Вопросы естествознания: сборник научных статей. Выпуск 5 / глав.ред. М.Г. Ясовеев, Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка. - Минск: Право и экономика, 2010. –С. 27-29.

Муравьиный “интеллект”

к.б.н, доцент В.С. Бирг

ЕВ. Марцинкевич, магистрант

Активная часть жизни муравья как типичного представителя высоко организованных соци­альных животных состоит из непрерывного потока ежесекундных решений, принимаемых в кон­тексте взаимодействия с постоянно меняющейся окружающей средой, а также приразличного рода социальных взаимодействиях (семейных, межсемейных, межвидовых). Накопление инди­видуального опыта - важный компонент поведения многих видов муравьев. Вопрос о разнообра­зии форм обучения и о когнитивных возможностях тесно связан с проблемой роли индивидуума в семье общественных насекомых до сих пор остается не ясен. У муравьев выявлены все основ­ные формы обучения, известные для позвоночных животных: ассоциативное обучение, форми­рование остановок на обучение, латентное обучение, запечатление. Также у данной группы насекомых обнаружены такие формы обучения, которые присущи только им. К ним относятся адаптивное обучение, когнитивные адаптации, а также достройка видотипических поведенческих стереотипов на базе подражательного обучения.

Сложность жизненного уклада муравьиной семьи удивляет даже специалистов. Трудно по­верить в то, что жизнь всего муравьиного сообщества и каждого отдельного его члена управля­ется только врожденными инстинктивными реакциями. Ученым пока не ясно, как происходит ко­ординация коллективных действий десятков и сотен тысяч жителей муравейника, каким образом муравьиная семья получает и анализирует информацию о состоянии окружающей среды, необ­ходимую для поддержания жизнеспособности муравейника. Вопросы эти рассматриваются с помощью метода изучения языкового поведения животных, предложенного известным специа­листом по теории информации и криптографии профессором Б .Я. Рябко и разработанного в Ин­ституте систематики и экологии животных СО РАН при участии Ж.И. Резниковой, специалиста в области экспериментальной этологии и экологии. Этот метод теперь называют теоретико­информационным.

Накоплен огромный наблюдательный материал, описывающий особенности жизни мура­вейника. При изучении этого материала на первый план выходит вопрос несоответствия между высоким "интеллектуальным уровнем" функционирования муравейника в целом и микроскопи­ческими размерами нервной системы отдельного муравья.

Муравейник как единый объект - в высшей степени рациональный и умелый "организм", который очень эффективно использует имеющиеся у него крайне ограниченные средства для поддержания жизнедеятельности. Он хорошо адаптируется не только к циклическим изменени­ям окружающей среды (смена времен года и времени суток), но и к ее случайным возмущениям (перемены погоды, повреждения в результате внешних воздействий и т. п.).

Для исследования когнитивных возможностей в полевых и лабораторных исследованиях чаще всего применяются различные лабиринты и препятствия.

По тому, как муравьи находят дорогу в лабиринте, можно узнать, какие из них более сооб­разительные. У ученых особенно популярен лабиринт, составленный из стеклянных цилиндров, - он достаточно сложен, а сквозь его прозрачные стенки удобно наблюдать за поведением насе­комых.

Процессы обучения и запоминания у муравьев исследуются по отношению к их способно­стям запоминать пути в пространстве, т.е. сохранять в памяти пространственные ориентиры. Еще в 30-е годы 20-го века Э. Толмен выдвинул идею существования у людей и у некоторых ви­дов животных внутренних когнитивных карт, т.е. ментальных отображений жизненно важных участков пространства, позволяющих представлять 'Что где находится". Но многолетние иссле­дования Венера, проведенные на Catagfyphisи Formica,привели к выводам о том, что муравьи не оперируют когнитивными картами, т.е. не располагают полным представлением о простран­ственном устройстве своих территорий. Зато эти насекомые хорошо запоминают визуальные ориентиры.

Для существования в своей среде обитания муравьиной семье необходимо уметь оцени­вать и собственное состояние, и состояние окружающей среды, уметь переводить эти оценки в конкретные задачи поддержания гомеостаза, устанавливать приоритеты этих задач, следить за их выполнением и в режиме реального времени перестраивать работу в ответ на внешние и внутренние возмущения.

Как муравьи делают это?

Ведь в муравьиной семье не обнаруживается никакого "мозгового центра", который управ­лял бы общими усилиями для достижения желаемого результата, будь то добыча пищи или защита от врагов. Более того, анатомия отдельного муравья не позволяет поместить этот "мозговой центр" в отдельном муравье. Слишком малы физические размеры его нервной системы, и слишком велик объем программ и накопленных поколениями данных, необходимых для управ­ления жизнедеятельностью муравейника. Если принять допущение об инстинктивных реакциях, то достаточно правдоподобный алгоритм поведения может выглядеть следующим образом. В памяти живого существа в том или ином веде должно находиться нечто подобное таблице "си­туация - инстинктивный ответ на ситуацию". В любой жизненной ситуации информация, посту­пающая от органов чувств, обрабатывается нервной системой и "образ ситуации", созданный ею, сравнивается с "табличными ситуациями". При совпадении "образа ситуации" с какой-либо "таб­личной ситуацией" выполняется соответствующий "ответ на ситуацию". Если совпадения нет - поведение не корректируется или выполняется некоторый "дежурный" ответ. Ситуации и ответы в такой "таблице" могут быть обобщены, но и при этом ее информационный объем будет очень большим даже для выполнения относительно простых функций управления. 'Таблица" же, кото­рая управляет жизнью муравейника и в которой перечислены варианты ситуаций трудовой дея­тельности и контактов с окружающей средой при участии десятков тысяч муравьев, становится просто необозримой, и для ее хранения потребовались бы колоссальные объемы "запоминаю­щих устройств" нервной системы. Кроме того, время получения "ответа" при поиске в такой "таб­лице" также будет очень велико, так как его необходимо выбирать из необозримо большого набора схожих ситуаций. А в реальной жизни эти ответы надо получать достаточно быстро. Естественно, что путь усложнения инстинктивного поведения вскоре заводит в тупик, особенно в тех случаях, когда требуются инстинктивные навыки коллективного поведения.

Для оценки сложности "таблицы инстинктивного поведения" посмотрим хотя бы, какие ос­новные операции приходится выполнять муравьям-"животноводам" при уходе за тлями. Оче­видно, что муравьи должны уметь находить на листьях "богатые пастбища" и отличать их от "бедных", чтобы вовремя и правильно перемещать тлей по растению. Они должны уметь распо­знавать опасных для тлей насекомых и знать способы борьбы с ними. При этом вполне возмож­но, что способы борьбы с разными врагами отличаются друг от друга, и это, естественно, увели­чивает необходимый объем знаний. Важно также уметь опознавать самок тлей, чтобы в определенный момент (в начале зимы) переносить их в муравейник, располагать в специальных местах и обслуживать всю зиму. Весною же надо определить места их повторного расселения и органи­зовать жизнь новой колонии.

Наверное, нет надобности продолжать, но уже перечисленные операции дают представле­ние об объеме знаний и умений, нужных муравью. При этом надо учитывать, что все подобные операции - коллективные и в разных ситуациях могут выполняться разным количеством муравь­ев. Поэтому невозможно выполнять эту работу по жесткому шаблону и надо уметь адаптиро­ваться к меняющимся условиям коллективного труда. Например, муравей-"животновод" должен знать не только, как ухаживать за тлями, но и как участвовать в коллективной жизни муравейни­ка, когда и где работать и отдыхать, в какое время начинать и кончать рабочий день и т.д. Для координации действий десятков и сотен тысяч муравьев в безграничном количестве вариантов коллективной трудовой деятельности необходим уровень управления на порядки выше того, ко­торый возможен при инстинктивном поведении.

Нами был проведен эксперимент, целью которого был поиск доказательств, что муравьи рода Formicaобладают не только памятью, но и чувством времени. Опыт проводился на протя­жении 4-х лет, начиная с 2006г.

Методика опыта: в строго определенное время (для каждого муравейника было свое вре­мя) недалеко от одной из кормовых троп выставлялась кормушка, которая представляла собой неглубокую емкость, заполненную куриным бульоном. Было затрачено время на ожидание нахождения кормушки разведчиком. Так продолжалось на протяжении шести дней. Затем корм­ление прекращалось.

Результат: муравьи собирались строго в определенное время. За пять минут до назначен­ного времени их еще не было. Они могли задержаться на 5 - 7 минут, но раньше не приходили никогда. После прекращения кормления еще в течение 3 дней муравьи приходили каждый в свое время. Ждали до 7 -10 минут и уходили.

По результатам опыта с определенной долей вероятности можно сказать, что простран­ственная ориентация, основанная на обучении, проявляется у муравьев как на индивидуальном, так и на групповом уровне. Коллективное использование территории у муравьев рода Formicaосновано на поведенческой специализации фуражиров по отношению к использованию и запо­минанию ориентиров. В группах рабочих, которые посещают один и тот же кормовой участок и координируют свои действия на этом участке, различные особи используют различные ориенти­ры при поиске точки в пространстве. Члены группы могут ориентироваться на предметы разной высоты, т.е. в муравейнике различные члены семьи являются носителями различных систем ви­зуальной ориентации в пространстве. Сказать точно, по каким критериям шла ориентация не­возможно. Есть вероятность, что ориентация происходила на определенное положение солнца в момент появления на тропе корма.

Сравнительно небольшое количество работ посвящено способностям муравьев к выработ­ке рефлексов на время. Обзоры помещены в книгах Длусскогои Холльдоблера и Вильсона. В данный момент разработка этого вопроса продолжается.