Департамент образования города Москвы

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение города Москвы «Гимназия №1505

«Московская городская педагогическая гимназия-лаборатория»

**РЕФЕРАТ**

на тему

**Изучение элементарной рассудочной деятельности у насекомых**

Выполнил:

Власов Федор Александрович

Руководитель:

Ноздрачева Анна Николаевна

Рецензент:

Москва

 2016/2017 уч.г.

**Оглавление**

Введение…………………………………………………………………………...3

1 Основные принципы и понятия исследования………………………………..4

2 Анализ поведения муравьев……………………………………………………7

 2.1 Строительное поведение…………………………………………………….7

 2.2 Социальное поведение………………………………………………………8

 2.3 Язык муравьев и поисковое поведение…………………………………….9

3 Анализ поведения пчел………………………………………………………..11

 3.1 Строительное поведение…………………………………………………...11

 3.2 Язык пчел…………………………………………………………………...12

 3.3 Поисковое поведение………………………………………………………13

Заключение……………………………………………………………………….14

Список литературы………………………………………………………………15

Приложения……………………………………………………………………...16

**Введение**

Принято считать, что большинство животных неразумно и лишь приматы обладают некоторыми зачатками мышления, однако это глубоко не верно. Многие насекомые гораздо умнее, чем кажутся. Без преувеличения, можно сказать, что наши представления о поведении общественных насекомых устарели. Согласно современным исследованиям, рассудочная деятельность у них развита не в меньшей мере, чем у некоторых видов традиционно «умных» животных. Информация о мышлении насекомых помогает нам в изучении мира и дает огромный материал для переосмысления понятия мышления вообще.

Данная работа имеет своей целью рассмотреть вопрос о наличии или отсутствии элементарной рассудочной деятельности на основе научных исследований. Для этого необходимым представляется дать, во-первых, само определение рассудочной деятельности и его понимание и, во-вторых, критерии, по которым можно будет проанализировать результаты научных изысканий и определить, насколько насекомые обладают зачатками интеллекта.

В этой работе я рассмотрю рассудочную деятельность насекомых на примере наиболее известных и наиболее развитых их представителей: пчел и муравьев. Это позволит получить достаточно полную информацию об их способах мышления и особенностях поведения.

В каждой группе насекомых мною будут рассмотрены такие виды деятельности, как поисковая, строительная и социальная, что позволит сделать сравнение проще и полнее.

**Основные принципы и понятия исследования**

 Для исследования разумности и мышления животных необходимо определить, что мы понимаем под процессом мышления вообще. По определению А.Р. Лурия мышление может возникнуть только тогда, когда решение определенной задачи необходимо для субъекта, и когда у него отсутствует готовое решение, например, инстинктивное или приобретенное в процессе обучения, а также при отсутствии возможности действовать подбором. Другими словами, мышление – процесс, не предполагающий по своей сути проб и ошибок и происходящий в условиях, требующих относительно быстрого решения. Способность животных понимать связь между явлениями и событиями в биологии называется инсайтом. Этот термин впервые ввел В. Келлер, изучавший мышление обезьян. Однако наиболее распространенное определение рассудочной деятельности, или мышления дал Л В Крушинский, введший в науку этот термин. Вот это определение: «Мышлением называется способность животного улавливать эмпирические законы, связывающие предметы и явления внешнего мира, и оперировать этими законами в новой для него ситуации для построения программы адаптивного поведенческого акта» ( Крушинский Л. В. Биологические основы рассудочной деятельности. М.: Изд-во МГУ, 1986). Это значит, что в процессе мышления животное оперирует некими абстрактными категориями. Таким образом, способность к абстракции – непременная часть мышления и черта животного, способного к нему. Другой непременной стороной мышления является экстраполяция – умение применять эмпирические законы, выясненные ранее по отношению к некому временному отрезку, то есть предвидеть результаты своих действий. Третья черта мышления проявляется в способности учитывать поведение сородичей — совершаемые ими действия и их последствия.

Также признаком элементарной рассудочной деятельности является способность улавливать некие эмпирические законы, касающиеся окружающего мира. Л.В.Крушинский выделил три основных закона: закон неисчезаемости (представление о том, что предмет, скрывшийся из поля зрения не исчезает), закон движения (представление о том, что движение имеет некую траекторию) и закон «вмещаемости» и «перемещаемости» (представление о том, что объемные предметы могут вмещать в себя меньшие по объему). С помощью этих законов можно в той или иной степени отследить разумность поведения. Так как элементарной рассудочной деятельностью обладают, в основном, социальные животные, то эту черту тоже можно считать ее частью.

Для того чтобы определить, насколько умны те или иные животные, необходимо проанализировать различные типы их поведения на признаки элементарной рассудочной деятельности. Однако сказать, является ли поведение животного рассудочным в той или иной ситуации бывает весьма затруднительно, в первую очередь из-за не выясненного до конца физиологического механизма этой деятельности. Исследователь, соответственно, может оценивать качество поведения только по его признакам, не имея возможности в многих случаях сказать, является ли то или иное поведение животного рассудочным . Особенно это важно для рассматриваемых мною насекомых. Из-за определенных физиологических особенностей строения нервной системы до недавнего времени наличие такого поведения не предполагалось, то есть необходимо особенно внимательно отсеивать возможные ложные суждения о разумности или неразумности и избегать далеко идущих выводов, не имеющих под собой достаточно веского практического основания.

Для этого существует ряд экспериментов, помогающих отличить один тип поведения от другого. В первую очередь это элементарные логические задачи, основанные на эмпирических правилах, описанных мною выше. Также это задачи на экстраполяцию и абстрагирование. На последних двух стоит остановиться подробнее, так как они наиболее важны.

Задачи на экстраполяцию требуют чаще всего от животного умения находить некую закономерность в действиях и, пользуясь ею, выполнять задание. В качестве примера можно привести исследование, где подопытные животные должны находить приманку, когда ее местонахождение меняется с определенной закономерностью от раза к разу, либо когда некий стимул меняется с определенной закономерностью. В этом типе задач становится очень важным то, с какого раза животное смогло ее решить. Если по количеству времени, которое потребовалось на нахождение закономерности можно судить о развитии у объекта исследования когнитивных способностей, то решенной задачу можно считать, только когда задания начинают выполняться с первого раза.

Задачи на абстракцию представляют собой задания на перенос на новые стимулы старых категорий, или перенос на новые категории новых стимулов. Первые задают правило, которое надо соблюдать, например выбирать из предложенных фигур только треугольники, или только кубы. Вторые же не настолько очевидны и требуют выбора более отвлеченных категорий предметов, например по непохожести или по признаку «больше» или «меньше». Для этих задач необходимым условием является то, что животное не может выбрать правильный ответ, пользуясь не предусмотренными способами(нельзя допускать, чтобы фигура заданной категории из первого опыта была всегда одного цвета, потому что тогда животные будут выбирать предмет по признаку цвета, а не формы и т. д.). Соответственно, важна новизна каждого следующего опыта из серии

В случае с беспозвоночными, которых я рассматриваю, на мой взгляд, имеет смысл брать эусоциальных, как наиболее высокоорганизованных, и анализировать именно их поведение. Эусоциальностью называют тот тип организации сообществ животных, при котором большинство особей не может размножаться и делится на группы по конкретному виду деятельности(функциональные группы). Животные с таким типом социальности встречаются, в основном среди насекомых, но они есть и среди млекопитающих, например колонии голых землекопов. На мой взгляд, именно такие виды насекомых стоит брать для анализа по нескольким причинам. Во-первых, они высокоорганизованы и у них развито социальное поведение, что повышает вероятность развития зачатков интеллекта. Во-вторых, общественное поведение, например, муравьев, чрезвычайно гибко, что может свидетельствовать о наличии у них элементарной рассудочной деятельности. В моем случае это муравьи и пчелы. И для тех, и для других я выбрал следующие типы поведения для сравнительного анализа. Это, во-первых, строительное поведение: у них оно чрезвычайно разнообразно. Во-вторых, это социальное поведение, то есть взаимодействие отдельных особей между собой как на уровне функциональных групп(фуражиры, разведчики, воины и т.д. у муравьев, собиратели нектара и няньки у пчел), так и в рамках более мелкого деления. Ну и в третьих, как особый раздел поведения я решил обозначить поисковое поведение и язык. У данных групп насекомых социальное и поисковое поведение тесно переплетены, но и отделены от прочих видов поведения. У пчел наилучшим было бы разделение поискового поведения и языка и рассмотрение их по отдельности, так как эти два типа поведения развиты у них в другой степени, в отличие от муравьев. Средства коммуникации же, в свою очередь, наиболее часто проявляются именно в процессе поиска пищи и при сообщении о ее местонахождении остальным членам группы.

**Анализ поведения муравьев**

Строительное поведение муравьев

 Все виды муравьев- колониальные и большинство для своего проживания выстраивают гнезда, которые могут быть самой разнообразной формы: от примитивного подземного до сложного «хрестоматийного» купола, со сложной системой дорог. Сложность конкретной постройки во многом определяется количеством муравьев в семье. Для разных видов оно разное, соответственно и гнезда могут быть разными по размеру и сложности, однако общими по идее. Естественно предложить, что если форма и вообще все характеристики гнезда зависят от вида, то и все необходимые навыки для постройки гнезда являются врожденными, и муравьи действуют исключительно согласно инстинкту при постройке гнезда. Безусловно, все вышеперечисленное правильно, но у видов, строящих «классические» гнезда, могут наблюдаться интересные особенности строительного поведения.

 Для этого можно подселить в гнездо муравьев определенного вида, строящего исключительно подземные простые гнезда с небольшим населением, особей того же вида незаметно для остальных жителей гнезда, например подселяя не взрослых особей, а куколки. Тогда, действуя деликатно, можно довести количество обитателей муравейника до нескольких тысяч. Так удается заставить муравьев выстроить наземный купол и фуражировочные дороги. (Резникова Ж. И. Межвидовые отношения у муравьев. Новосибирск, 1983) В естественных условиях ничего подобного среди гнезд этого вида не встречается. В рамках другого эксперимента у луговых муравьев были огорожены участки дорог, так что они не могли пользоваться своими обычными путями. В итоге за весьма короткое время муравьи приспособились и изменили не только маршруты, но и активность на некоторых участках своей территории. Все это говорит о необычайной гибкости строительного поведения муравьев. Вряд ли это говорит о разумности их действий, единственный вывод, который можно сделать заключается в том, что поведение муравьев достаточно гибко и их общество не так прочно зависит от инстинкта, как можно себе представить. Таким образом, инстинкт в социальном поведении муравьев регулирует отнюдь не все особенности их жизни.

В рамках другого эксперимента муравьи были перемещены в изогнутую трубку. Чтобы переместить личинки в темную ее часть и спрятать их от света им было необходимо вытащить затычки из перегородки, разделяющей трубку. Оказалось, что только «сработанные» группы способны справиться с этой задачей, причем среди них было выявлено разделение труда: одни вытаскивали затычки, а другие перетаскивали личинок.(Резникова Ж. И., Новгородова Т.А. Распределение ролей и обмен информацией в рабочих группах группах муравьев // Усп. Совр. Биол. 1998 Т. 118, №3 С. 345-356) Это, в свою очередь, говорит о важности опыта совместной работы, а также о том, что сообщество муравьев отнюдь не такое анонимное, каким представляется, то есть роль общения в повседневном труде муравьев весьма значительна.

Социальное поведение.

Как известно, муравьи делятся на функциональные группы в пределах своей семьи. Одни ухаживают за царицей и личинками, другие строят и ремонтируют муравейник, другие приносят пищу и охраняют семью и так далее. Для того, чтобы выяснить, насколько в своей работе муравьи используют интеллектуальные возможности надо ответить на вопрос: «Насколько важна роль одной особи в работе всей группы?» И действительно, ведь если муравьи выполняют одинаковые функции в пределах своей социальной группы и ничем не отличаются друг от друга, вряд ли им понадобится использовать интеллект. Начнем с того, как определяется к какой собственно группе будет принадлежать конкретный муравей. Будущая принадлежность к функциональной группе определяется уже на личиночной стадии у большинства видов муравьев, интересующих нас. Это происходит под влиянием феромонов, выделяемых царицей, состава пищи и специального воздействия (своеобразный массаж сдавливанием челюстей) , оказываемого рабочими муравьями на личинку. В дальнейшем муравей будет либо до конца жизни этой же касты, либо со временем перейдет в другие касты, например от работ внутри гнезда перейдет к работам снаружи. Подобная форма перехода из касты в касту называется возрастным полиэтизмом. Чаще всего количество «каст» зависит от количества обитателей муравейника. Соответственно, наибольшая специализация наблюдается у тех видов, чьи семьи наиболее многочисленны.

Однако стоит отметить, например, что у рыжих лесных муравьев был обнаружен А.А. Захаровым (Захаров А.А. Муравей, семья, колония. М., 1978) факт разделения муравьев внутри функциональных групп индивидуализированных групп- «кланов». Внутри них происходит аналогичное классическим иерархичным взаимоотношениям между позвоночными животными разделение по рангам. В этих группах есть лидер, который первым атакует добычу, может отнять ее у других муравьев, и нередко вступает в схватки с муравьями, близкими по рангу. Выяснение иерархического ранга может сопровождаться своеобразными схватками, когда два муравья пытаются унести друг друга в гнездо, несмотря на обоюдное сопротивление. В результате тот муравей, который оказывается побежденным, прекращает сопротивление, принимает особую позу и дает унести себя в гнездо. В ответ на агрессию со стороны более высокого по рангу муравья другой муравей предлагает ему пищу, что является знаком покорности. Такие ритуализированные действия муравьев очень напоминают аналогичные им действия у позвоночных: например медовые муравьи, встретившие чужаков надолго замирают в угрожающих позах, напоминающих позы собак: ноги выпрямлены, головы отвернуты друг от друга (Holldobler B. Recruitment behavior, home range, orientation and territoriality in harvester ant Pogomyrmex// Behav. Ecol. Sociobiol. 1976. №1. P. 3-34). Эта информация говорит о том, что роль муравья в жизни обществе определяется не столько инстинктивно соответственно функциональной группе, сколько под влиянием его личных качеств, то есть опять о том, что инстинкт в жизни муравьев играет отнюдь не такую важную роль, как считается и их поведение принципиально может быть более сложным.

Язык муравьев и поисковое поведение

Большая часть видов муравьев имеют обширные кормовые участки, которые используются для охоты, собирательства и транспортировки добычи. Естественно, муравьи хорошо ориентируются в своей среде обитания. Для этого необходима не только развитая память, но и система ориентиров, а также пространственное представление об окружающей среде, своеобразная внутренняя карта. Исследования показали, что муравьи придают разным ориентирам разное значение, и у них можно обнаружить некую иерархическую систему ориентиров. Некоторые виды муравьев большее значение придают пищевым ориентирам, некоторые ориентируются по свету, лесные муравьи большое значение придают большим по размеру предметам, таким как стволы деревьев и контуры леса. Когда экспериментаторы удаляли их(очищали участок от леса, ставили большие загораживающие экраны), насекомые стали хуже ориентироваться на местности.(Rosengren R., Fortelius W. Orientation in foraging ants of the Formica rufa group. Hierarchy of orienting cues snd long-term memory // Insectes Sociaux. 1986. V. 33, №3. P. 306-337.) Это говорит о некой степени абстракции, к которой способны муравьи.

 Память у муравьев также развита. По данным исследования Р. Шовена (Шовен Р. Поведение животных М. 1972) муравьи помнят информацию о пространстве вокруг них до 7 месяцев. Муравьи также способны к ассоциативному обучению и, как доказали ученые, по скорости обучения ориентации в стационарных лабиринтах они не уступают некоторым позвоночным.(Sneirla T.C., Rosenblatt J.S. “Critical periods” in the development of behavior // Science. 1963. V. 139. P. 1110-1115.)Также было доказано, что эти насекомые обнаруживают и более сложные способности. Например рыжие лесные муравьи способны решать задачи, требующие экстраполяции. Для муравьев- разведчиков и муравьев-фуражировщиков чрезвычайно важен язык общения, ведь первые сообщают информацию о нахождении пищи вторым. Для исследования способности муравьев использовать в ходе обмена информацией логические закономерности использовали бинарный лабиринт(где каждое ответвление делилось на два новых). В одном из его концов располагали пищу и запускали муравья-разведчика. Он находил пищу и передавал информацию о ее нахождении фуражировщикам. При этом было отмечено, что для передачи закономерной последовательности поворотов требовалось меньше времени, чем для передачи случайной комбинации(например для передачи комбинации «направо-направо-налево-направо» требовалось больше времени, чем для передачи комбинации «четыре раза направо»). Эта операция требует выявления закономерности и использования ее в процессе решения задачи, то есть отвечает критериям экстраполяции, данным мной выше. Стоит отметить, что подобные ситуации вряд ли встречаются в естественных условиях, и то, что подобное поведение может быть инстинктивным, представляется очень маловероятным.

В рамках другого опыта муравьев учили выявлять среди всех фигур треугольники, то есть проводили классическое исследование на абстракцию. Муравьи успешно справлялись с заданиями и даже смогли расширить понятие треугольника от конкретного треугольника, показываемого им до любой фигуры, имеющей три угла, независимо и от цвета и от размера и от формы.

Муравьи также смогли провести следующий опыт на экстраполяцию(Резникова Ж.И. Угловая ориентация и эффект обучения у рыжих лесных муравьев .. Матер. VII научн. студ. конф. Новосибирск. 1969. С. 23-24): фуражиру предлагался лабиринт в форме звезды со множеством лучей, на концах одного из которых расположена кормушка(см. рис. 1). Муравей-фуражир помещался в центре лабиринта и искал кормушку, обегая каждый луч лабиринта. Кормушка перемещалась на один луч в определенную сторону с каждым новым заходом. Через некоторое время муравей начинал не обходить каждый луч, ища приманку, а идти целенаправленно в то ответвление, где она должна быть, согласно закономерности. Это поведение отвечает всем условиям экстраполяции, так что его можно считать проявлением экстраполяции.

Все это доказывает, что поведение муравьев регулируется не только инстинктом, и у них наблюдаются признаки элементарной рассудочной деятельности.

**Анализ поведения пчел**

Пчелы, как и муравьи являются эусоциальными насекомыми, живущими в сообществах, одно такое сообщество называют семьей. В семье есть несколько типов животных: рабочие пчелы, трутни и матка. Рабочие пчелы занимаются строительными работами, собиранием нектара, охраной улья и так далее. В улье их большинство, около 40000- 80000 особей в летний период. Рабочие пчелы бесплодны. Трутни живут в улье летом и весной. Это самцы, которые участвуют в размножении. После исполнения своей непосредственной функции они изгоняются рабочими пчелами из улья, после чего быстро умирают. Рабочие пчелы меняют свой род деятельности с возрастом: молодые особи работают внутри улья, кормя и ухаживая за приплодом, более взрослые занимаются строительными работами, а в последний период своей жизни пчелы собирают нектар. Как можно заметить, возрастной полиэтизм, наблюдаемый у муравьев, имеет место быть и в социальной структуре пчел.

Строительное поведение.

Абсолютно все пчелы свои жилища строят из воска в форме сот, в которых хранится и приплод, и запасы меда. У карликовой и большой индийской пчел соты свисают непосредственно с ветки дерева, не находясь ни в каких укрытиях, остальные же виды предпочитают выбирать для гнезд естественные укрытия, такие как расселины скал, трещины, дупла и тому подобное.

Соты пчел представляют собой правильные шестигранные призмы. Шестигранная призма эргономична, так как каждая стенка одной соты является одновременно и стенкой другой. Среди других фигур того же позволяют добиться трехгранные и четырехгранные соты, но шестигранная требует меньше всего воска для своей постройки. Форма шестигранника закреплена у пчел наследственно и строят свои соты они, безусловно, инстинктивно: шестигранным узор присутствует даже в конструкции округлых маточников, единственных строительных элементах улья, не имеющей шестигранной формы. В настоящее время известно, что при построении нового улья пчелы ориентируются на магнитное поле, что позволяет им строить не соту за сотой, а начать с нескольких концов. При изменении магнитного поля направление постройки сот изменяется, что окончательно опровергает возможное предположение о том, что в подобных действиях пчел может присутствовать некая осмысленность. В отличие от муравьев, гнездо пчел достаточно простое по своему строению, поэтому почти у всех видов пчел оно практически одинаково по структуре. И строить его, вероятно, тоже проще. Соответственно, нет никаких оснований не верить старой теории, не предполагающей разумной деятельности в строительном поведении пчел.

Язык пчел

Язык пчел является хрестоматийным примером того, что способность передавать информацию от одной особи к другой может не только человек. Этот язык весьма необычен: информация в нем передается с помощью своеобразных телодвижений, напоминающих танцы, поэтому его иногда называют языком танцев. Его особенностью является особая информативность: пчела-разведчик, указывая путь к цветку, способна сказать направление, расстояние и характер цели с большой точностью. Язык пчел весьма гибок: стали известны особые формы танцев, применяющихся при угрозе применения инсектицида. Были проведены опыты, в ходе которых выяснились интересные особенности языка пчел: был поставлен эксперимент, в котором пчеле-разведчице чтобы добраться до кормушки с едой было необходимо преодолеть тоннель. Если тоннель был прямой, то пчелы указывали правильное направление и правильное расстояние. Если же туннель поворачивал под прямым углом, то расстояние указывалось правильное, а направление не соответствовало тому, по которому летела пчела, а было близко к истинному. Условно говоря, пчела сообщала сборщицам не то, что им надо повернуть повернуть под прямым углом, а направление по условной прямой, соединяющей кормушку и пункт отправления напрямую. Для того, чтобы соотнести данные о направлении полета самой пчелы и истинном направлении от пчеле необходимо провести некую абстрактную умственную операцию, что требует соответствующих способностей.

Однако сказать, что подобные примеры однозначно свидетельствуют о разумной деятельности все-таки нельзя. Для этого есть как минимум одна причина: язык пчел до конца не расшифрован. В том же опыте тоннелю придавалась круглая или U-образная форма и в этих случаях танцы пчел становидись настолько сложными, что понять их смысл не удалось, так что вопрос о том, является ли такая форма инстинктивной или в ней присутствуют элементы элементарной рассудочной деятельности остается открытым.

Поисковое поведение

В естественной природе источники пищи находит пчела-разведчик, передавая сведения о местонахождении соответствующего цветка особям-фуражировщикам. С поиском пищи тесно переплетены и возможные когнитивные способности, проявляемые пчелами. Г.А. Мазохин-Поршняков провел серию экспериментов(Мазохин-Поршняков Г.А. Обучаемость насекомых и их способность к обобщению зрительных стимулов // Энтомол. обозр. 1968. Т. 47. С. 362-379), показывающую, насколько развиты эти способности у пчел. В эксперименте на поиск приманки необходимо было найти ее в лабиринте как можно быстрее. Опыт показал, что насекомые способны пользоваться правилом «запоминай, где лежала приманка в последний раз и ищи ее в другом месте». Этот эксперимент подразумевал способность насекомых предвидеть ход событий и извлекать из этого закономерности, для того, чтобы использовать их, то есть способность к экстраполяции. Другие эксперименты продемонстрировали способность пчел к обобщению разнообразных зрительных стимулов, то есть, в конечном итоге - к абстрагированию. Опыт показал, что особи способны отличить изображенные предметы по размеру, если изменять форму объекта. Например, возможно научить пчелу садиться на самую маленькую фигуру, независимо от ее формы. Данное исследование является по своей сути классическим исследованием на абстракцию, поэтому, безусловно, доказывает то, что пчелы способны к элементарной рассудочной деятельности. Кроме того, они способны различать такие признаки изображенных на картинке фигур, как парность-непарность, то есть выполнять более сложные задания на экстраполяцию.

Все вышеперечисленное доказывает, что поведение пчел довольно сложно и в некоторы его аспектах присутствуют признаки элементарной рассудочной деятельности.

**Заключение**

Приведенные выше данные о научных исследованиях, затрагивающих проблему наличия зачатков интеллекта у общественных насекомых вполне убедительно доказывают, что поведение насекомых отнюдь не так просто, как может показаться на первый взгляд и регулируется не только инстинктами, какими бы сложными те не были. Отдельные виды насекомых обладают весьма развитыми когнитивными способностями, не уступающими некоторым млекопитающим, хотя эти способности и обладают некоторой специфичностью. Проблема исследования когнитивных способностей у насекомых еще очень далека от своего решения при нынешнем уровне знаний о природе разума и способах его исследования, однако, тот факт, что такие разные по строению животные как насекомые и млекопитающие, кардинально отличающиеся в области строения нервной системы, могут обладать сходным поведением, в котором присутствуют разумные черты, не может быть малозначащим. Это значит, что разум может совершенно по особенному зависеть от физиологических особенностей организма, и наши представления о нем могут быть весьма далекими от истины. В наше время, несмотря на развитие биологии вопрос о природе интеллекта остается открытым, так что не исключено, что современные теории о связи разума с физическим строением, появившиеся как результат наблюдений за млекопитающими, могут быть существенно переработаны или же вовсе оказаться неправильными, и немалая заслуга в уточнении и получении знаний о разуме в будущем может принадлежать именно насекомым

**Список литературы**

Книги:

Фройде Матиас. Животные строят - изд. «Мир», 1986. 216 с.

Зорина З.А., Полетаева И.И., Резникова Ж.И. Основы этологии и генетики поведения - изд. «Высшая школа», 2002. 383 с.

Зорина З.А., Полетаева И.И. Элементарное мышление животных- изд. «Аспект-Пресс», 2002. 320 с.

Интернет-ресурсы:

<http://www.expertpsyhology.ru/epsys-513-1.html>

**Приложения**

Рис. 1

Установка, использовавшаяся для эксперимента на экстраполяцию (пояснения в тексте).

