичков на каждой кормушке. И что же оказалось?

Пчелы из улья 2, находящегося с наветренной стороны, почти не делали различий между разными кормушками. Число фуражиров из этого улья одинаково быстро нарастало на каждой из них, независимо от расстояния до улья, а суммарное количество новичков, посетивших каждую кормушку за 3 часа, было примерно одинаковым (см. рис. 6.9Б).

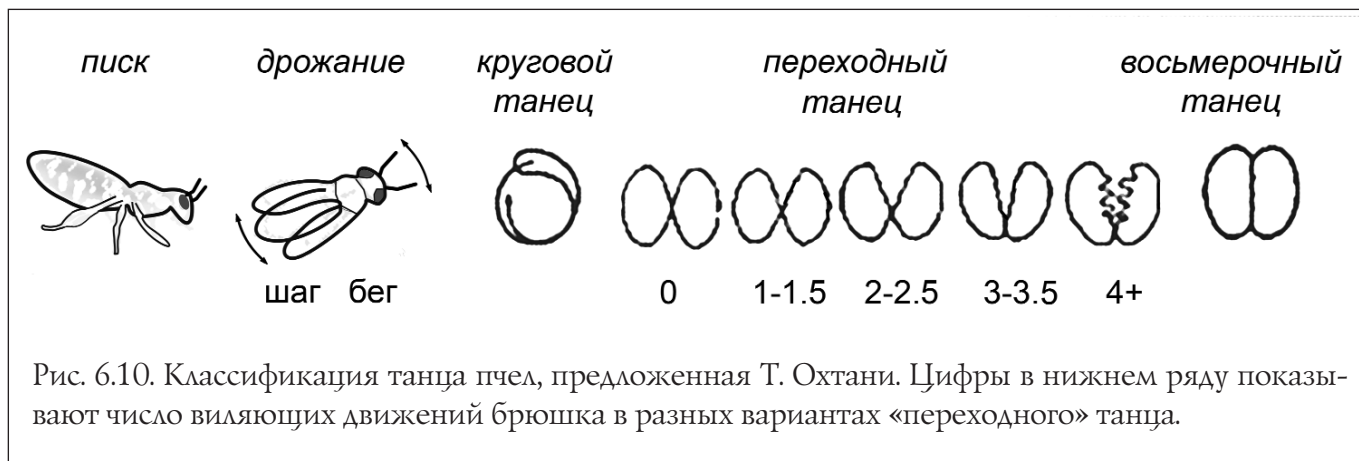
Обитатели улья 1, вынужденные летать по ветру, осваивали кормушку тем быстрее, чем ближе она располагалась к улью. Наиболее удаленную кормушку удалось найти лишь единичным пчелам из этого улья. Результаты эксперимента легко объяснимы: ветер приносит к улью сильный запах провизии от всех кормушек сразу, и их поиски не представляют труда для обитателей этого улья. Пчелы из улья 1 летят по той же самой пахучей струе; они вынуждены действовать в значительной степени наугад, в результате затрачивая даже на поиски ближайшей к улью кормушки втрое больше времени, чем их соплеменницы из подветренного улья.

Оппоненты в споре о «языке пчел» остаются при своих мнениях

Все опыты Виннера, Джонсона и Фризена, а также многие другие показывают, что проблема «языка пчел» совсем не столь проста, как это казалось полвека назад. Нескончаемые споры между последователями К. Фриша и скептиками, сомневающимися в справедливости его гипотезы, давно уже переросли сферу узко профессиональных энтомологических интересов и приобрели общенаучное, методологическое значение. Дело дошло до того, что полемика вокруг темы общения пчел получила в научном мире собственное название «лингвистически-запахового противоречия».

Исследователи группы, работавшей под руководством А. Виннера, уже 36 лет тому назад довели до конца серию экспериментов, продолжавшихся на протяжении 12 лет. Они убедительно доказали ложность гипотезы языка танцев. Тем не менее, и по сей день ее приверженцы, вопреки очевидности, пытаются стоять на своем. Прделано поистине бесконечное число хитроумнейших экспериментов. Обитателей улья стимулировали движущейся искусственной моделью пчелы, которая имитировала всевозможные варианты виляющего танца. Меняя длительность звуков, записанных на магнитофон и подаваемых в улей при помощи специальной акустической аппаратуры, пытались отправлять пчел на заранее рассчитанные расстояния. Фуражиров дезориентировали, помещая искусственное «солнце» в виде отраженного зеркалом зайчика или кварцевой лампы в противоположной стороне от истинного солнца. Меняли длительность виляющих пробегов танцующих, подкармливая их малыми дозами слабых ядов, а затем наблюдали, как скажутся эти изменения на дальности полетов новичков, мобилизованных этими танцующими.

По другому пути пошел японский ученый Такеша Охтани, который начал изучать поведение пчел как раз в тот 1974 год, когда Виннер и его коллеги поставили точку в своих исследованиях. Он решил выяснить, действительно ли рекруты используют информацию, содержащуюся в танцах, наблюдая в улье за поведением индивидуально помеченных пчел. Но первым шагом в более чем 30-летних изысканиях этого ученого было строго описать, что именно представляет собой танец. Вместо условного



подразделения его на два варианта (круговой и восьмерочный), Охтани выделил 6 его типов, из которых 2 подразделялись еще на подтипы (5 и 2, соответственно — см. рис. 6.10). Кроме того, он ввел количественную оценку интенсивности танца: число танцев в улье деленное на число полетов за взятком за тот же отрезок времени.

В одном из своих последних исследований Охтани работал с ульем, с населением около 30 меченых пчел, для каждой из которых был известен возраст в днях. Он описывал в деталях поведение одного-единственного фуражира и реакции на его действия рекрутов. Последние посещали кормушку, которую ассистенты ученого, наблюдавшие пчел в момент прилета туда, могли перемещать с места на место. На протяжении 16 дней регистрировались все без исключения вылеты фуражира за взятком и его поведение после возвращения в улей, а также реакция других членов общины на действия этой пчелы. Каждый раз регистрировали время, затраченное на полет от улья до кормушки и обратно.

Не вдаваясь в детали этой ювелирной работы, в ходе которой были прослежены и сняты на видео пленку почти 500 прилетов одного и того же фуражира в улей, следует лишь сказать, что она подтвердила скептическое отношение Охтани и других его японских коллег к гипотезе языка танцев. Коротко говоря, был сделан вывод, что танец является своего рода побочным эффектом физиологического состояния пчелы, наблюдаемым в случаях, когда это состояние оптимально. Поскольку, как считает Охтани, в танце задействованы те же нервные структуры и мышцы, что и в полете, сам танец можно расценивать как «псевдополет», проделываемый пчелой в состоянии повышенного общего возбуждения и «не контролируется его исполнительницей».

Но вот что любопытно: как бы тщательно ни был подготовлен эксперимент, сколь бы очевидным ни казался результат, полученный исследователем, — все это звучит достаточно веско лишь тех, кто отрицает возможность использования пчелами «языка танцев». Что касается ее поборников, то их упорство в отрицании очевидного есть следствие нежелания отказаться от идей, освященной именами нобелевского лауреата и других видных ученых, которые первоначально приняли гипотезу Фриша на веру. К их числу относится другой нобелевский лауреат — Нико Тинберген, известный исследователь пчел Мартин Линдауер, классик этологии Уильям Торп и многие другие. Отказаться от идеи, принятой на первых порах столь благосклонно, значило бы для этих людей потерять лицо. Благодаря им гипотеза Фриша превратилась в догму, опровергнуть которую логическими доводами не представляется возможным до сих пор.

Танцы пчел с точки зрения семиотики

Можем ли мы сегодня подвести более позитивный итог всему, что нам доподлинно известно о способах общения пчел? Думаю, это в наших силах. Несомненно, что танец фуражира, возвращающегося в улей со взятком, представляет собой комплексный сигнал, состоящий из стиулов самого различного характера.

Мы помним, что семиотики различают три основных типа знаков. Это, во-первых, знаки-индексы (или знаки-признаки) — такие, например, как след, оставленный зверем или птицей на мягкой почве, или дым, указывающий заинтересованному место костра, пожара и т. д. К числу типичных знаков-признаков относятся, кстати сказать, песни птиц и прочие сигналы неязыкового общения, речь о которых пойдет в следующей главе.

Мы с вами уже хорошо знакомы и с двумя другими категориями знаков — именно с иконическими знаками и со знаками-символами. Иконические знаки в той или иной мере подобны обозначаемым им предметам и явлениям, тогда как символы не имеют ничего общего с обозначаемым, почему и называются произвольными знаками.

Если говорить о способах общения пчел, то сейчас совершенно очевидна важнейшая роль, принадлежащая здесь знакам-признакам. Это те самые запаховые сигналы, которые исходят от пушистого тельца танцующей пчелы. Фуражир, посетивший цветы яблони или фиалки, приносит в улей сведения об этих источниках пищи в виде капельки определенным образом пахнущего нектара и других пахучих субстанций, адсорбированных волосками пчелиного тельца. Во всех этих случаях насекомые реагируют на стимулы, непосредственно доступные их органам чувств, так что здесь, несомненно, нет места явлению перемещаемости, как думали такие лингвисты как Бенвенист и Хоккет.

Прямолинейный пробег в сторону источника пищи, когда пчела танцует под открытым небом на горизонтальной крышке улья, нетрудно уподобить своеобразному знаку-индексу — вроде тех стрелок, которые указывают управление на наших дорожных знаках. Можно было бы пойти еще дальше, сказав, что виляющие движения брюшка и звуковой аккомпанемент танца выступают в качестве знаков-символов, извещающих о расстоянии до места взятка. Однако, как мы уже могли видеть, такую трактовку сегодня приходится категорически отвергнуть. Совершенно очевидно, что компоненты танца, которые с точки зрения наблюдателя можно было бы, казалось, расценивать в качестве иконических и символических знаков, в действительности оказываются непригодными для передачи информации, если из общего комплекса стимулов изъяты запаховые знаки-признаки. В этом смысле танец пчел имеет много общего с сигнальными кодами всех прочих видов животных, но коренным образом отличается от чисто символического языка, составляющего главный стержень общения в человеческом обществе.

В заключение полезно будет еще раз повторить цитату из превосходной книги Адриана Виннера и Патрика Уэллса: «...маневры танца пчел бесспорно содержат в себе информацию, посредством которой мы, люди можем определить месторасположение источника пищи, посещенное опытным фуражиром. При этом, однако, эксперименты Фриша определенно потерпели неудачу в попытках показать, что пчелы способны «декодировать» эту информацию и использовать ее в своем поисковом поведении». Перед нами характерный пример коренных различий в восприятии действительности человеком-наблюдателем и самими животными, которых мы изучаем. То, что с нашей точки зрения представляется сложно структурированным коммуникативным сигналом, мы, привыкшие пользоваться языком, склонны нагружать и неким развернутым содержанием. Однако в жизни братьев наших меньших даже такие, «сложные» внешние проявления зачастую выполняет сравнительно простую, недифференцированную функцию. Хорошим примером могут служить изошренные песни некоторых видов птиц, весь смысл которых сводится к обозначению местопребывания самого певца, и не более того. Об этом будет рассказано в следующей главе.

¹ В те времена еще не было известно, что пчелы собирают нектар, из которого затем изготавливают мед в сотах.

² Рекрутирование — процесс мобилизации на взятки пчел-рекрутов опытными фуражирами.

³ Речь здесь идет о летнем поколении рабочих пчел, которое появляется на свет после окончания зимовки. Что же касается тех рабочих, которые пополняют пчелиную семью осенью, то они переживают всю последующую зиму и, таким образом, гораздо долговечнее своих летних сестер.

⁴ Медоносные пчелы из разных географических районов отличаются друг от друга особенностями окраски, поведения и т. д. По этим признакам выделяются географические расы пчел: кавказские, краинские, итальянские и т. д. Краинские медоносные пчелы распространены в Югославии, Австрии и Швейцарии.

⁵ Это открытие было сделано А.Винером еще в 1962 г.

⁶ Под ритмом, или темпом, танца понимают число прямолинейных виляющих пробегов танцовщицы в единицу времени. Чем ближе источник корма, тем чаще следуют друг за другом такие пробеги, и, следовательно, тем быстрее ритм виляющего танца.

⁷ Этот орган, своего рода «отвес», расположен в месте сочленения головы и груди. Основание головы соприкасается с особыми чувствительными волосками, от которых в центральную нервную систему поступают сигналы, различные при разных положениях головы относительно груди. Каждому положению тела на сотах должна соответствовать определенная сила давления на волоски и, следовательно, особый сигнал, «прочитываемый» нервной системой и дающий пчеле информацию о том, какой именно угол она занимает в данный момент по отношению к горизонтали и вертикали. Похожий орган помещается в месте сочленения груди с брюшком. Эти инструменты играют неоценимую роль при строительстве пчелой сот, ячейки которых должны быть ориентированы друг относительно друга с поистине математической точностью.

⁸ Все новички, посетившие кормушки, отлавливались и уничтожались наблюдателем и, таким образом, не могли сообщать в улей сведения о найденных ими кормушках.

ЛИТЕРАТУРА

- Лопатина Н.Г. 1971. Сигнальная деятельность в семье медоносной пчелы. Л.: Наука. 154 с.
- Панов Е.Н. 2001. Бегство от одиночества. Индивидуальное и коллективное и в природе и в человеческом обществе. М.: Лазурь. 637 с.
- Фриш К. 1980. Из жизни пчел. М.: Мир. 214 с.
- Ромер А., Парсонс Т. Анатомия позвоночных. Т. 2. М.: Мир. 406 с.
- Gould J.L. 1976. The dance-language controversy. Quart. Rev. Biol. **51**(2): 211-244.
- Ohtani T. 2008. Recruitment efficiency of waggle dances performed by a worker honeybee and the influence on her dance performance by recruited foragers. Humans and Nature 19: 71-88.
- Wells P. H., Wenner A. M., Abramson Ch. I., Barthell J. F., Wells H. 2010. Nectar odor and honey bee foraging. Uludag Bee Journal 10(1): 35-40.
- Wenner A.M. 1974. Information transfer in honey bees: A population approach. Pp. 133-169 in *Nonverbal communication* (eds L. Krsames, P. Pliner, T. Alloway). N.Y.-Lnd.: Plenum Press.
- Wenner A.M., Wells.P.H. 1990. Anatomy of a Controversy. The question of a «Language» among Bees. N.Y., Oxford: Columbia Univ. Press. 399 p.