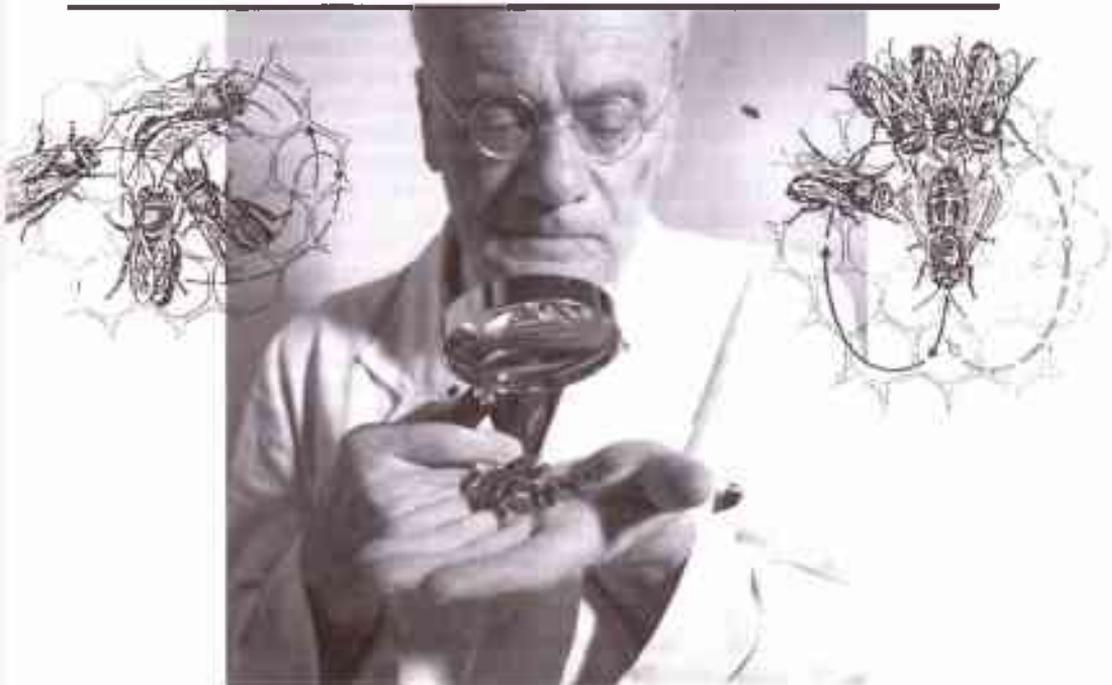


Борис Жуков

Танец разведчицы



Этот год — дважды юбилейный для одного из самых неожиданных открытий в биологии XX века. Ровно сто лет назад мир узнал о существовании пчелиного языка танцев. И ровно 50 лет назад человеку, поведавшему нам об этом, была вручена Нобелевская премия по физиологии и медицине. Открытие давно стало научной классикой, о нем говорится во множестве учебников и популярных книг и фильмов, о нем слышали даже многие из тех, кто вообще не интересуется ни поведением животных, ни системами передачи информации. Между тем споры вокруг него продолжают до сих пор.

Имя этого человека — Карл фон Фриш. В некоторых источниках в качестве его полного имени указывают «Карл Риттер», но Ritter — это не имя, а титул «рыцарь». (Кстати, русское слово «рыцарь» именно от этого сло-

ва и происходит.) Карл действительно принадлежал к старинному и разветвленному рыцарскому роду, но ко времени его появления на свет (а он родился в 1886 году) фон Фриши уже давно не облачались в латы и не ломали копья на турнирах, а занимались куда более мирными делами. В частности, отец Карла, Антон фон Фриш был известным венским хирургом и урологом. Написанное им (в соавторстве с Отто Цукеркандлем) трехтомное «Руководство по урологии» сыграло важную роль в становлении урологии как самостоятельной медицинской дисциплины.

Именно по настоянию отца Карл поступил на медицинский факультет Венского университета — но после первого же семестра сбежал на философский факультет (к которому тогда были приписаны все естественные науки) и занялся изучением то-



Карл фон Фриш за работой

го, что его интересовало со школьных лет — зоологии. В 1910 году он защитил диссертацию, став «доктором философии», и начал работать ассистентом профессора Рихарда фон Гертвига в Зоологическом институте Мюнхенского университета. Этот институт и этот город станут главными в судьбе Карла Фриша. В его жизни будет служба в военном госпитале во время Первой мировой войны, работа в Ростоке, Бреслау и Граце — но каждый раз он будет возвращаться в Мюнхен, как пчела в улей. И именно здесь он совершит свои открытия.

Область исследований, выбранная Карлом, лежала на пересечении зоологии и если не медицины, то ее фундаментальных оснований. Он занялся сравнительной физиологией — то есть физиологией животных, принадлежащих к различным систематическим группам. В то время, когда Карл Фриш входил в науку, это направление как раз очень бурно развивалось. Особенно интересными выглядели исследования органов чувств: даже относительно близкие родичи человека — млекопитающие — воспринимали мир очень по-разному. Что же касается эволюционно более отдаленных групп, то возможности их восприятия были для ученых в значительной мере *terra incognita*. И, как это обычно бывает, неведомая область населялась фантазиями — которые порой укоренялись настолько, что приобретали статус общеизвестных и непреложных истин.

Одной из таких фантазий было представление, что цветовое зрение доступно только наземным позвоночным. Ни какие бы то ни было беспозвоночные, ни даже рыбы цветов различать якобы не могут. Сегодня уже трудно установить, откуда взялось это странное мнение и почему его сторонникам не приходило в голову задать вопрос, как же тогда объяснить яркую окраску многих рыб, смену их наряда в брачный сезон и прочие подобные явления. Впрочем, наука этология, вплотную занявшаяся изучением таких явлений, еще не существовала — те, кому предстояло ее создать (и разделить с Фришем Нобелевскую премию), были еще детьми дошкольного возраста.

Однако проверить справедливость «общеизвестной истины» можно и не дожидаясь создания специальной научной дисциплины. Диссертация Фриша как раз и была посвящена зрению рыб, в том числе цветовому. Используя новый по тем временам метод «дифференцировки» (чтобы проверить, различает ли животное определенные стимулы, его пытаются обучить по-разному на них реагировать), Фриш доказал, что голыани несомненно различают цвета. В мире специалистов по физиологии зрения диссертация Фриша вызвала некоторое кипение страстей, кое-кто из маститых коллег выступил с резкой критикой, пытаясь опровергнуть выводы Фриша. Но, как потом вспоминал сам Фриш, это только привлекло к его работе больше внимания и в конечном счете содействовало ее признанию.

Реабилитировав рыб, Фриш обратился к другому объекту — пчелам. Мнение об отсутствии цветового зрения у этих существ казалось ему еще более нелепым: как же тогда у растений могли сформироваться столь яркие и разнообразные цветы? Ведь они явно возникли как приспособление для привлечения опылителей — а значит, эти опылители просто обязаны уметь различать цвета!

Серией нехитрых экспериментов (кормушку с сиропом ставили на квадрат определенного цвета — и вско-

ре пчелы стали прилетать на этот квадрат, даже когда на нем не было подкормки, как бы его ни перемешали и ни меняли местами с квадратами других цветов), Фриш вскоре доказал, что пчелы прекрасно различают цвета. Но эта работа поставила перед исследователем ряд новых вопросов. (Забегая вперед, скажем: всю последующую жизнь — а прожил он больше 95 лет — Фриш изучал пчел и только пчел.) Ученый приступил к этим исследованиям, но его работу прервала Первая мировая война. До самого конца ее он работал в военном госпитале близ Вены. Для научной работы эти годы были потерянны, зато там Фриш встретил свою спутницу жизни — художницу Маргарет Мор, работавшую в том же госпитале медсестрой. Они проживут вместе около полувека, и разлучит их только смерть Маргарет в 1964 году.

Вернувшись после войны в Мюнхен, Фриш приступил к прерванной военной работе. Он усовершенствовал методику: научился пометать отдельных пчел краской, чтобы иметь возможность проследить за их индивидуальным поведением, и соорудил специальный улей со стеклянной стенкой, позволяющей видеть, что происходит внутри. И однажды это позволило ему увидеть, как пчела-разведчица, обнаружив кормушку с сиропом и вернувшись в улей, начала с громким жужжанием выписывать круги на сотах. Окружающие пчелы (в том числе некоторые помеченные) пришли в необычайное возбуждение, и вскоре из улья к кормушке вылетел целый отряд сборщиц. Среди них были и меченые пчелы, которые до этого некоторое время не покидали улья и не могли знать о появлении источника пищи.

Фриш заподозрил, что «танец» разведчицы был сообщением о результатах разведки. Он начал более детальное исследование этого явления, варьируя расстояние до кормушки и направление на нее и детально фиксируя особенности танца. Работа шла небыстро, поскольку в это время Фриш дважды поменял место жительства и работы. В 1921 году он стал деканом факуль-

тета зоологии Ростоцкого университета, но уже через два года перебрался в Бреслау. Однако в том же 1923 году в «Зоологическом ежегоднике» появится огромная (на 186 страниц) статья Фриша с описанием его опытов, полученных в них результатов и того, что они могут означать. Там было и про цветное зрение, и про танец разведчиц, и много чего еще — все, что к этому времени Фриш узнал о жизни пчел.

Статья Фриша не вызвала ни научной революции, ни категорического неприятия коллег. Со времен его диссертации сравнительная физиология сильно прогрессировала, и очередные ее открытия уже не так удивляли ученых. А систематические исследования коммуникативных систем животных фактически еще не начинались. Специалисты по пчелам приняли работу Фриша благосклонно (в СССР на основе его методов даже разработали систему «дрессировки» пчел, побуждавшую их посещать те культуры, которые обычно не пользуются их вниманием, — например, красный клевер), но не придали особого значения открытой им сигнальной системе. Тем не менее эта работа и написанная на ее основе в 1927 году полноценная монография «О жизни пчел» создали Фришу репутацию одного из лучших знатоков биологии домашней пчелы. Которую он неустанно подтверждал своими работами: вернувшись в 1925 году в Мюнхен (уже на должность директора Зоологического института), он продолжал всестороннее изучение своего любимого объекта — не только черепитных и коммуникативных возможностей пчел, но всех сторон их жизни, включая болезни.

Это сыграло немалую роль в его судьбе. В 1933 году к власти в Германии пришли нацисты, и для немецкой науки настали худшие времена за всю ее историю. Фриш не слишком интересовался политикой и уж точно не был активным антифашистом, однако в своем институте давал работу ученым-евреям, которых нацисты изгоняли из других учреждений. В результате он стал объектом регулярных

доносов от добровольных ревнителей «расовой чистоты» и просто завистников, обвинявших его в том, что он не только благоволит евреям, но и сам не чистокровный ариец. В конце концов в 1940 году руководство университета официально обратилось в службу, ведавшую в Рейхе вопросами генеалогии. И тут выяснилось, что хотя Фриш — австрийский аристократ, его бабушка по материнской линии была дочерью евреев-выкrestов.

Фриша официально известили о предстоящем увольнении, но тут буквально взвыло министерство сельского хозяйства. Дело в том, что как раз в это время в Германии разразилась гигантская эпизоотия *нозематоза* — болезни пчел, вызываемой одноклеточными паразитами рода *Nosema*. Ботлочно выкашивала пчелиные семьи сотнями тысяч, грозя оставить Рейх не только без меда, но и без всех культур, опыляемых насекомыми. В такой ситуации увольнение и запрет на профессию для лучшего в стране знатока пчел выглядели прямым вредительством. Практические соображения взяли верх над расовой бдительностью: решение об увольнении было отменено, Фриш остался на своей должности, а борьба с *нозематозом* стала главным направлением его исследований.

Когда болезнь отступила, он продолжил исследования пчелиного танца. И именно в военные годы, через два десятилетия после публикации своего первого фундаментального открытия в этой области, совершил второе, не менее важное. Оказалось, что простенький круговой танец, с которого начались наблюдения, исполнялся только в том случае, если обнаруженный источник пищи находился в непосредственной близости от улья (не далее 85 метров). Если лететь нужно было дальше, разведчица начинала выписывать фигуру, напоминающую сплюснутую восьмерку. Танец, как мы помним, исполнялся на сотах, т.е. на вертикальной поверхности. На обоих концах восьмерки пчелка двигалась более-менее вниз, а в середине — вверх. И вот именно

на этой восходящей части танца она принималась активно вилять брюшком. Как оказалось, число движений брюшка было более-менее пропорционально расстоянию до найденного источника пищи, а угол между этой частью траектории и вертикалью приблизительно равнялся углу между направлениями на источник и на солнце. (Причем положение солнца пчелы уверенно определяли, даже когда небо было полностью закрыто облаками — что привело Фриша к открытию, что пчелы способны воспринимать поляризованный свет.)

Вскоре, однако, в исследованиях снова наступил перерыв: авиация союзников начала массированные бомбежки германских городов. Разрушению подвергся и Зоологический институт. После войны Фриш, ища возможность продолжать работу, перебрался в университет Граца в родной Австрии. Но как только в 1950 году мюнхенский институт возобновил свою работу, Фриш вернулся в Мюнхен и уже не покидал его до конца своей жизни.

В послевоенные десятилетия в мировой науке обозначились новые веяния. С одной стороны, все большую популярность завоевывала этология — новый подход к изучению поведения животных, основы которого были заложены еще до войны Конрадом Лоренцем и Николаасом Тинбергеном. Огромное место в ней занимало изучение коммуникативного поведения и используемых в нем сигналов. С другой — рождение кибернетики и теории информации обусловило интерес к самым разным знаковым системам, способам кодирования и передачи информации. И работы Фриша о «языке танца», идеально вписывавшиеся в оба эти контекста, стали привлекать все больше внимания далеко за пределами узкого круга специалистов по пчелам.

Но, как это обычно бывает в науке, рост интереса к какому-либо явлению или теоретической концепции обостряет и полемику вокруг них. С легкой руки американского лингвиста Чарльза Хоккета одним из принципиальных отличий че-

ловеческого языка от коммуникативных систем животных было свойство «перемещаемости» — способность сообщать о чем-то, что не дано в непосредственных ощущениях. По умолчанию предполагалось, что все сигналы животных сообщают либо о том, что в данный момент воспринимает (видит, слышит, чувствует) испускающая их особь, либо о ее собственном состоянии (например, половом возбуждении). Животные, дескать, не могут передавать информацию о том, чего нет «здесь и сейчас». Но работы Фриша явно противоречили этому: пчела-разведчица, танцуя на сотах в темном улье, сообщала сестрам о цветах, ждущих их далеко от этого места, о расстоянии до них и о том, под каким углом к солнцу (также невидимому в данный момент для «рассказчицы» и ее «слушателей») надо к ним лететь. И сборщицы понимали это сообщение — еще ни разу не восприняв эти цветы собственными органами чувств, они уже кое-что знали о них из «рассказа» разведчицы. Это могли принять не все.

Опыты и наблюдения Фриша продолжали многие исследователи в разных странах — внося в них различные изменения и узнавая о танцах пчел все больше. Но в 1964 году 36-летний американский энтомолог Эдриан Веннер (к этому времени уже сложившийся и признанный коллегами ученый, автор ряда статей о «языке пчел») вдруг объявил во всеуслышание, что никакого «языка танцев» не существует. Да, разведчица, вернувшись в улей, танцует на сотах. Да этот танец привлекает внимание рабочих пчел, приводит их в возбуждение и мобилизует на сбор. Но, по утверждению Веннера, никакой информации о местонахождении источника пищи в этом танце нет, а сборщицы ориентируются по запаховому следу, оставленному разведчицей в воздухе при возвращении в улей.

Теория «запахового следа» наделала немало шума и породила жаркие споры. У нее нашлись и горячие сторонники и яростные противники. Но к началу 1970-х годов мнени-

е большинства специалистов склонилось к тому, что «язык танцев» все-таки реален. В 1973 году Карлу фон Фришу вместе с основателями этологии Лоренцем и Тинбергеном была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине (сам 87-летний ученый уже не смог приехать в Стокгольм, и премию получал его сын Отто).

Дискуссия не прекратилась и после этого — Веннер и его сторонники стояли на своем (хотя коллеги все меньше обращали внимание на их публикации, да и ведущие журналы публиковали их неохотно). Уже в 1990 году Веннер и его сотрудник Патрик Уэллс выпустили книгу о своей борьбе против концепции Фриша. Львиная доля этого солидного труда посвящена попыткам доказать, что научное сообщество отвергло точку зрения авторов не на основании фактов, а по внаучным соображениям — в силу инерции, нежелания переписывать учебники и пересматривать лекционные курсы, стремления сохранить привычную картину мира.

Глупо отрицать, что подобные мотивы в научной среде не редкость — науку делают живые люди, а не бесстрастные роботы. И вполне возможно, что многими сторонниками реальности «языка танцев» двигало именно это. Но решающую роль сыграли все-таки факты. Через два года после выхода книги Веннера и Уэллса группа датских исследователей опубликовала результаты оригинального эксперимента. Они сконструировали механическую пчелу — миниатюрного робота (на человеческий взгляд, кстати, не слишком похожего на обитательниц ульев). Робот мог ползать по сотам по заданной траектории, жужжать и вилять «брюшком». Но он никуда не летал и не мог проложить никакого запахового следа. Что не мешало отрядам сборщиц вылетать по «адресу», указанному им механическим на-секомым.

Несмотря на столь, казалось бы, однозначное доказательство существования «языка танцев» ученые, отрицающие его реальность, есть до сих

пор. В нашей стране, в частности, такой точки зрения придерживается видный специалист по поведению животных Евгений Николаевич Панов, переведший книгу Веннера и Уэллса на русский язык. Но, похоже, эту дискуссию сегодня можно считать завершенной.

Карл фон Фриш умер в 1982 году, но исследования открытого им пчелиного «языка» продолжают и приносят все новые знания. Известно, например, что танец используется для передачи информации не только об источниках пищи. Когда из улья улетает рой, новое жилище для него тоже ищут разведчицы. И, найдя, сообщают о его местонахождении все тем же танцем. Но поскольку никаких сот у молодой семьи еще нет, разведчицы танцуют прямо на спинах сестер, сцепившихся в характерный ком на какой-нибудь ветке. В другом исследовании было выяснено, что если улей находится в закрытом помещении, соединенном с кормушкой криволинейным тоннелем (т.е. пчелы не могут лететь к источнику корма по прямой), разведчицы все же способны объяснить сборщицам, куда нужно лететь. А вот понятие «вверх» в пчелином «языке» отсутствует: когда исследователи поставили улей прямо у подножия башни, а кормушку — наверху, разведчицы нашли ее, но не смогли поделиться этим знанием с сестрами.

Вообще надо сказать, что «язык танцев», несмотря на свои удивительные возможности, все-таки не может считаться языком в полном смысле слова. Отвечая критерию перемещаемости, он не обладает другим важнейшим качеством настоящего языка — *продуктивностью*, т.е. способностью порождать неограниченное число разнотипных сообщений. На пчелином «языке» можно сказать только одно: «то, что нам нужно, находится в таком-то направлении на таком-то расстоянии».

Тем не менее этот «язык» невероятно интересен. В нем еще много интригующих загадок, и едва ли не самая важная из них — это его проис-

хождение. Как такая оригинальная система кодирования и передачи информации могла возникнуть в эволюции? При всем уважении к интеллекту пчел (у которых мозг составляет около 6% от общей массы тела — в то время как у нас около 2%) трудно представить, что они ее сознательно разработали. Как же в таком случае она появилась?

Увы, сигнальные системы не оставляют окаменелостей, и эмбриология тут тоже не помощник. Есть еще сравнительный метод, но сравнивать-то особо не с чем: «язык танцев» существует (и развит примерно в одинаковой степени) у нескольких видов пчел, живущих большими семьями, — и больше ни у кого. Однако кое-какие намеки может дать работа японского исследователя Такеши Охтани (по иронии судьбы — сторонника точки зрения Веннера). Оказывается, паттерн активности мышц и нервных структур танцующей пчелы чрезвычайно сходен с тем, что имеет место в реальном полете. Исходя из этого, Охтани рассматривает танец разведчицы как «псевдополет». Но всякому, кто знаком с основными идеями классической этологии, нетрудно увидеть в этом *ритуализацию* — хорошо известный этологам процесс формирования внутривидовых коммуникативных сигналов путем превращения поведенческого акта (или отдельных его элементов), исходно имевшего вполне утилитарное назначение, в чисто сигнальное, символическое действие. Можно предположить, что когда-то разведчица не посылая сборщиц к выявленному источнику нектара, а увлекала и вела их за собой. Но по мере роста размера пчелиных семей процесс мобилизации занимал все больше времени — и реальный полет все больше превращался в символические движения.

Впрочем, это не более чем догадки, и путь формирования «языка танцев» мог быть совсем иным. Как бы то ни было, сегодня, через сто лет после выхода работы Карла фон Фриша открытый им феномен все еще требует дальнейших исследований.