

Проектирование и развитие современных городов сейчас значительно осложнено: увеличилось население и количество транспорта, застройка должна быть технологичной, эффективной, экологичной и так далее. Основным фактором влияния на городскую систему называют поток. Это довольно широкое понятие, которое касается как экономики и техники, так и социальной и пространственной организации. Городские потоки исследуют, чтобы разрабатывать оптимальные транспортные системы и коммуникации.

Современное проектирование полагается на компьютерные модели, которые симулируют потоки пешеходов, автомобилей и прочую городскую жизнь. Но существует и довольно необычный метод дизайна таких пространств — биологический. Яркий пример: слизевики, простейшие организмы, способные прокладывать наилучший путь с минимальными затратами энергии. В одном эксперименте 2010 года слизевик построил оптимальный маршрут между точками, почти полностью повторив карту железных дорог в Токио. Может быть, поведение людей в городах тоже можно симулировать другими организмами?

Проверить эту гипотезу решили четверо биологов из Израиля. Они проанализировали устройство среды в крупных городах с помощью пустынной саранчи (*Schistocerca gregaria*). Ее выбрали потому, что, по словам других исследователей, она представляет собой «квинтэссенцию коллективного движения». Насекомые сбиваются в рои, синхронизируют свое перемещение, причем сохраняют такое поведение даже в стесненных условиях.

Израильские биологи следили за движениями саранчи (как одиночек, так и групп) с помощью камеры и компьютерного зрения и выделяли паттерны поведения в симуляциях городской среды. Результаты эксперимента опубликованы в журнале *iScience*.

Авторы работы построили три физические модели некоторых районов Нью-Йорка, Рима и Каира в масштабе 1:200. По улицам, ширина которых варьировалась от одного до четырех, бродили 50 нелетающих особей саранчи в течение четырех часов, пока их снимала видеочкамера. Затем траекторию движения каждого насекомого обработала программа *LocusTracker*, а биологи построили тепловые карты. Программа фиксировала скорость саранчи, тип территории, на которой она находится, количество насекомых в одном месте и так далее.

Выяснилось, например, что на широких улицах Нью-Йорка (его топология сетчатая), которые теоретически подходят для коллективного движения, скоплений было мало

(20%). Но в целом насекомые чаще находились на самых широких улицах. В Риме они вели себя иначе — этот город устроен иерархически (топологию можно сравнить с деревом алгоритма) и рассчитан на бродячие толпы туристов. Саранча, гуляя по нему, сбивалась в рой одинаково часто как на узких, так и на широких улицах.

Наконец, в Каире, который, по мысли авторов научной работы, должен был мешать образованию толп из-за множества узких улиц и острых углов, насекомые все равно искали возможность объединиться — больше половины особей находились на относительно широких пространствах. Ученые сделали вывод, что поток (его как раз и представляли насекомые) предпочитает собираться в открытых пространствах и двигаться в основном по широким улицам.

Преимуществом такого биотехнологического подхода может быть именно неочевидность. Компьютерные симуляции, как отметили исследователи, не подсветили бы выявленные динамические эффекты.

Но стоит оговориться, что эти модели упрощенные — в них нет правил дорожного движения и других ограничений. Кроме того, если продолжать подобные исследования с живыми насекомыми, можно использовать муравьев, которые следуют друг за другом по феромонному следу. В будущем эти методы могут помочь в проектировании новых городов.