

Московская школа на Юго-Западе № 1543

Предпочтения при повороте в лабиринте
у муравьёв вида *Formica polyctena*
(Forster, 1850).

Работу выполняли:
Таубе Аркадий
Брит Игорь

Научные руководители:
Волкова Полина Андреевна
Глаголева Надежда Сергеевна

Москва, 2018.

Введение

Муравьи (Formicidae) — эусоциальные насекомые, относящиеся к отряду перепончатокрылые (Hymenoptera). Муравьи создают большое гнездо, где живет одна семья. В семьях есть три касты: рабочие самки, крылатые репродуктивные самки и самцы. У репродуктивных особей крылья впоследствии отпадают, что связано с их подземным образом жизни. Рабочие особи (бесплодные самки) рождаются физиологически недоразвитыми. При рождении они имеют относительно небольшое число овариол (яйцевых трубок в яичниках), и поэтому способны откладывать яйца только первые две-три недели после рождения. Из этих яиц впоследствии появляются самцы. Рабочие делятся на фуражиров (они добывают пропитание для всей семьи; в основном двигаются по уже проложенным дорожкам или туннелям, а иногда — по специальным химическим меткам, оставленным муравьями-разведчиками), внутригнездовых особей (они находятся внутри муравейника и выполняют самые разные функции: от ухода за личинками до принятия пищи у фуражиров) и разведчиков (в основном внегнездовой муравей, выполняет функции поиска пищи, может проводить мобилизацию — заставляя муравьев фуражиров и внутригнездовых муравьев двигаться по специально оставленным химическим меткам). (Захаров, 2015).

Добыча пищи занимает важное место в поведении муравьев, для возвращения в гнездо муравьям-фуражирам и разведчикам приходится использовать разные механизмы ориентации на местности, в том числе там, куда они попали впервые.

Для ориентации муравьи-фуражиры могут использовать различную информацию.

В экспериментах Патрика Бреги было показано, что муравьи могут использовать для ориентации видимые ориентиры (Bregy et al., 2008). В его экспериментах муравьи-фуражиры вида *Cataglyphis noda* (Brulle, 1883) были приучены к ориентиру (черный цилиндр), стоящему у входа в гнездо. Затем муравьев-фуражиров вместе с кормушкой перемещали на экспериментальное поле, где цилиндр стоял не в том месте, где стоял раньше, а был смещён от предполагаемого входа в гнездо на некоторое расстояние. Муравьи, двигаясь в поисках входа в гнездо, постепенно смещались к цилиндру и искали около него.

Муравьи вида *Cataglyphis noda* смогли изучить и использовать для навигации различную информацию (вибрационную, визуальную и обонятельную), являющуюся ориентиром гнезда. Муравьи искали гнездо не там, где оно было, согласно обучению до эксперимента, а там, куда показывал ориентир, ориентир также смещали относительно гнезда, при этом сам ориентир оставался неизменным (та же частота вибраций, тот же запах и т.д.) (Buehlmann et al., 2012).

Ранее было показано, что большинство муравьев вида *Myrmecia croslandi* (Taylor, 1991), попав на незнакомую территорию,

начинают двигаться к гнезду. В этом исследовании муравьев-фуражиров, взятых до сбора пищи (возле кормового дерева – эвкалипта) или после сбора пищи (у входа в гнездо), помещали в незнакомую им местность в радиусе 10-15 метрах от гнезда, и наблюдали, куда будет двигаться муравей. Муравьи данного вида хорошо известны тем, что двигаются в поисках пищи индивидуально без сопровождения из нескольких рабочих и без каких-либо дорожек (Zeil et al., 2014).

Нашей целью было расширить представление о поведении муравьев-фуражиров и муравьев-разведчиков вида *Formica polyctena*, Forster, 1850.

В отличие от муравьев *M. croslandi* у исследуемых муравьев есть фуражировочные дороги, по которым происходит доставка пищи в гнездо, муравьи-разведчики двигаются вокруг этих дорожек (Захаров, 2015; личные наблюдения, 2018).

Нас интересовало, в каком направлении будут перемещаться муравьи, попавшие в незнакомую местность (лабиринт), где нет запахов, оставленных какими-либо муравьями, и где они никогда не были, а именно, есть ли у муравьев *F. polyctena* предрасположенность к повороту к гнезду или от него в незнакомой местности.

Кроме того, мы хотели исследовать, есть ли у муравьев этого вида предпочтения правой или левой стороны при повороте в лабиринте.

Ранее было показано, что муравьи вида *Lasius niger* (Linnaeus, 1758) в двенадцати случаях из тринадцати на своих дорогах держатся правой стороны. Муравьи *Temnothorax albipennis* (Curtis, 1854) чаще в лабиринте поворачивают влево. В исследуемой колонии разрушали гнездо, вынуждая муравьев двигаться в неисследованный лабиринт в поисках нового гнезда (Frasnelli, 2013; Hunt et al., 2014).

Мы хотели дополнить результаты работы, выполнявшейся в 2017 году (Ким, Давитадзе, Камелин, 2018). В этой работе муравьев в лаборатории сажали в Y-образные лабиринты с тремя развилками (в начале ход делится на два, а затем те два еще на два), находящиеся в чашках Петри.

Экспериментаторы засекали время и выбор муравья на развилках. Было показано, что у муравьев есть некоторое предпочтение правого направления при повороте в лабиринте: на второй развилке муравьи достоверно чаще поворачивали направо. Также было показано, что выбор направления при повороте не зависит от предыдущего выбора. Кроме того, при выборе направления муравьи не руководствуются расположением муравейника. (Ким, Давитадзе, Камелин, 2018).

Цели и задачи

Цель: Узнать, есть ли предпочтение у муравьев *Formica polyctena*

при повороте в лабиринте: к гнезду или от гнезда и направо или налево.

Задачи:

1) Пропустить некоторое количество муравьев через лабиринт на улице рядом с муравьиной дорожкой и сравнить количество поворотов к гнезду и от гнезда, учитывая некоторые условия (время дня, вверх ногами муравей или нет и т.д.).

2) Пропустить некоторое количество муравьев через лабиринт в лаборатории и сравнить количество поворотов налево и направо, учитывая стороны света, куда повернут лабиринт.

Материалы и методы

Работу мы проводили с 1 по 6 июля 2018 года, в северо-восточной части Ленинградской области – Лодейнопольском районе, в Нижне-Свирском заповеднике, недалеко от побережья Ладожского озера – около устья реки Гумбарка.

Мы выбрали гнездо муравьев вида *F. polyctena*, находящееся примерно в 3 метрах от берега реки Гумбарки, от гнезда вдоль берега на расстоянии 2 метров тянулась исследуемая дорога муравьев. Само гнездо имело два поднятия над землей.

С 1 по 4 июля мы проводили эксперименты рядом с гнездом: с 1 по 3 июня в 10,5 метрах от гнезда, 4 июля в 16,5 метрах от гнезда. 5 и 6 июля мы проводили эксперименты в лаборатории.

По совету рецензента прошлой работы (Ким, Давитадзе, Камелин, 2018), Д. Н. Горюнова, за сутки до начала эксперимента мы расположили на расстоянии в 10,5 метрах от гнезда с двух сторон от дорожки муравьев (в 10 сантиметрах от нее) ватки, смоченные в водном растворе сахара (отношение сахара и воды 1:1). Это должно было отманить от фуражирной дорожки муравьев-разведчиков.

Мы старались брать муравьев с ватки или около нее, это должно было повысить шанс взять в лабиринт не фуражира, а разведчика.

В качестве незнакомой для муравьев территории мы использовали лабиринты: лабиринты мы сделали из оргстекла, размерами 9x9 сантиметров. Первый проход длиной 7 сантиметров и шириной в 1 сантиметр оканчивался перпендикулярной развилкой. Длины вторых ходов 4 сантиметра, ширина также 1 сантиметр (рис. 1). Одна из покрывающих лабиринт пластин была съемной, чтобы можно было протирать лабиринты раствором марганцовки. На лабиринте мы ее удерживали канцелярскими прищепками.

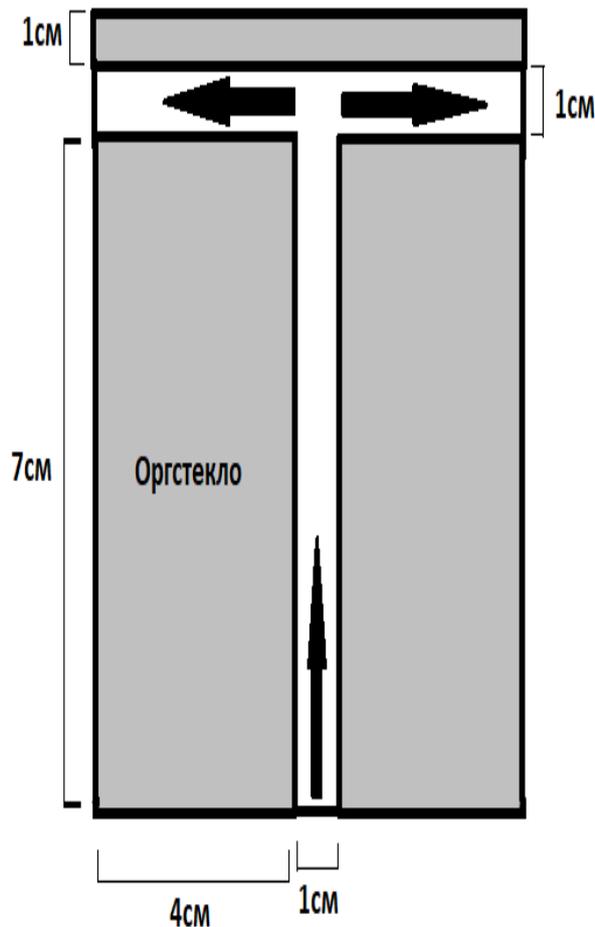


Рисунок 1: Лабиринты, которые мы использовали.

Эксперименты рядом с гнездом проводились по следующей схеме: исследователи садились по две стороны от дороги в пределах досягаемости ватки, непосредственно за лабиринтом. Лабиринты располагались входом к муравьиной дороге (рис. 2). Сначала мы держали лабиринт руками, а руки лежали на земле, но потом мы решили, что, возможно, на выбор поворота у муравьев влияет наклон лабиринта, а руками мы не могли держать лабиринты абсолютно ровно. Тогда мы попробовали способ «на брусках» – мы ставили лабиринты на бруски, которые вкопали в мох, выровняв их наклон по уровню, но оказалось, что из-за особенностей поверхности наклон брусков периодически меняется. Тогда мы попробовали способ «на гвоздях» – мы поставили лабиринты на бруски, которые ставили на гвозди, воткнутые в землю. Этот способ оказался самым удачным, бруски удалось выровнять по уровню и их наклон перестал меняться. В дальнейшем результаты

экспериментов по каждой из методик обрабатывались отдельно.

Мы ловили муравьев вокруг ватки руками, иногда брали муравьев, заползавших на нас, запускали муравья в лабиринт, после чего вход в лабиринт закрывали пальцем и засекали в уме примерное время прохождения лабиринта. Если муравей слишком долго (больше примерно 60-65 секунд) сидел в лабиринте, не проходя развилку, то мы записывали этот эксперимент как неудавшийся и вытаскивали муравья из лабиринта. Когда муравей пробежал лабиринт, он выходил из одного из выходов и убегал. Мы никак не помечали муравьев, прошедших лабиринт, поэтому существует вероятность, что одни и те же муравьи попадались несколько раз.

После каждого запуска экспериментаторы менялись местами.

Лабиринты протирались раствором марганцовки после каждого муравья, чтобы сбить пахучий след.

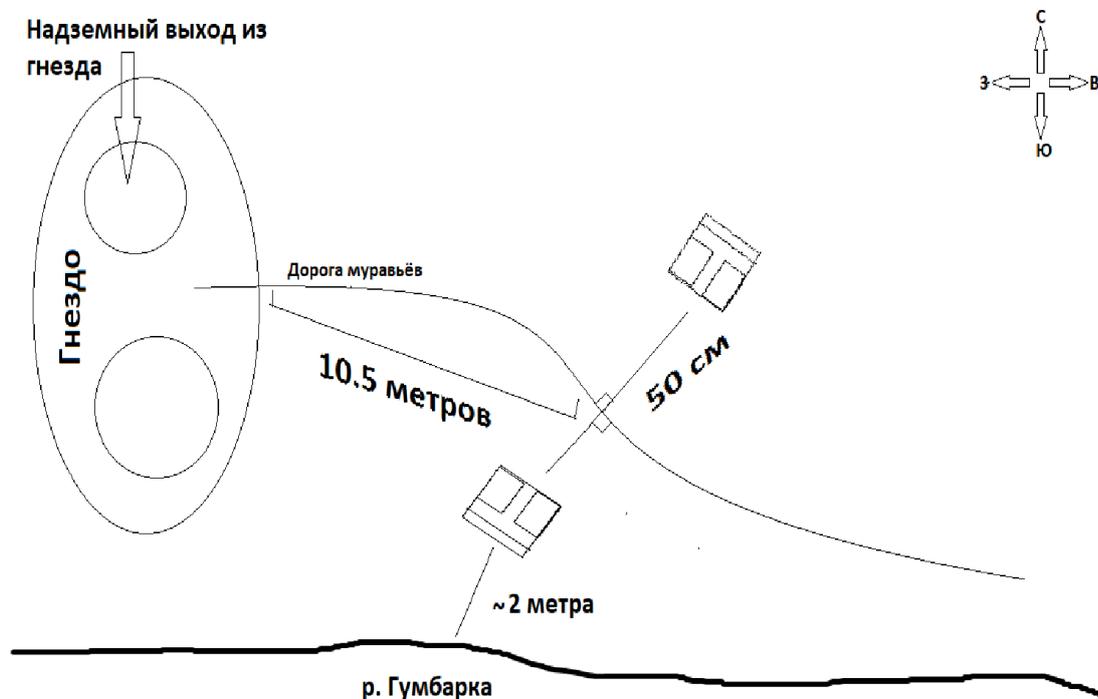


Рисунок 2. Схема гнезда, муравьиной дороги и расположения лабиринтов относительно неё.

Для экспериментов в лаборатории (располагавшейся примерно в 125–135 метрах от гнезда) мы закрепили на столе лист бумаги, на котором начертили направления сторон света (они были определены по компасу). Затем один из нас ходил за муравьями к гнезду, беря за один заход двух муравьев в две разные чашки Петри. Второй же человек пропускал муравьев через лабиринт, поворачивая лабиринт после каждого муравья против часовой стрелки согласно сторонам света, начерченным на листе бумаги.

Всего в разных экспериментах мы исследовали 622 муравья, их распределение по разным типам экспериментов приведено ниже.

Дата	Место запуска	Закрепление лабиринта	Кол-во муравьев
01.07.18	В лесу (10,5 метров от гнезда)	«В руках»	23
02.07.18	В лесу (10,5 метров от гнезда)	«В руках»	231
03.07.18	В лесу (10,5 метров от гнезда)	«На брусках» и «на гвоздях» (с 11:50)	93 – «на брусках» 103 – «на гвоздях»
04.07.18	В лесу (16,5 метров от гнезда)	«На гвоздях»	72
05.07.18	В лаборатории	На столе	45
06.07.18	В лаборатории	На столе	75

Таблица 1. Место проведения эксперимента, способ закрепления лабиринта и число исследованных муравьёв в разные даты.

Для обработки результатов использовалась программа R, все сравнения были проведены с помощью теста пропорций.

Результаты

Во всех приведённых результатах не учитывались муравьи, которые не дошли до конца лабиринта и те, которые часть пути шли в нормальном положении, а часть в альтернативном (нормальное – муравей идёт по полу лабиринта, альтернативное – идёт по потолку лабиринта).

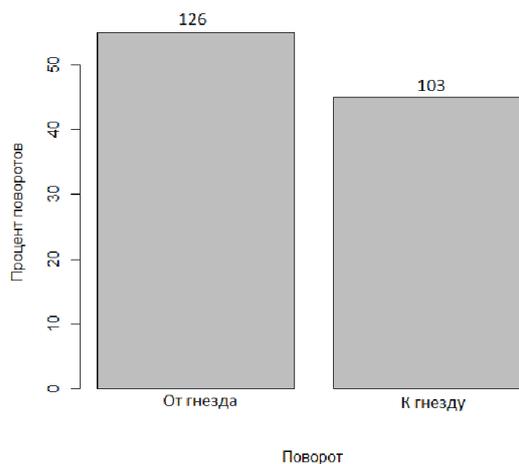
Над столбцами графиков написаны количества муравьёв, которые были исследованы в каждом случае. Значения p для части сравнений приведены в таблице 2 в приложении.

Эксперименты на улице

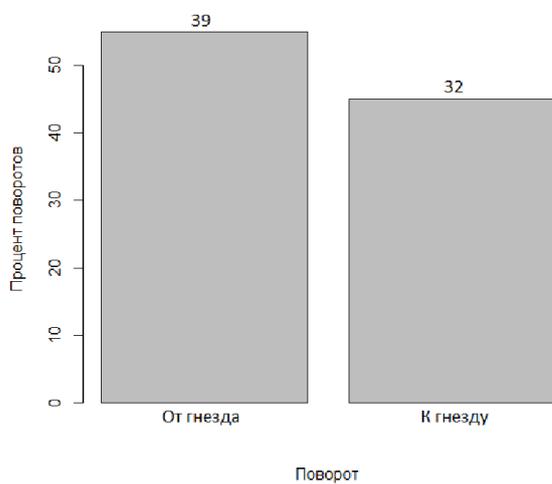
Мы исследовали, есть ли у муравьёв предпочтения при выборе направления поворота в незнакомом лабиринте (к гнезду или от гнезда) и связано ли оно с другими факторами (такими как экспериментатор, время суток, положение муравья в лабиринте и т.д.). Так как у нас было несколько методик закрепления лабиринтов и два места расположения исследователей, то анализ данных мы разделили на блоки (по способам закрепления: «в руках», «на брусках» или «на гвоздях», а также в 10.5 и 16.5 метрах от гнезда).

Оказалось, что число муравьёв, повернувших от гнезда, больше, чем число муравьёв, повернувших к гнезду (рис. 3), но это отличие было статистически значимым только в одном случае: когда мы запускали муравьёв в лабиринт «на гвоздях» на расстоянии 10.5 метров (тест

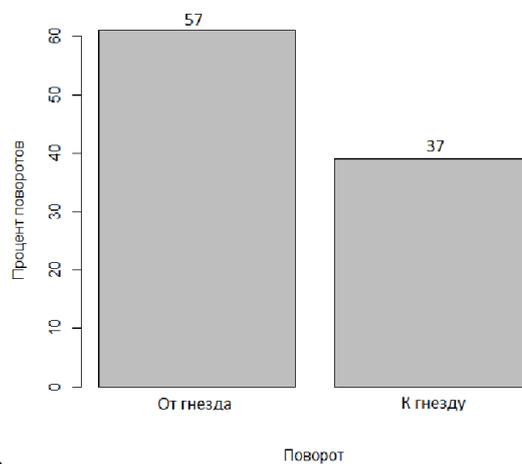
пропорций: $p = 0.05$), в остальных случаях отличия оказались недостоверными (тест пропорций: $p > 0.05$).



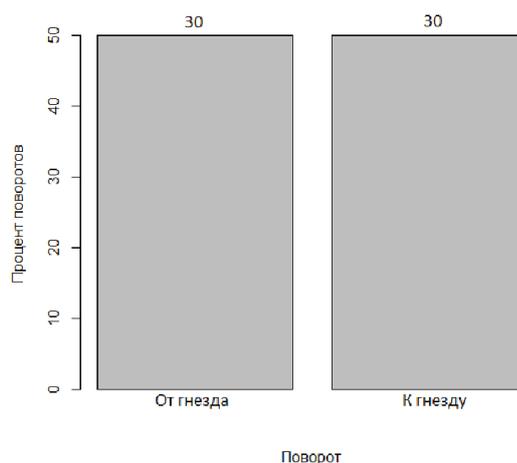
а)



б)



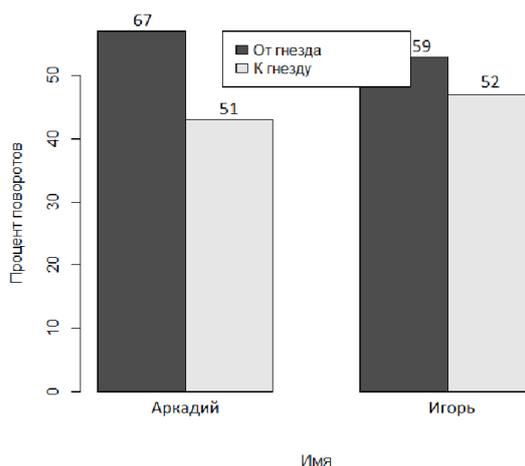
в)



г)

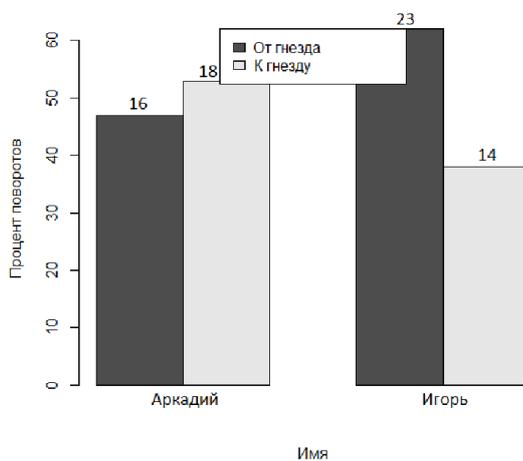
Рисунок 3. Соотношение поворотов к гнезду и от гнезда: (а) лабиринты «в руках», (б) лабиринты «на брусках», (в) лабиринты «на гвоздях» в 10.5 метрах от гнезда, (г) лабиринты «на гвоздях» в 16.5 метрах от гнезда.

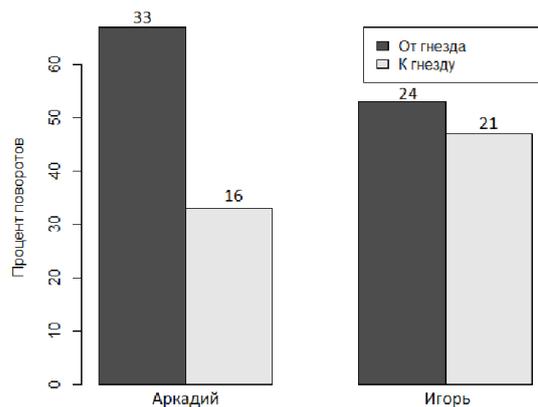
Мы предположили, что результаты могли зависеть от того, кто запускал муравьев в лабиринт (так как сложно стандартизовать методику запуска, когда это делается руками, и, например, кто-то из экспериментаторов мог ненамеренно все время запускать муравьев под некоторым углом). Поэтому мы решили сравнить количества поворотов к гнезду и от него у двух экспериментаторов для каждого блока экспериментов (рис. 4).



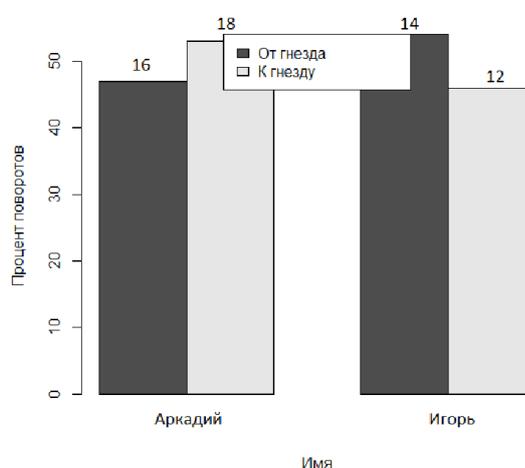
а)

б)





в)

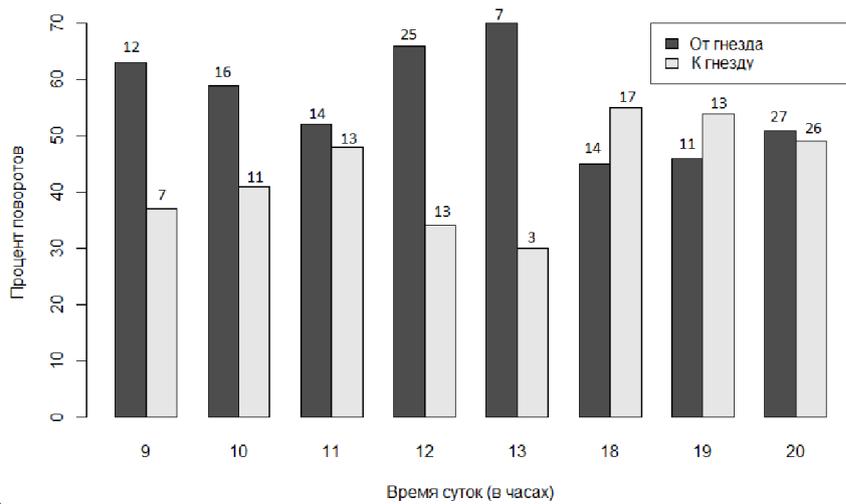


г)

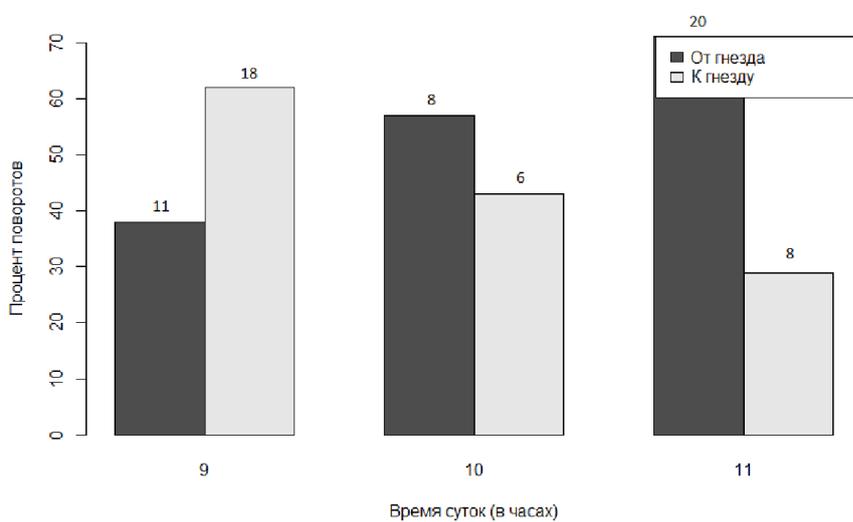
Рисунок 4. Соотношение поворотов к гнезду и от гнезда с учётом того, кто запускал муравьёв: (а) лабиринты «в руках», (б) лабиринты «на брусках», (в) лабиринты «на гвоздях» в 10.5 метрах, (г) лабиринты «на гвоздях» в 16.5 метрах

Проверка показала, что достоверное отличие между числом поворотов муравьёв к гнезду и от него было лишь у Аркадия, когда лабиринты были «на гвоздях» в 10.5 метрах от гнезда (тест пропорций: $p = 0.02$).

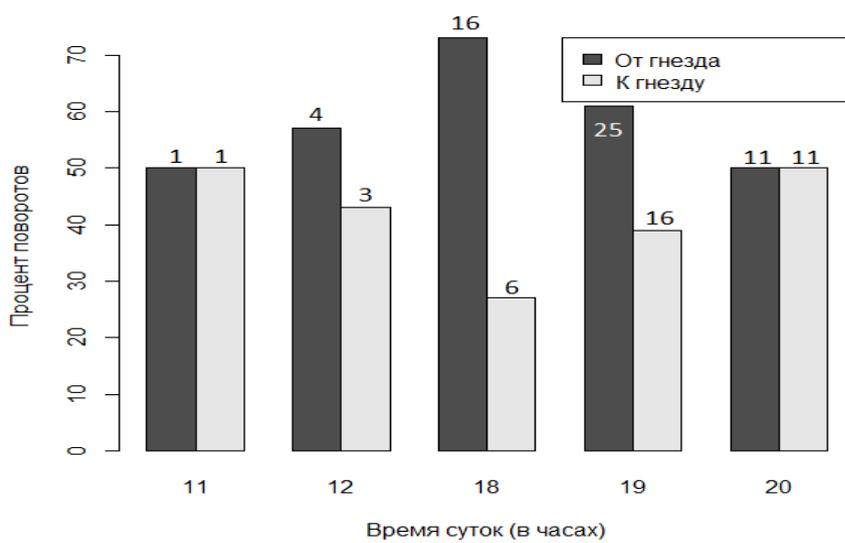
Далее мы решили проверить, не зависит ли направление поворота от времени суток (можно было предположить, что утром муравьи склонны бежать от гнезда, а вечером – к гнезду), для этого мы разбили каждую серию экспериментов на промежутки длительностью в один час и посмотрели отличия для каждого промежутка (рис. 5). Также мы проверили, нет ли зависимости от положения муравья в лабиринте (нормальное и альтернативное) (рис. 6). Еще мы проверили, есть ли достоверные различия между количеством поворотов налево и направо (рис. 7).



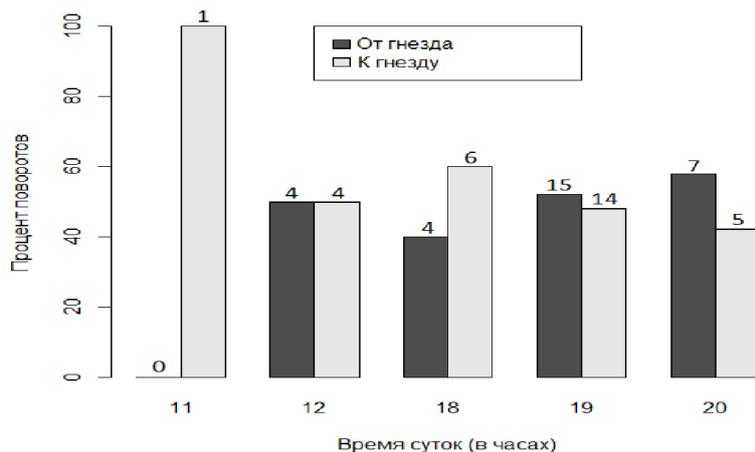
a)



б)



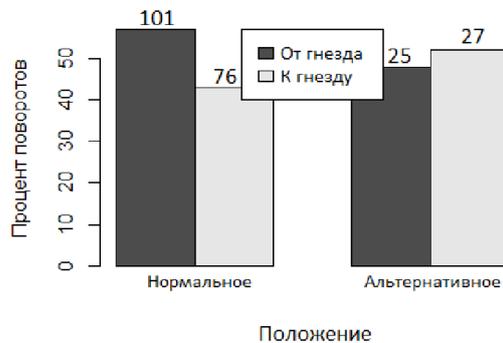
в)



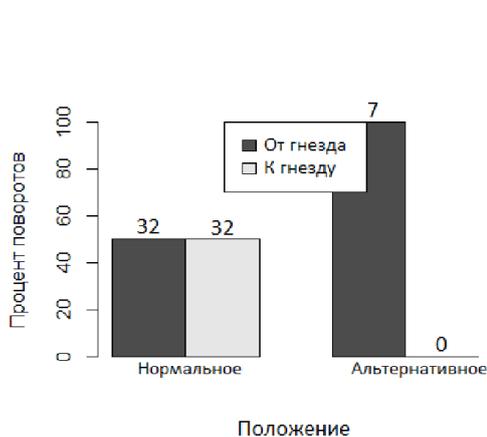
г)

Рисунок 5. Соотношение поворотов к гнезду и от гнезда с учётом времени суток: (а) лабиринты «в руках», (б) лабиринты «на брусках», (в) лабиринты «на гвоздях» в 10.5 метрах, (г) лабиринты «на гвоздях» в 16.5 метрах

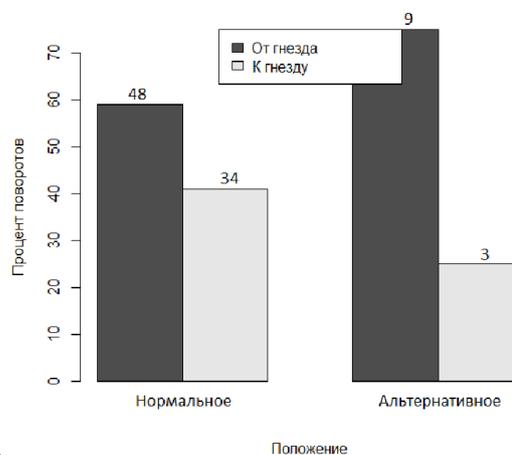
Достоверное отличие количества муравьёв, повернувших от гнезда и к нему, оказалось только в 11 часов, когда лабиринты были «на брусках».



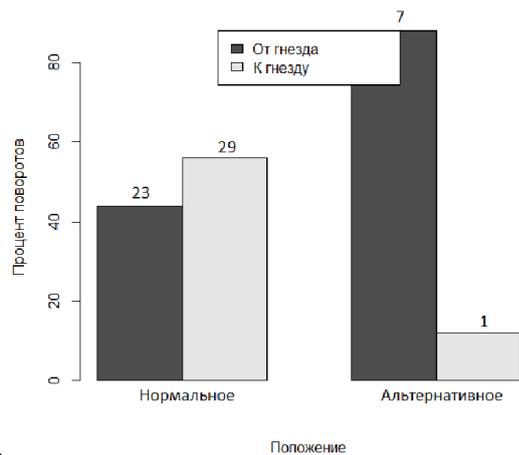
а)



б)



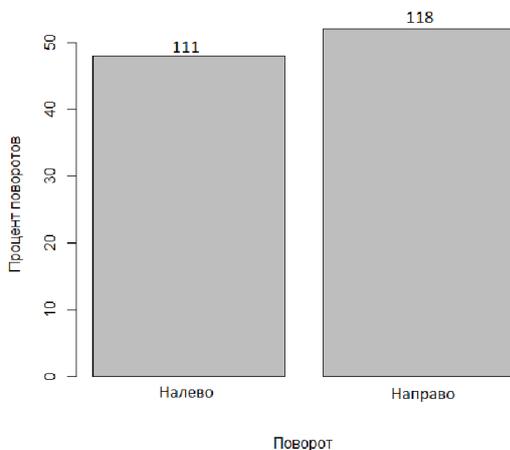
в)



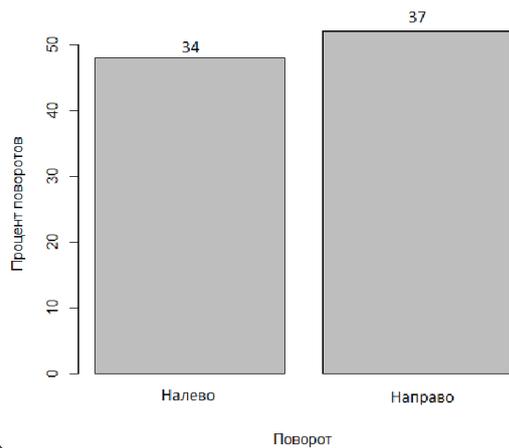
г)

Рисунок 6. Соотношение поворотов к гнезду и от гнезда с учётом положения муравья в лабиринте (нормальное или альтернативное): (а) лабиринты «в руках», (б) лабиринты «на брусках», (в) лабиринты «на гвоздях» в 10.5 метрах, (г) лабиринты «на гвоздях» в 16.5 метрах

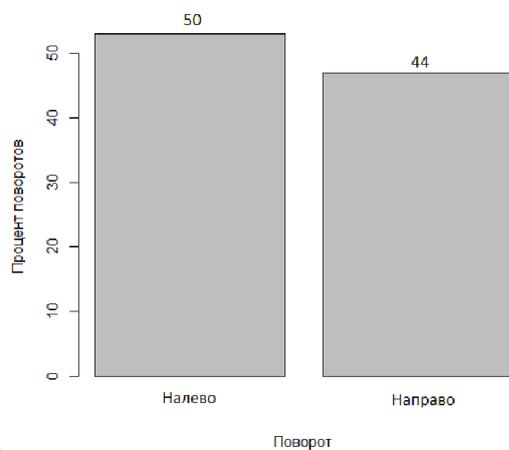
Достоверное отличие количества муравьёв, повернувших от гнезда и к нему, оказалось только в случае, когда муравьи проходили лабиринт по потолку, когда лабиринты были «на брусках» ($p = 0.02$).



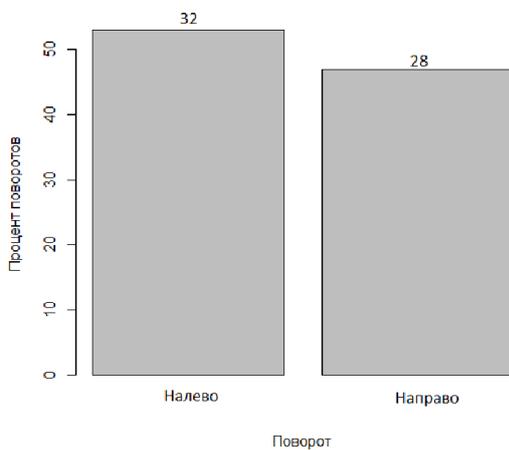
а)



б)



в)



г)

Рисунок 7. Соотношение поворотов налево и направо: (а) лабиринты «в руках», (б) лабиринты «на брусках», (в) лабиринты «на гвоздях» в 10.5 метрах, (г) лабиринты «на гвоздях» в 16.5 метрах

Достоверных отличий количества муравьёв, повернувших налево от количества муравьёв, повернувших направо – нет.

Эксперименты в лаборатории

Во всех экспериментах в лаборатории была одна и та же методика, поэтому мы не разделяли эксперименты, проведённые в лаборатории, на блоки.

В этой серии экспериментов мы смотрели не на направление поворота относительно гнезда, а на направление выхода, к которому поворачивали муравьи (к левому или к правому относительно входа в лабиринт), тем самым изучая предпочтения у муравьёв правого или левого поворота в лабиринте.

Число муравьёв, повернувших налево, оказалось больше, чем число муравьёв, повернувших направо (рис. 8), но это отличие недостоверно.

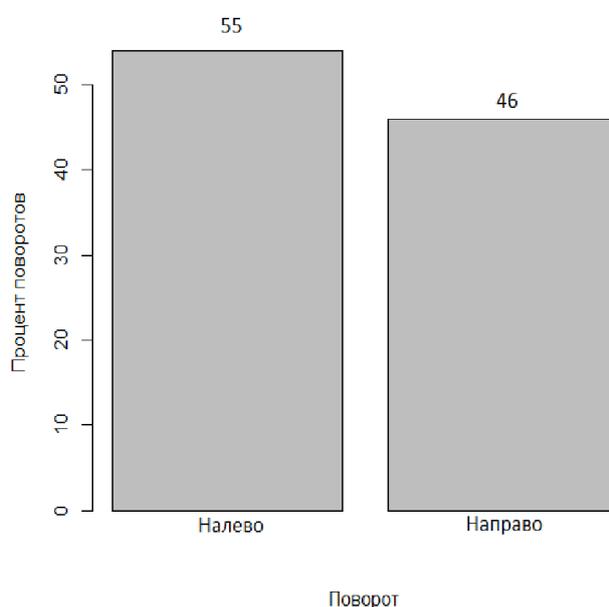


Рисунок 8. Соотношение поворотов налево и направо.

Результаты лабораторных исследований мы обработали так же, как и уличные (рис. 9–11), но ещё смотрели, куда будут поворачивать муравьи, запущенные в лабиринт, ориентированный входом в разные стороны света (север, юг, запад и восток) (рис. 12).

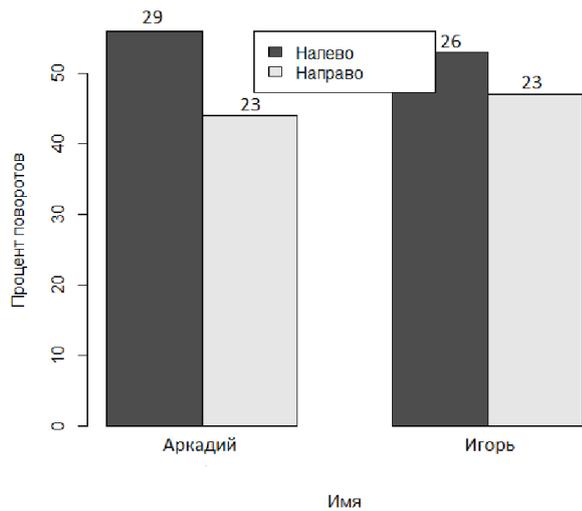


Рисунок 9. Соотношение поворотов налево и направо с учётом того, кто запускал муравьёв.

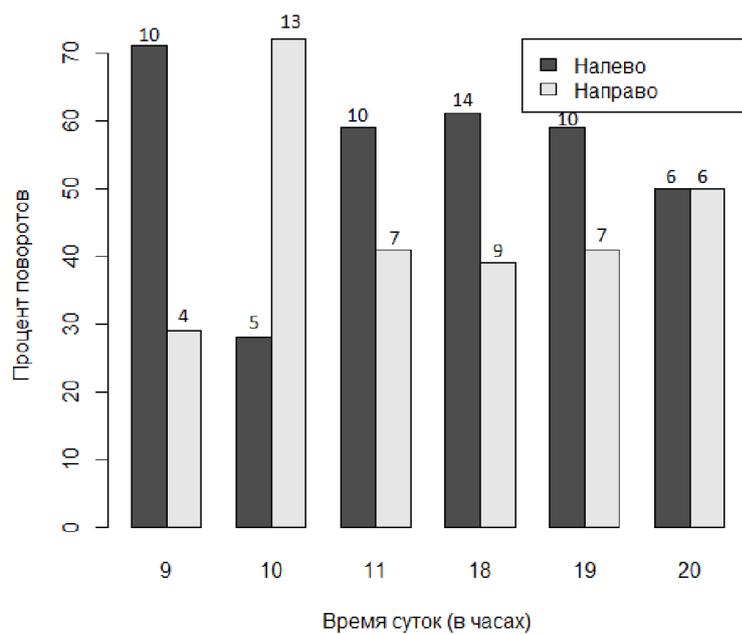


Рисунок 10. Соотношение поворотов налево и направо с учётом времени суток.

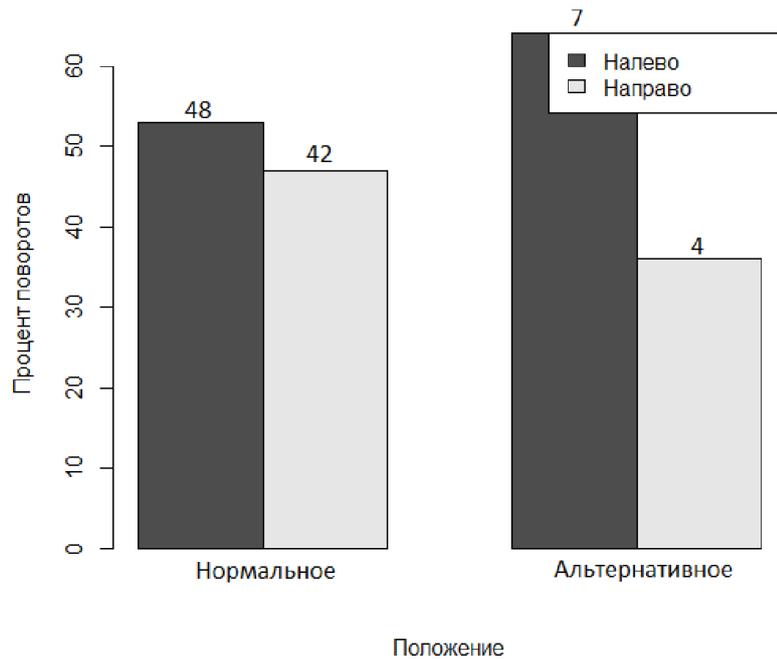


Рисунок 11. Соотношение поворотов налево и направо с учётом положения муравья в лабиринте (нормальное или альтернативное).

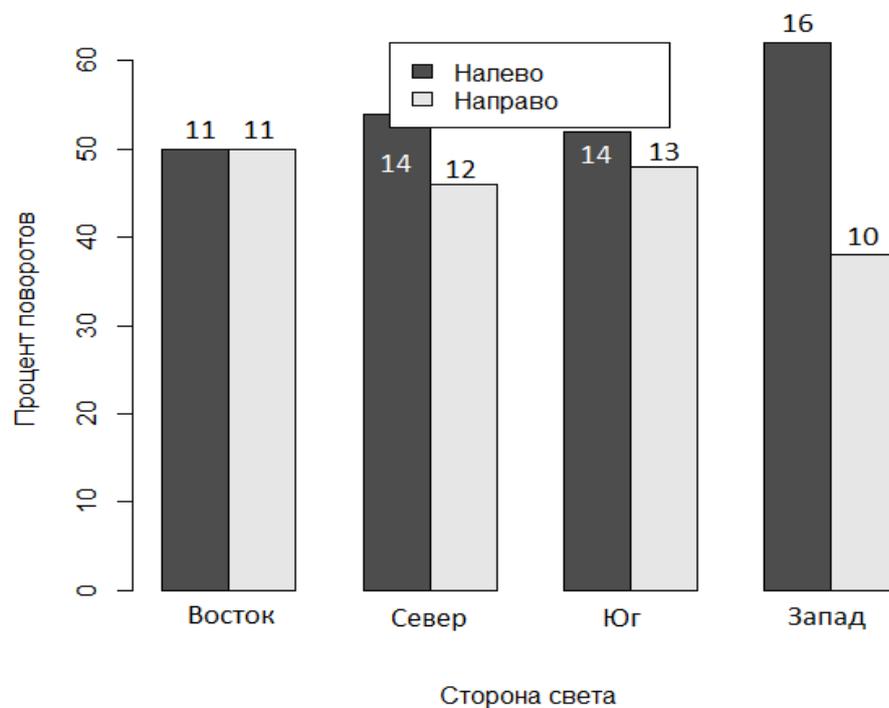


Рисунок 12. Соотношение поворотов налево и направо с учётом стороны света, в которую был ориентирован вход лабиринта.

Проверка показала, что достоверных отличий между числом поворотов налево и направо ни в одном из выше перечисленных исследований нет.

Обсуждение

Оказалось, что число муравьёв, повернувших от гнезда, больше, чем число муравьёв, повернувших к гнезду, но это отличие было почти статистически значимым только в одном случае: когда мы запускали муравьёв в лабиринт «на гвоздях» на расстоянии 10.5 метров ($p = 0.05$), в остальных случаях отличия оказались недостоверными ($p > 0.05$). Кроме того, когда для этой же серии экспериментов (10.5 м, «на гвоздях») мы посмотрели отдельно на каждого из экспериментаторов, оказалось, что достоверные отличия были только у одного из них (Аркадия, $p = 0,02$).

Возможно, это связано с тем, что в других сериях экспериментов в 10.5 метрах от гнезда менялся угол наклона лабиринта, а в 16.5 метрах от гнезда как-то влияла на эксперимент отдаленность от гнезда. Это все требует дальнейшей проверки.

Также, когда лабиринты были «на брусках», достоверно больше муравьёв двигалось от гнезда, если муравей двигался по потолку лабиринта. Однако таких муравьёв в целом было мало, так что это отличие, скорее всего, связано с небольшим объемом выборки.

Никакой связи между временем суток и направлением поворота в целом найти не удалось, хотя в одном сравнении (в 11 часов, когда лабиринты были «на брусках»), муравьи достоверно чаще поворачивали от гнезда. Также из диаграммы про первую серию экспериментов («в руках», рис. 5, а), когда было просмотрено наибольшее количество муравьёв в течении всего дня, видно, что в первую половину дня больше муравьёв поворачивало от гнезда, а во вторую – больше к гнезду или примерно равное количество в обе стороны, но т. к. эти отличия являются недостоверными, скорее всего, они ни о чем не говорят. Однако можно попробовать увеличить объем выборки для каждого часа, возможно, при большем объеме выборки какие-то закономерности обнаружатся.

Таким образом, в отличие от работы, проводившейся над муравьями вида *Myrmecia croslandi* (Zeil et al., 2014) нами не было найдено закономерности, что муравьи на незнакомой территории в большинстве случаев двигаются к гнезду.

Возможно, это связано с тем, что мы запускали муравьёв в искусственный лабиринт, а в работе Zeil et al. экспериментаторы сажали муравья в естественную местность, и там наблюдали за ним.

Возможно, что направление поворота муравья в лабиринте связано с тем, куда он шел до того, когда его посадили в лабиринт, но так как мы брали муравьёв, ползающих вокруг дорожки, а также заползавших нам на руки, никакого выраженного направления движения до посадки в лабиринт

определить было нельзя. Может быть, можно в дальнейшем проверить, куда будут поворачивать муравьи с дорожки, идущие в определенную сторону.

В экспериментах в лаборатории мы получили результат, что больше муравьев поворачивало налево, но это отличие недостоверно. В прошлогодней работе (Ким, Давитадзе, Камелин, 2018) получилось, что у муравьев имеется некоторое предпочтение правого поворота.

Возможно, отличия наших результатов связаны с тем, что в предыдущей работе использовали Y-образный лабиринт с двумя развилками, а мы использовали T-образный лабиринт с одной развилкой.

Также различия могут быть связаны с тем, что мы брали муравьев из другого гнезда.

Возможно также, что латерализация присутствует на индивидуальном уровне, но в целом в гнезде примерно равное количество муравьев-правшей и левшей. Для проверки этой гипотезы надо было бы несколько раз (не меньше тридцати) сажать в лабиринт одного и того же муравья, но это технически сложно.

Но, скорее всего, муравьям просто все равно, куда поворачивать в данной ситуации, и у них нет выраженной латерализации, а все отдельные случаи, в которых отличия оказались достоверными, являются случайными выбросами.

Выводы

Нам не удалось выявить очевидных закономерностей при повороте муравьев в лабиринте, хотя в целом наблюдается некоторая тенденция к предпочтению поворота от гнезда на улице и налево в лаборатории.

Благодарности

Мы благодарим Н.С. Глаголеву за помощь при написании работы, в получении и обработке данных и проведении всех экспериментов, П.А. Волкову за помощь в обработке данных и при написании работы и С.М. Глаголева за помощь в планировании экспериментов. Также мы благодарим П. Н. Петрова и Е. Б. Федосееву за помощь в определении вида муравьев. Также хотим выразить благодарность Д. Н. Горюнову за предложенную новую цель работы и помощь с методикой. И поблагодарить заместителя директора по науке Нижне-Свирского заповедника В.А. Ковалева за всестороннюю поддержку.

Литература

1. Захаров А.А., 2015. Муравьи лесных сообществ, их жизнь и роль в лесу. М.: Товарищество научных изданий КМК.
2. Buehlmann C., Hansson B. S., Knaden M., 2012. Desert Ants Learn Vibration and Magnetic Landmarks. PLoS ONE 7(3): e33117.
3. Zeil, Jochen et al., 2012. Looking and homing: how displaced ants decide where to go. Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences vol. 369, 1636 2013.
4. Bregy P., Sommer S. and Wehner R., 2008. Nest-mark orientation versus vector navigation in desert ants. The Journal of Experimental Biology 211, 1868-1873
5. Frasnelli E., 2013. Brain and behavioral lateralization in invertebrates. Frontiers in Psychology 4: 939
6. Hunt E.R., O'Shea-Wheller T., Albery G.F., Bridger T.H., Gumn M., and Franks N.R., 2014. Ants show a leftward turning bias when exploring unknown nest sites. Biology Letters 10 (12): 20140945.
7. Ким Д., Камелин А., Давитадзе М., 2018. Предпочтение направления при повороте у малых лесных муравьёв (*Formica polyctena*), электронный ресурс:
<http://www.bioclass.ru/files/konf18/ants.pdf>

Приложения

	Всего	Игорь	Аркадий	Нормальное положение	Альтернативное положение
«В руках»	0.15	0.57	0.17	0.07	0.89
«На брусках»	0.48	0.19	0.86	1	0.02
«На гвоздях 10.5 метров от гнезда»	0.05	0.77	0.02	0.15	0.15
«На гвоздях 16.5 метров от гнезда»	1	0.84	0.86	0.49	0.08
В лаборатории	0.43	0.77	0.49	0.6	0.55

Таблица 2. Значения р для всех блоков сравнений (с помощью теста пропорций в экспериментах около гнезда сравнивались количества поворотов к гнезду и от него, а в лаборатории – количества поворотов направо и налево).

Место запуска муравьёв	Закрепление лабиринта	Кол-во муравьёв	Всего		У Игоря		У Аркадия		Нормальное положение		Альтернативное положение	
			Кол-во муравьёв, повернувших к гнезду (или направо)	Кол-во муравьёв, повернувших от гнезда (или налево)	Кол-во муравьёв, повернувших к гнезду (или направо в лаборатории)	Кол-во муравьёв, повернувших от гнезда (или налево в лаборатории)	Кол-во муравьёв, повернувших к гнезду (или направо в лаборатории)	Кол-во муравьёв, повернувших от гнезда (или налево в лаборатории)	Кол-во муравьёв, повернувших к гнезду (или направо в лаборатории)	Кол-во муравьёв, повернувших от гнезда (или налево в лаборатории)	Кол-во муравьёв, повернувших к гнезду (или направо в лаборатории)	Кол-во муравьёв, повернувших от гнезда (или налево в лаборатории)
Улица	«В руках»	229	103	126	52	59	51	67	76	101	27	25
	«На брусках»	71	32	39	14	23	18	16	32	32	0	7
	«На гвоздях 10.5 м»	94	37	57	21	24	16	33	34	48	3	9
	«На гвоздях 16.5 м»	60	30	30	12	14	18	16	29	23	1	7
Лаборатория	На столе	101	46	55	23	26	23	29	42	48	4	7

Таблица 3. Количества муравьёв, повернувших к гнезду и от него (в лаборатории – повернувших направо и налево), разделённые по блокам экспериментов.