



Александр Марков

На сайте «Элементы» (elementy.ru) регулярно появляются интересные статьи с популярным изложением новостей науки. Приводим (с небольшими сокращениями) одну из них – рассказ Александра Маркова (по статье М. Витлингера, Р. Венера и Х. Вольфа в журнале «Science» в 2006 году).



Муравьи измеряют расстояние шагами

В 2006 году несколько учёных-энтомологов решили проверить, измеряет ли обитающий в пустыне Сахара муравей *Cataglyphis fortis* пройденное расстояние шагами. Для этого они изменяли насекомым длину ног. Муравьи «на ходулях» недооценивали пройденное расстояние, а муравьи «на культях» считали, что прошли больше, чем на самом деле. Точное определение пройденного расстояния, наряду с «внутренним компасом», необходимо муравьям для вычисления прямого курса при возвращении в гнездо после долгих странствий по лишённой ориентиров пустыне.

«Человек вышел из точки А и прошёл 3 км на север, потом повернул на 35° влево, прошёл ещё 2 км и пришёл в точку Б. В какую сторону ему следует идти, чтобы по прямой вернуться в точку А?»

Даже люди с высшим образованием испытывают затруднения при решении подобных задач, особенно если под рукой нет калькулятора. Многие общественные насекомые, однако, решают такие задачи с удивительной точностью, безошибочно возвращаясь в гнездо кратчайшим маршрутом после долгих странствий с множеством поворотов. Причём для этого им даже не нужны ориентиры. Обитающему в пустыне Сахара муравью *Cataglyphis fortis* на ориентиры рассчитывать вообще не приходится – кругом один песок, а поиски корма в этой безжизненной местности требуют длительных и далёких путешествий.

Для вычисления курса пустынные муравьи используют информацию о длине и направлении каждого пройденного отрезка пути. Направление они определяют по солнцу, как и многие другие животные. А для этого нужно иметь ещё и хороший внутренний хронометр, календарь и «встроенные» в мозг таблицы



Муравей *Cataglyphis* в решении задач по тригонометрии даст фору любому энтомологу (фото с сайта www.ifi.unizh.ch)

движения солнца по небосклону, поскольку это движение отнюдь не равномерно – около полудня, например, направление теней меняется намного быстрее, чем утром и вечером.

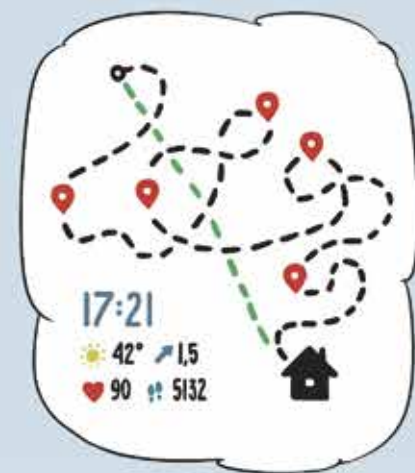
Метод, которым пустынные муравьи определяют пройденное расстояние, до сих пор оставался неизвестным. К ним неприменима «энергетическая гипотеза», согласно которой животные могут определять пройденное расстояние по затраченным усилиям. Ведь муравьи безошибочно прокладывают курс независимо от того, идут они налегке или с грузом. Не пользуются они и методом «зрительного потока», подобно пчёлам, которые оценивают дальность полёта по суммарному количеству «мелькания в глазах». Пустынные муравьи не ошибаются в оценке пройденного пути ни в темноте, ни на искусственных абсолютно гладких поверхностях, где не за что зацепиться взгляду, ни даже лишённые возможности видеть.

Ещё в 1904 году было высказано предположение, что муравьи меряют расстояние шагами, но лишь век спустя эту гипотезу решили проверить Матиас Виттингер из Ульмского университета и его коллеги – энтомологи из Германии и Швейцарии, уже давно изучающие поведение пустынных муравьёв.

В ходе эксперимента одним муравьям ноги обрезали (точно посередине голени), другим удлиняли, приклеивая свиную щетинку.

Муравьёв приучили бегать из гнезда к кормушке по прямому желобку длиной 10 м. Возле кормушки муравьёв ловили, меняли им длину ног, давали в челюсти кусочек пищи (чтобы было с чем возвращаться в гнездо) и выпускали в другой желобок, ориентированный параллельно исходному. Муравьи немедленно отправлялись в «обратный путь», то есть бежали в сторону предполагаемого гнезда. Пробежав по прямому желобку определённое расстояние, соответствующее, как они полагали, расстоянию от кормушки до гнезда, муравьи вылезали из желобка и начинали бегать туда-сюда в поисках входа в гнездо.

Учёные тщательно измеряли расстояние между той точкой, где муравей был выпущен в желобок, и той, где он переключался с поведенческой програм-



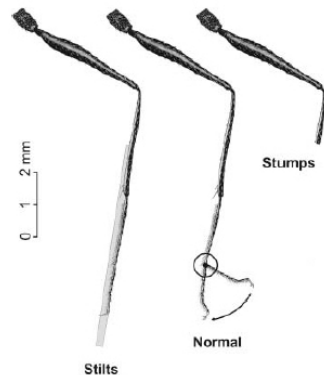


мы «бегу домой» на программу «где же вход?». Оказалось, что муравьи, которым не меняли длину ног, начинали искать вход, пройдя в среднем 10,2 м, муравьи на ходулях пробежали 15,3 м, а муравьи на культях – лишь 5,75 м.

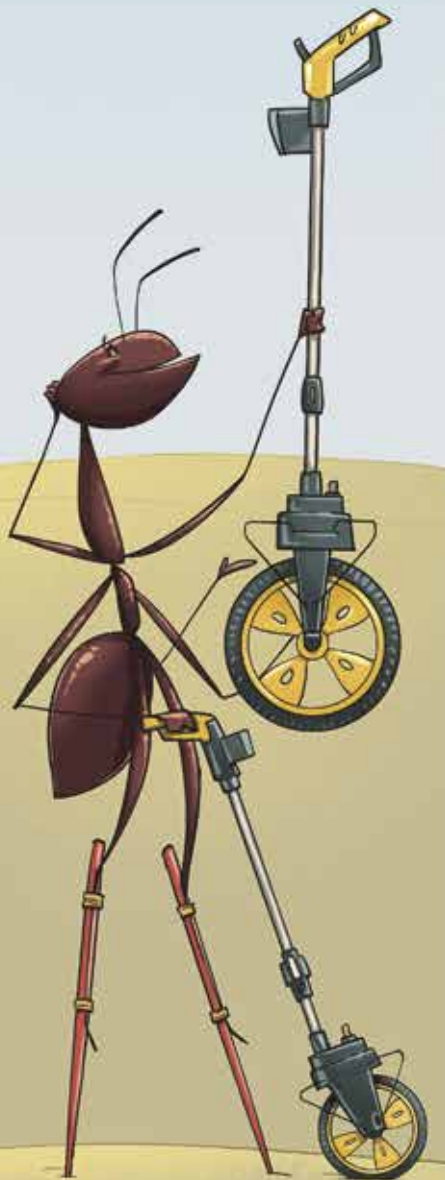
После этого муравьёв с изменённой длиной ног возвращали в гнездо, где они продолжали жить и совершать успешные рейды за пропитанием в течение многих дней, что говорит о том, что совершённые над ними манипуляции не слишком сильно им повредили. Правда, двигались они несколько медленнее «немодифицированных» сородичей. Средняя скорость передвижения нормального рабочего муравья этого вида составляет 0,31 м/с, тогда как особи с укороченными ногами бегали со скоростью 0,14 м/с, с удлинёнными – 0,29 м/с.

«Модифицированных» муравьёв, поживших какое-то время в гнезде, повторно ловили у кормушки и снова сажали в параллельный желобок, чтобы определить, как они оценивают пройденный путь после того, как добежали от гнезда до кормушки уже на изменённых ногах. Если «гипотеза шагомера» верна, теперь они уже не должны были ошибаться. Так и оказалось: муравьи «на ходулях» и муравьи «на культях», как и нормальные муравьи, начинали искать вход в гнездо, пройдя 10 метров и ещё чуть-чуть.

Самым сложным для исследователей оказалось измерить длину муравьиного шага. Проблема осложнялась тем, что длина шага зависит от размера насекомого (размеры рабочих муравьёв этого вида сильно варьируют), а также от скорости движения: чем быстрее идёт муравей, тем шире он шагает. Заснять на скоростное видео весь обратный путь муравья, чтобы просто подсчитать шаги и измерить их среднюю



Манипуляции с длиной ног пустынного муравья: «ходули» (stilts), нормальные ноги (normal) и «культи» (stumps). Рисунок из статьи в Science



длину, у исследователей не было возможности. Съёмка проводилась в небольших экспериментальных установках. Выяснилось, что длина шага нормальному муравью составляет в среднем 13,0 мм, «на ходулях» – 14,8 мм, «на культях» – 8,6 мм.

Чтобы подтвердить «гипотезу шагомера», нужно было убедиться, что в первой серии экспериментов (когда путь к кормушке муравьи проделывали на нормальных ногах, а обратно бежали на изменённых) насекомые начинали искать вход в гнездо, пройдя столько же шагов, сколько на пути к кормушке. Оказалось, что муравьи «на ходулях» проходили на 3,0–3,5 м больше, чем следовало, исходя из средней длины их шага. Муравьи с укороченными ногами также меньше, чем следовало, но незначительно.

Причины этого несоответствия учёные намерены выяснить в ходе дальнейших исследований. Пока же они ограничились предположением, что наблюдаемый сбой в работе шагомера может быть вызван нарушением соотношения между длиной шага и скоростью движения. Если у муравьёв «на культях» снижение скорости оказалось сильнее, чем уменьшение длины шага (скорость упала вдвое, шаг – на 35%), то у муравьёв «на ходулях» шаг увеличился, а скорость движения, наоборот, снизилась (возможно, из-за веса клея и свиной щетины). Муравьи просто стали медленнее перебирать ногами. Учёные отметили, что если бы скорость движения муравьёв «на ходулях» увеличилась на столько же, на сколько она уменьшилась у муравьёв «на культях», то и длина шага у первых оказалась бы больше (исходя из установленной зависимости длины шага от скорости), и тогда все цифры в их эксперименте замечательно сошлись бы.

В целом эксперимент получился красивый, и «гипотеза шагомера» в итоге получила весомое подтверждение, хотя принцип работы самого «шагомера», по-видимому, всё-таки отличается от простого подсчёта шагов. Похоже, муравьи принимают в расчёт также и скорость перебирания ногами и учитывают при этом, что при её снижении шаг у них получается короче.

Художник Алексей Вайнер

