

Миф об эхолокации или мир без теней?.....	2
Эхолокация. Факты.....	4
Эхолокация. Обсуждение.....	5
Про ДЕЛЬФИНОВ.....	10
Выводы.....	11
Мир без теней – опыт фантастики	14
Резонансная модель для навигационного процесса	14
Требования к модели	14
Резонансная модель	15
Может ли быть мир без теней?.....	16
Как это может быть у них?	17
Обсуждение	18
Как это может использоваться?.....	19
Что же такое резонанс? (<i>Фантастическая гипотеза</i>)	21
Приложение 1 Дельфины ночного неба	33
Приложение 2 В МОРЕ ЗВУКОВ	35

Миф об эхолокации или мир без теней? (опыт фантастической реальности)

Подсчитано: каждый десятый из класса млекопитающих на Земле это представитель отряда рукокрылых. Летучих мышей и крыланов на нашей планете десятки миллиардов. Из млекопитающих они уступают по численности только грызунам. В этой колоссальной армии 2 подотряда, 19 семейств, 174 рода и около тысячи видов и подвидов. Порой только в одной какой-нибудь пещере на ночлег устраиваются мириады летучих мышей. Например, пещера Новая в Техасе вмещает до 15 миллионов (!) мексиканских складчатогубов. Когда в сумерках они вылетают на поиски пищи, стороннему наблюдателю может показаться, будто под землей начался крупный пожар, - словно клубы черного дыма валят из отверстия.

Дельфины ночного неба,

<http://www.zooclub.ru/wild/ruko/3.shtml>

§ 1

Эхолокация.

Я разговаривал со многими людьми на эту тему. Первая реакция была - недоумение. Затем назывались такие слова, как «летучая мышь», «радиолокатор», «дельфины», а наиболее осведомленные начинали даже вспоминать что-то о «стоячих волнах», тем самым, демонстрируя свою высокую степень осведомленности.

Все объясняется просто.

Физика восьмого класса. Раздел - Акустика.

Это было так давно не только для большинства моих собеседников, да и для меня тоже! Какой бы ни была школа, главное, что она «вбила» в наши головы – непоколебимую веру в те знания, которые она дала. Закон Ома, Три закона Ньютона, закон Архимеда – вот те абсолютные истины, которые мы бережно охраняем, и никакие Теории Относительности, никакие геометрии Лобачевского или Римана не могут поколебать наши интуитивные представления («Параллельные не пересекаются» - и, - точка!).

Вот поэтому может оказаться такой нелегкой задачей - осмыслить, что ни летучие мыши, ни дельфины, ни им подобные, эхолокацией не пользуются. Более того, я собираюсь показать, что ЭХОЛОКАЦИЯ, ТАК ЖЕ, КАК И КОЛЕСО – ЧИСТО ЧЕЛОВЕЧЕСКИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И НИГДЕ В ПРИРОДЕ НЕ ПРИМЕНЯЮТСЯ.

Ну, и – что?

Казалось бы, какое нам дело до этих рукокрылых! Несмотря ни на что, они, всё-равно, ориентируются в пространстве и не нуждаются в наших теоретических построениях. Кроме того, радиолокация успешно применяется во всевозможных технических проектах и круг ее применений расширяется.

Так может быть, не стоит задерживать Ваше внимание на проблематике, которая давно и традиционно считается исчерпанной?

Оказывается, всё не так просто.

Мы покажем, что ЛЕТУЧИЕ МЫШИ, ДЕЛЬФИНЫ И ИМ ПОДОБНЫЕ ЖИВУТ В ОСОБОМ МИРЕ – МИРЕ БЕЗ ТЕНЕЙ и, поэтому они способны видеть многое такое, о чем мы, несмотря на всевозможные наши технические ухищрения, только догадываемся.

«А стоит ли овчинка выделки?»

Стоит, если вспомнить, насколько несовершенны технические навигационные устройства по сравнению с навигационными способностями животных.

Вот этим вопросам мы и уделим наше внимание.

Если Вы выдержите, и дойдете до конца, то нас с Вами будет ожидать совершенно неожиданное завершение, из которого Вы убедитесь, что «овчинка стоит выделки!» и проблема навигации у рукокрылых не такой уж тривиальный вопрос.

§ 2

Мы с Вами убедимся, что автомобиль без дозаправки; передача мощности без потерь в любую точку земной поверхности – это не неуклюжая выдумка заурядного фантазера, а самая настоящая реальность, которую, в свое время продемонстрировал на практике великий ученый и изобретатель Николо Тесла. Кроме того, мы с Вами обсудим, что общего между дельфинами и рукокрылыми, с одной стороны, и прогнозированием землетрясений и грозами, с другой стороны. И последнее.

Если Вы захотите освежить свои традиционные представления об эхолокации, то я рекомендую обратить внимание на помещенные в конце два приложения:

«Приложение 1 Дельфины ночного неба» и «Приложение 2 В МОРЕ ЗВУКОВ».

Эхолокация. Факты

§ 3.

Как это не удивительно, но академическая наука, которая всеми способами поддерживает культ своей корректности и объективности, очень часто пользуется мифотворчеством там, где требуется строгое обсуждение тех или иных явлений.

ПРИМЕЧАНИЕ 1

Например, муха, которая по мнению Аристотеля (жил ок. 384–322 до н.э) или недобросовестного переписчика, имеет восемь ног. Этот миф просуществовал более тысячи лет (до Средневекового Ренессанса).

Ближе к нашему времени известный философ декан Берлинского университета Гегель уволил лаборанта Георга Ома, за то, что тот предложил Закон, который, в последующем, стали называть Законом Ома. По мнению Гегеля, чье имя и в наши дни служит синонимом логической корректности в науке, считал, что предложенный Закон противоречил представлениям о возвышенном характере электричества.

§ 4.

Среди научных мифов есть безобидные, призванные украсить Историю Науки. Это, например, миф о сэре Ньютоне, и его яблоке, которое инициировало формулирование Закона Всемирного Тяготения, или «Эврика!» Архимеда, которая, по слухам, положила начало знаменитому Закону его имени. В истории науки таких мифов много. Некоторые из них не только украшают историю науки.

Судите сами, много яблок упало на (я не побоюсь это сказать! ☺) не менее умные головы до- и во-времена сэра Ньютона, и много людей, погружаясь в ванную, выплескивали часть воды на пол, вызывая неудовольствие соседей и домочадцев, но только в двух случаях, по утверждению всё той же науки, эти явления привели к открытию Великих Законов. Выводом из этого служит утверждение, что дело не в яблоках, а в головах, на которые они падают.

Есть, однако, мифы, которые ошибочны по своей сути, но которые применяют для обоснования практических результатов.

Один из них, это способ ориентации в пространстве летучих мышей.

Описание этого явления казалось настолько правдоподобным, что его даже стали называть эхолокацией.

ПРИМЕЧАНИЕ 2

На самом деле, вначале был предложен метод эхолокации в технике, а затем, с его помощью объяснили метод ориентирования у летучих мышей.

§ 5.

Вот как в Интернете описывается процесс навигации у летучих мышей:

ПРИМЕЧАНИЕ 3

Мы дальше будем прибегать к цитированию других работ. Чаще всего, это будет вызвано потребностью выразить мысль, которая уже сформулирована в другой работе. Иногда это может быть использовано, как иллюстрация общепринятого мнения.

«У летучих мышей ультразвуки обычно возникают в гортани, которая по устройству напоминает обычный свисток. Выдыхаемый из легких воздух вихрем проносится через него и с такой силой вырывается наружу, словно выброшен взрывом. Давление проносящегося через гортань воздуха вдвое больше, чем в паровом котле! Более того, издаваемые звуки очень громкие: если бы мы их улавливали, то воспринимали бы, как рев двигателя реактивного истребителя с близкого расстояния. Не глохнут же летучие мыши потому, что у них есть мышцы, закрывающие уши в момент испускания разведывательных ультразвуков. Безопасность ушей гарантируется совершенством их конструкции: при максимальной частоте следования зондирующих импульсов - 250 в секунду - заслонка в ухе летучей мыши успевает открываться и закрываться 500 раз в секунду».

ЛОКАТОРНЫЙ" СЛУХ, ИЛИ ВИДЯЩИЕ УШАМИ, http://h-r-o-n-o-p.narod.ru/articles/article5_eho.htm

Эхолокация. Обсуждение

§ 6.

Попробуем разобраться в приведенном выше описании.

Прежде всего, обратим внимание, что:

1. *«Давление проносящегося через гортань воздуха вдвое больше, чем в паровом котле! Более того, издаваемые звуки очень громкие: если бы мы их улавливали, то воспринимали бы, как рев двигателя реактивного истребителя с близкого расстояния», и*
2. *« Не глохнут же летучие мыши потому, что у них есть мышцы, закрывающие уши в момент испускания разведывательных ультразвуков. Безопасность ушей гарантируется совершенством их конструкции: при максимальной частоте следования зондирующих импульсов - 250 в секунду - заслонка в ухе летучей мыши успевает открываться и закрываться 500 раз в секунду.*

ПРИМЕЧАНИЕ 4

Заслонка – это, конечно здорово, наверное, мышь успевает закрыть собственные уши. Однако, как ведут себя при этом мыши-соседи?

§ 7.

Проведем умозрительный эксперимент, для чего представим себя на месте летучей мыши. Разумеется, мы не станем испускать звуковые сигналы, да еще такой силы, но мы можем использовать источники световых сигналов.

Допустим, что мы находимся в темной пещере и у нас есть электрический фонарь. Для того, чтобы сориентироваться, нам достаточно включить фонарь и направить луч в окружающее пространство. Тогда отраженный от препятствий свет будет принят нашими глазами, и мы сможем «увидеть» в отраженном свете предметы, которые освещены лучом нашего фонаря (самая обыкновенная эхолокация!). В соответствии с увиденным, мы можем принять решение о необходимых действиях. (вроде бы, эхолокация выполнена!)

ПРИМЕЧАНИЕ 5

В этом случае под термином «увидеть» мы понимаем процесс обработки в нашем мозгу изображения, которое появилось на сетчатке глаза.

§ 8

Продолжим наш умозрительный эксперимент.

Допустим, что мы решили изловить в пещере животное, которое в пещере скрывается. Очевидно, что в этом случае наш фонарь не только будет помогать нам ориентироваться, но и вредить, так как поможет животному увернуться всякий раз, как мы его осветим. В рассмотренной ситуации нам может помочь только *полное освещение пещеры*, которое позволит нам увидеть целиком пространство пещеры, то есть, мы должны иметь *полную трёхмерную* картину внутренности пещеры (если говорить, применительно к эхолокации, то нам необходимо сканировать пространство).

§ 9.

Если вернуться к летучим мышам, то, очевидно, что если бы они использовали локацию для обнаружения насекомых, то произошло бы одно из двух: либо насекомые издохли бы сразу от таких мощных звуков (ведь у них отсутствуют чудесные мышинные заслонки), либо они тут же прятались бы, и тогда издохли бы от голода летучие мыши. В действительности ничего подобного не происходит. И это не единственная загадка.

§ 10.

Продолжим наш эксперимент.

Допустим, что в пещере теперь находятся вместе с нами еще несколько человек, вооруженных электрическими фонарями. И все они пытаются ориентироваться. Так как действия этих людей не согласованы, некоторые фонари будут направлены нам в глаза. Понятно, что это усложнит нам задачу по ориентированию в пещере, так как участники эксперимента будут слепить друг друга. Не трудно догадаться, что в случае с летучими мышами это равносильно тому, что в момент, когда у одной из них открываются уши (см. приведенную выше цитату) для приёма отраженного сигнала, рядом может прозвучать сигнал, испускаемый другой мышью с силой 140 дБ. Это соответствует громкости реактивного двигателя,

работающего на близком расстоянии (надеюсь, что даже те, кто не имел «удовольствия» слышать на расстоянии 4 метров шум работающего реактивного двигателя, могут себе это представить). Если учесть, что громкость отраженного звука в 1000 ... 10000 раз слабее испускаемого, то можно только удивляться остроте слуха летучей мыши, которая должна различать «свои» сигналы на фоне того «бедлама», который создают мириады других зверьков, населяющих пещеру. Можно сделать вывод, что

«Если бы летучие мыши использовали эхолокацию для ориентирования и охоты, то они должны были бы исчезнуть, как вид либо от столкновений при полете, либо от голода».

Между тем, летучие мыши летают во всех направлениях, хорошо ориентируются в пространстве и не только не сталкиваются друг с другом, но и с другими предметами и животными, находящимися в пещере.

\$ 11.

Вот что можно прочесть по этому поводу в журнале «Вокруг света» в статье В. Никитина:

«... ультразвуки в воздухе быстро затухают. Поэтому оптимальная дальность обнаружения цели - 40 60 сантиметров, полтора-два метра это уже предел. ... за минуту летучая мышь, оказывается, может поймать до 15 мошек - при этом траектория полета резко меняется: зверек пикирует, делает петли, перевороты, скользит на крыло, входит в штопор, техника пилотажа изумительная! А скорость полета - это ... 20 30 километров в час! Каким же мощным "компьютером" должна обладать летучая мышь, чтобы в мгновение ока (в "мгновение уха") - как правило, от засечки цели до поимки добычи проходит не более полусекунды - сделать сложнейшие вычисления, решить задачу о двух неравномерно движущихся телах в трехмерном пространстве, определить, в каком направлении, каких размеров, с какой скоростью и к а к а я движется цель (попутная задачка на определение структуры поверхности тела по отраженному импульсу) и дать соответствующие команды своим конечностям, всему телу: на перехват!».

<http://www.zooclub.ru/wild/ruko/3.shtml>

Вот так.

Оказывается, мало того, что эта хитроумная ☺ мышка «додумалась» до эхолокации, она при решении задач выполняет работу компьютера, для которого мы до сих пор не имеем достаточных вычислительных мощностей.

И всё-таки, автор слегка сомневается:

«Может показаться, что эхолокация для летучих мышей принципиально невозможна. Представим: сигнал доходит до

насекомого, оно воспринимает ультразвук, и у него есть еще время среагировать, пока эхо возвращается к охотнику. Неужели эволюция не учла такую возможность и не подарила насекомым шансов на спасение, на маневр ухода? Подарила. Шансы есть. Но мизерные. Некоторые мотыльки, получив ультразвуковое "предупреждение", складывают крылья и камнем падают на землю; другие начинают резко менять курс полета, рыскают в воздухе. И тем не менее летучие мыши охотятся практически безошибочно! Они успевают перехватить цель почти в любой ситуации.

Дело в том, что летучая мышь ориентируется в полете не по звуковому лучу или пучку, а по звуковому полю: она оценивает множество эхо-сигналов, отраженных от разных поверхностей».

ПРИМЕЧАНИЕ 6

Ох, уж это магическое слово «поле»! Половина научных откровений держится на применении этого термина! Достаточно сказать, например, «биополе» или «звуковое поле» - и всем всё становится понятно. Между тем, понятие «поля» не обозначает ничего, кроме физического пространства, в котором действуют конкретные физические силы. В своё время этот термин позволил достаточно эффективно описывать протекание некоторых физических процессов. С тех пор появились попытки применить понятие поля для описания процессов, чей механизм действия либо не понятен, либо не известен авторам. Так появились биополя, информационные поля, интеллектуальные ☺ поля и, наконец «звуковые поля».

Можно предположить, что автору цитаты известен способ анализа зрительного поля, и он переносит его, вообразив существование в мышьинном ухе «звукового поля». Разница здесь в том, что зрительное поле формируется в мозгу, отображая состояние **сетчатки** глаза. При этом следует учесть, что сетчатка состоит из огромного числа рецепторов, в то время, как у летучей мыши есть всего два уха. Некоторые исследователи предполагают существование еще двух – трех точек, но по сравнению с тысячами рецепторов сетчатки глаза – это ничтожно мало. Отсюда следует: то, что нам удастся сделать «с одного взгляда», должно было бы потребовать от летучей мыши многократного сканирования всего трёхмерного пространства. И, всё это в течение физически невозможного цейтнота во время охоты ☺.

Мы должны признать, что все рассмотренные нами хитроумные построения не выдерживают критики. Единственное, что может извинить авторов, так то, что они, подобно тысячелетнему путешествию восьминогой мухи Аристотеля из одного научного трактата в другой, пересказывают миф об эхолокации у летучих мышей. Это тем более удивительно, что многие из фолиантов были буквально «засижены» мухами, в то время, как летучие мыши обитают в пещерах и активны ночью (как их там разглядишь! ☺).

§ 12.

Характерно, что даже тогда, когда высказывается сомнение: *«эхолокация для летучих мышей принципиально невозможна?»* (см. выше), оно используется для того, чтобы привести собственные аргументы в пользу эхолокации.

Про ДЕЛЬФИНОВ.

§ 13.

Можно было бы закончить обсуждение проблемы эхолокации на предыдущем разделе, если бы гипотеза об ориентации в пространстве с помощью ультразвука у летучих мышей была исключением из правил. Но это не так.

Вот, например, как описан механизм ориентирования у дельфинов:

«У дельфинов нет голосовых связок. ... Звуки рождаются в специальных полостях, заполненных воздухом. При сжатии полостей происходит вибрация перепонки, и возникают ультразвуковые и звуковые колебания. Роль же фокусирующего элемента, как предполагают ученые, выполняет жировая линза. Отразившись от костей черепа, ультразвуковые лучи проходят через жировую линзу и в ней фокусируются. В зависимости от расстояния до пеленгуемого объекта дельфин сжимает или разжимает линзу, и фокусировка бывает большей или меньшей.

ПРИМЕЧАНИЕ 7

Предполагается, что дельфин уже знает о существовании объекта и расстоянии до него. Но в этом случае возникает вопрос, для чего в этом случае дельфину нужно «сжимать и разжимать линзу», если только для гимнастики ☺?

Отличный слух дельфина позволяет ему улавливать малейшие звуки в ультразвуковом, звуковом и даже инфразвуковом диапазонах. Из бесчисленного количества звуков дельфины легко выделяют голоса своих сородичей или звуки, исходящие от организмов, служащих им пищей. Дельфины с поразительной точностью определяют направление на источник звука. Секрет такой способности заключен в органах слуха, надежно изолированных от костей черепа. Изоляция достигается тем, что среднее и внутреннее ухо окружено со всех сторон воздушными полостями и камерами, заполненными пеной из жировой эмульсии. Пена поглощает звуковые колебания, поэтому внутреннее ухо ограждено от посторонних раздражений. Звуковые волны проходят только через наружный слуховой проход. Благодаря направленному восприятию звука дельфин точно определяет положение его источника. При необходимости дельфины способны изменять в миллиард раз мощность своего излучения и в тысячу раз - частоту повторения ультразвуковых импульсов. ...

Поражает способность дельфинов выделять из хаоса звуков только необходимые. В этом неоднократно убеждались ученые, исследовавшие поведение животных, содержащихся в дельфинариях - специальных бассейнах. Были, в частности, поставлены такие эксперименты. Записали (а современная техника это позволяет) гидролокационные сигналы афалин, а потом этими сигналами их же и «облучили». Казалось бы, это должно было афалин «сбить с толку», обмануть, однако ничего подобного не произошло. Афалины каким-то образом сумели «разоблачить» обман» (выделено мною, В.К.)

См. «Эхолокация» <http://dolphinlife.narod.ru/dolphinlife/echo.htm>

§ 14.

Это описание достаточно полно совпадает с описаниями в других источниках. Проанализируем его.

Прежде всего, если исключить подробное описание механизма излучения, то приведенный способ ориентации не отличается от того, который приписывают летучим мышам. Это значит, что все те проблемы, которые возникли бы у летучих мышей, если предположить применение ими эхолокации, остаются у дельфинов. Некоторая изощренность описания предполагаемого у них механизма генерации излучения объясняется несколькими причинами:

Во-первых, размеры черепа дельфина значительно превосходят размеры черепа летучей мыши. Это создает простор для более изощренных предположений. Чего стоит, например, описание функций различных составляющих черепа.

Во-вторых, водная среда менее приспособлена для использования зрения. Это связано с тем, что оптическая проницаемость воды очень зависит от степени ее замутненности, в то время, как для звука оптическая проницаемость менее критична.

В этой связи *«Поражает способность»* (выражение из приведенной цитаты) авторов описания не видеть очевидное. Действительно, эксперимент с *«облучением»* афалин, которых не удалось *«сбить с толку»*, должен был бы посеять сомнение в души экспериментаторов, и они начали бы размышлять и сомневаться: «Может быть, афалины и летучие мыши не применяют эхолокацию для ориентирования в пространстве?», но по всей вероятности, экспериментаторов гипнотизировали успехи создания сонаров в технике (типичная «подгонка под ответ!»).

Выводы

§ 15.

Обсуждение общепринятой гипотезы о применении животными эхолокации для ориентирования в пространстве позволяет заключить, что:

1. Образ жизни летучих мышей и дельфинов не позволяет им эффективно применять зрение (летучие мыши ведут ночной образ жизни, а дельфины живут в воде, прозрачность которой может быть нулевой). Поэтому они используют генерацию сигналов звукового диапазона.
2. Излучение навигационных сигналов животными в стае будет затруднять приём отраженных сигналов, поэтому процесс навигации не может быть основан на эхолокации.

При ориентировании в пространстве в мозгу животного должна быть создана «объемная картина» окружающего пространства. Это неперемное условие, необходимое для обеспечения способности животного принимать решения о поведении в пространстве.

§ 16.

Известно, что для получения «картины» в мозгу с помощью глаз, животное как бы фотографирует образ на сетчатку глаза. Первый раз мозг считывает изображение с сетчатки глаза, обрабатывает его, вырабатывает необходимые команды и запоминает полученный образ. При последующих «чтениях», мозг просто сравнивает очередной образ с запомненным и только обрабатывает изменения.

ПРИМЕЧАНИЕ 8

Мы привели очень упрощенную версию процесса, но главное, что процесс получения с помощью зрения информации об окружающей среде, во-первых, распараллелен за счет применения рецепторов сетчатки глаза, а, во-вторых, фиксирует только изменения «картинки», а это позволяет ускорить процесс обработки очередного изображения.

§ 17.

Когда в 1931 г. немецкий врач Макс фон Зендем удалил катаракту нескольким слепым от рождения детям (весь остальной зрительный тракт был у них в порядке), оказалось, что «в течение первых дней после операции видимый мир был лишен для них всякого смысла, и знакомые предметы, такие, как трость или любимый стул, они узнавали только на ощупь. Лишь после долгой тренировки прозревшие обучались видеть вещи, но зрение действовало все равно хуже, чем обычно в этом возрасте (хотя глаза у них были в порядке). Они с трудом отличали квадрат от шестиугольника. Чтобы обнаружить разницу, считали углы, помогая себе пальцами, часто сбивались, и было видно, что такое опознавание для них — трудная, серьезная задача. Мало того, у них путались предметы. Петух и лошадь воспринимались одинаково, потому что у обоих животных есть хвост: окончательное суждение они выносили по какому-то одному характерному признаку, а не по всей их совокупности. И по той же причине рыба казалась похожей на верблюда, так как плавник напоминал горб.

Обратите внимание, все эти казусы происходили притом, что изображение на сетчатке было достаточным и зрительная информация от тысяч рецепторов, исправно передавалась в мозг.

У животных, использующих звук для ориентирования в пространстве, ничего подобного не может происходить, так как ухо такого животного, в отличие от глаза, не способно воспринимать структуру поверхности, отражающей сигнал, так как не имеет аналога сетчатки глаза. В этих условиях животное должно было бы непрерывно сканировать пространство, что может замедлить процесс обработки «образа» пространства в 1000 ... 1000000 раз.

Из всего этого можно сделать вывод:

ПРИНЦИП ЭХОЛОКАЦИИ НЕПРИЕМЛЕМ ДЛЯ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ЖИВОТНЫХ В ПРОСТРАНСТВЕ.

§ 18.

Как же так? Ведь этот принцип, с одной стороны, хорошо зарекомендовал себя в технических приложениях (радиолокация), а с другой, известно, что животные генерируют колебания звуковой частоты и эксперименты показывают, что они это делают для ориентирования в пространстве.

Если говорить об успехах применения эхолокации в технике, то нам остается вспомнить наш умозрительный эксперимент с фонариком в пещере. В эксперименте у нас трудности появились, когда кроме нас в пещере появились другие, которые своими фонарями слепили нас.

Если вернуться к летучим мышам, то, судя по публикациям, никто не проводил экспериментов с обитающей в пещере стаей рукокрылых.

Не трудно догадаться, что, если бы один и тот же объект облучался одновременно несколькими радиолокаторами, то это затруднило бы процесс локации.

Мир без теней – опыт фантастики

§ 19

Мы убедились, что эхолокация – не лучший способ навигации для животных, которые ведут ночной образ жизни. И, тем не менее, большой отряд млекопитающих ведет ночной образ жизни и поэтому не пользуется зрением. Как же они могут получать информацию об окружающем пространстве? Рассмотрим одну из моделей, которую можно использовать для объяснения особенностей навигационных процессов для рукокрылых и дельфинов.

Резонансная модель навигационного процесса

Требования к модели

§ 20.

Какими свойствами должна обладать модель навигационного процесса?

1. Модель должна содержать параметры пространства, окружающего животное, с учетом взаимного расположения в нем предметов.
2. Модель должна учитывать местоположение в пространстве ориентирующегося животного.
3. Модель не должна зависеть от навигационной деятельности других животных.
4. Модель должна отражать все изменения положения предмета в контролируемом пространстве.

Отметим, что визуальная модель пространства (ВМП) не отвечает перечисленным выше требованиям.

Действительно.

1. ВМП не полностью характеризует взаимное расположение размещенных в пространстве предметов. Например, некоторые предметы могут быть скрыты за другими предметами. Этот эффект использовался при создании японского «Сада камней». Этот Сад содержит пятнадцать предметов, из которых всегда можно видеть только четырнадцать.
2. ВМП не позволяет точно учитывать местоположение в пространстве ориентирующегося животного. Причина в том, что для этого применяется, так называемое стереоскопическое зрение, для которого одновременно используются два глаза. Однако, стереоскопическое зрение не всегда позволяет оценивать расстояние до объекта. Например, многие из нас ошибались, оценивая расстояние до горизонтально натянутой проволоки.
3. ВМП может зависеть от ориентирующей деятельности других животных. Мы уже рассматривали это явление на примере навигационной деятельности в пещере нескольких субъектов с электрическими фонариками.
4. ВМП не всегда отражает зависимость от положения предмета в контролируемом пространстве. Фактически, это следствие п.1, но не только. Можно привести пример явления, свидетелями которого мы

никогда не будем. Например, мы никогда не сможем увидеть предмет, в трехмерном пространстве. Мы всегда будем видеть только обращенную к нам сторону.

Этот список можно продолжить, если вспомнить, что большая часть трюков выполняемых иллюзионистами основаны на так называемом «обмане зрения». Выходит так, что мы с Вами, а не рукокрылые чаще всего оказываемся беспомощными при ориентировании.

Резонансная модель

§ 21.

Можно ли построить модель, обладающую, перечисленными выше свойствами? Какое явление может быть положено в ее основу?

В природе существует явление, которое акустики называют *собственной резонансной частотой пространства*.

Для дальнейшего изложения нам потребуются некоторые определения.

1. Примем, что пространством называется объем, ограниченный геометрическими параметрами и содержащий предметы, с учетом их взаимного расположения.
2. Собственная резонансная частота (СРЧ) - число колебаний в сек. механоакустической системы (пространства), характеристика виброакустических свойств механической или акустической (воздушный объем) конструкции. Это частота, при которой амплитуда колебаний резко и многократно возрастает.

(см. Краткий акустический словарь, <http://dop.ru/?id=glossary>)

§ 22.

Рассмотрим способ измерения собственной резонансной частоты.

Допустим, мы имеем устройство Ω , способное генерировать импульсы в диапазоне частот от f_1 до f_2 . То есть, устройство Ω излучает последовательно частоты, начиная с f_1 и заканчивая f_2 , в то время, как *собственная резонансная частота* пространства равна $f_1 \leq \omega \leq f_2$.

Если устройство Ω поддерживает постоянной мощность P_f , затрачиваемую на генерацию, то при генерации частоты f_b равной ω , амплитуда колебаний будет максимальной. Это и будет соответствовать *собственной резонансной частоте* ω анализируемого пространства.

§ 23.

Собственная резонансная частота пространства ω обладает такими свойствами, как:

1. Два пространства W_1 и W_2 , имеющие одинаковый набор S элементов и разное их взаимное расположение, будут иметь разные ω_1 и ω_2 , соответственно.
2. Если пространство S имеет несимметричной формы элемент s , то два пространства W_3 и W_4 , которые отличаются положением элемента s , будут иметь разные ω_3 и ω_4 .

3. Если мы имеем два пространства W_5 и W_6 , которые отличаются разными наборами элементов S_5 и S_6 , то они будут иметь, соответственно ω_5 и ω_6 .
4. Всегда $\omega_1 \neq \omega_2 \neq \omega_3 \neq \omega_4 \neq \omega_5 \neq \omega_6$.

Эти свойства известны, например, настройщикам музыкальных инструментов, которые знают, что любые манипуляции с предметами, образующими инструмент изменяют его ω .

Так как значение ω пространства характеризует положение любого элемента этого пространства, то мы будем называть его

РЕЗОНАНСНОЙ МОДЕЛЮ ПРОСТРАНСТВА (РМП).

Может ли быть мир без теней?

§ 24.

РМП представляет собой характеристику изучаемого пространства. Попробуем представить себе, как бы мы воспринимали мир, если бы мы воспользовались РМП?

Допустим, мы с Вами находимся в комнате, в которой стоит стол и стул, расположенный так, что между нами и стулом расположен стол. На стуле лежит газета. Визуальный анализ пространства комнаты покажет нам стол, покрытый скатертью, а за ним какой-то предмет, предположительно, стул, газету на котором мы вообще не увидим. Так как картина нам, в общем-то, знакомая, мы это видим часто, то мы приходим к выводу, что видим комнату с расположенной в ней мебелью. Если мы проявим свою природную любознательность, то мы заглянем за стол и увидим газету, которая лежит на стуле. Более того, мы можем заглянуть под стол и увидеть обратную сторону столешницы. Ничего необычного, но, именно потому, что мы так действуем всегда, нам не совсем понятно, в чем проблема? А проблема в том, что для того чтобы увидеть, хотя бы то, что мы увидели, нам необходимо было бы предварительно *знать*, как выглядит стол и стул. В противном случае, нам следовало бы подойти к этим предметам, ощупать их и запомнить, как они выглядят (о проблемах, которые при этом возникают, мы упоминали в § 17). При этом, мы бы получили не визуальную, а тактильную информацию. Кстати, этой очень продуктивной деятельностью мы занимаемся не только первые 3..4 года нашей жизни, но и з до сих пор, каждый раз, когда нам попадает на глаза незнакомый предмет.

§ 25.

А теперь давайте представим себе, что мы способны воспринимать ту же комнату, но через анализ ее РМП. По аналогии с визуальным восприятием, допустим, что мы уже знаем $(РМП)\omega_{стол}$ стола, $(РМП)\omega_{стул}$ стула и $(РМП)\omega_{газета}$ газеты. При генерации устройством Ω частот в диапазоне от f_1 до f_2 мы получим $(РМП)\omega_{комн} = (РМП)\omega_{стол+стул+газета}$. Таким образом, мы через РМП $\omega_{комн}$ «увидим» совокупность этих предметов и их взаимное расположение в пространстве. Другими словами, мы «увидим мир без теней», то есть мир, где ни один предмет не будет перекрывать другой.

Обратите внимание, что эту информацию мы получим в результате применения одного генератора частот, но для этого мы должны уметь узнавать РМП предметов и пространства (то есть, «знать» как «выглядит» каждый из объектов пространства).

Как это может быть у них?

§ 26.

А теперь обратимся еще раз к тому, как видят экспериментаторы поведение летучих мышей.

«Допустим, в одном зале летают сто летучих мышей (на самом деле их может быть на 2-3 порядка больше). Сто писков одновременно раздаются в воздухе. Каждая мышь должна выделить отражение своего сигнала на фоне многочисленных помех. Каким компьютером она должна обладать, чтобы за полсекунды, проходящие от засечки насекомого до его поимки, решить задачу о сближении двух тел, неравномерно движущихся в трехмерном пространстве, определить характер, размеры, направление и скорость движения цели, дать команду своему телу – «на взлет»!

«Компьютер» летучей мыши обладает поразительной оперативной и долговременной памятью. Зверьки после одного-двух заходов на цель усваивают пространственное положение предметов, а затем используют это знание для лучшего достижения биологического эффекта. Долговременная, кинестетическая память связана со способностью животного запоминать, а потом многократно воспроизводить программу движения, не пользуясь дополнительными эхолокационными сигналами... ».

ПРИМЕЧАНИЕ 9

Цитата из книги В. Дублянского "Занимательная спелеология", <http://analyser.narod.ru/x-files/dublyansky.htm> - это пример рождения мифа.

Вместо гипотезы, объясняющей процесс принятия решений у летучих мышей, высказываются заведомо технически невыполнимые предположения. Ведь для реализации такого алгоритма, даже с учетом грядущих достижений потребуется суперкомпьютер, объем которого в десятки, сотни тысяч раз превосходит размер мозга летучей мыши.

Обратите внимание, насколько проще можно было бы объяснить поведение летучих мышей, с помощью РМП.

Вот как сложно должна действовать летучая мышь с помощью своего «Компьютера» и только для того, чтобы сохранить «репутацию» успешного эхолокатора.

А, может быть, нет никакого компьютера?

Для этого достаточно предположить, что наша мышка генерирует сигналы, изменяя частоту для того, чтобы определить **собственную резонансную частоту**

окружающего пространства. и «знает», чему соответствует значение РМП ω . Следует обратить внимание, что здесь уместен термин «знает».

Обсуждение

§ 27

Сделанное нами предположение позволяет более просто объяснить процесс навигации у летучих мышей и дельфинов.

Исследователи обратили внимание, что и у тех и у других излучающий орган как бы изолирован от остального тела. Объясняют это тем, что животное как бы изолирует себя, чтобы «слышать» только отраженные сигналы. Элементарный здравый смысл подсказывает, что для этой цели следовало бы создать более изощренную защиту, для которой у «бедной мышки» не хватило бы ресурсов.

Если же обратиться к РМП, то становится понятным, что у излучающих животных возникает проблема защиты от собственного излучения. Это необходимо по двум причинам: во-первых, для того, что бы исключить нежелательную вибрацию тела животного, что, среди прочего, потребовало бы дополнительного расхода энергии, а, во-вторых, для того, чтобы в характеристике РМП ω не участвовали параметры тела животного.

§ 28

Чем же отличается эхолокация от резонанса?

Главное отличие в том, что при эхолокации воспринимаемый «отклик» зависит от количества и взаимного расположения излучателей (интерференция, дифракция и т.п.), ну, и конечно, от расположения различных объектов окружающего пространства, в то время, как при РМП «отклик» не зависит от числа излучателей, так как он определяется только взаимным расположением предметов в анализируемом пространстве.

Есть и еще одно обстоятельство, которое отличает применение РМП от эхолокации. Оно заключается в том, что

ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РМП ЭНЕРГИЯ ЗАТРАЧИВАЕТСЯ
ТОЛЬКО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИБРАЦИИ
ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОРГАНА (и зависит только от его массы), В
ТО ВРЕМЯ, КАК ПРИ ЭХОЛОКАЦИИ ЗАТРАЧИВАЕМАЯ
ЭНЕРГИЯ ЗАВИСИТ ОТ КВАДРАТА РАССТОЯНИЯ ОТ
ОБЪЕКТА.

Разумеется, природа не может допустить такое расточительство

§ 29

Вот так обстоят дела.

Казалось бы, чего проще?

Явление резонанса давно изучено, ему посвящены горы литературы, в которой до сих пор рассказывают мифы об удивительных способностях летучих мышей и мудрых дельфинах, которые совершают немыслимые чудеса, благодаря применению эхолокации.

§ 30

Так как же быть с эхолокацией?

Используют ее или не используют животные в природе?

Прежде всего, заметим, что наша визуальная информация получается за счет анализа *отраженного* света, то есть это обыкновенная эхолокация. Кроме того, те же летучие мыши и дельфины применяют ее, когда появляется потребность анализировать пространство, размеры которого превышают возможности описанного метода определения собственной резонансной частоты (Никитин в своей книге приводит контролируемое пространство 60..70см.). Это равносильно тому, как мы на большие расстояния применяем бинокль или телескоп. Никому не приходит в голову утверждать, что при чтении книг мы так же пользуемся биноклем. Так же и у летучих мышей. Наверняка, для обнаружения комара на расстоянии 200 метров они применили бы метод эхолокации (этот факт особенно умиляет экспериментаторов), если в этом есть необходимость – всё-таки двести метров – при таком расстоянии присутствие комара может иметь только познавательный интерес. Однако, никто из экспериментаторов не сообщает, происходит ли это явление в присутствии мириада других летучих мышей или в условиях эксперимента с единственной (и, наверняка - голодной) летучей мышью.

Как это может использоваться?

§ 31.

И, все-таки, есть случаи, когда люди начали активно применять методы, основанные на измерении собственной резонансной частоты пространства. К ним относятся методы морелечения (или - дельфинотерапия), которые воспринимаются, как чудо, и поэтому не принимаются некоторыми специалистами.

«К методам морелечения относят дельфинотерапию. Это лечебные купания в море вместе с черноморскими дельфинами-афалинами. Установлено, что акустические сигналы дельфинов - ультразвуки частотой 200 КГц, через эффект биологического резонанса стимулируют у человека выделение гормонов-эндорфинов, которые улучшают психо-эмоциональное состояние, нормализуют деятельность вегетативной нервной системы, повышают жизненный тонус».

<http://crimport.al.ru/properties/index.htm>

Обратите внимание, что и здесь не обошлось без словотворчества, которое находится на грани словоблудия!

Как же, как же!

Оказывается, что все дело в «**эффекте биологического резонанса**»!

Считается, что достаточно сгенерировать ультразвуки частотой 200 КГц и произойдет «выделение гормонов-эндорфинов, которые улучшают психо-эмоциональное состояние, нормализуют деятельность вегетативной нервной системы, повышают жизненный тонус».

Спрашивается, что же мешает нам самостоятельно генерировать «ультразвуки частотой 200 КГц», а не обращаться к дельфинам?

В дальнейшем описании морелечения сообщается, что оно оказалось очень эффективным для излечения детей. При этом дельфины диагностируют состояние внутренних органов ребенка и, в зависимости от этого генерируют ультразвуки определенной частоты.

Всё становится более понятным, если предположить, что дельфины «определяют» собственную резонансную частоту внутренних органов ребёнка.

ПРИМЕЧАНИЕ 10

Экспериментально установлено, что некоторые внутренние органы человека имеют следующие значения собственной резонансной частоты. Например:

1. 20-30 Гц (резонанс головы)
2. 40-100 Гц (резонанс глаз)
3. 0,5-13 Гц (резонанс вестибулярного аппарата)
4. 4-6 Гц (резонанс сердца)
5. 2-3 Гц (резонанс желудка)
6. 2-4 Гц (резонанс кишечника)
7. 6-8 Гц (резонанс почек)
8. 2-5 Гц (резонанс рук)

Как можно применить РМП?

§ 32.

Метод РМП может найти применение при конструировании прибора для людей, лишенных зрения. Разумеется, применение такого прибора потребует длительного обучения, но после овладения им, человек сможет «видеть» даже лучше зрячего.

§ 33.

Метод, основанный на РМП, может быть применен для проверки нарушений целостности охраняемой территории. В настоящее время используется способ контроля колебаний почвы. Недостаток его заключается в том, что он чувствителен к колебаниям почвы из-за проезжающего транспорта, что снижает эффективность контроля.

§ 34.

Метод, основанный на применении РМП можно использовать для неразрушающего контроля целостности трубопроводов, деталей сложной конфигурации и т.п.

§ 35.

РМП может найти применение при контроле на присутствие наркотиков и взрывчатых веществ. В принципе он не отличается от метода контроля дельфинами состояния внутренних органов. Для этого достаточно знать собственную резонансную частоту наркотиков или взрывчатых веществ.

§ 36

РМП можно использовать при создании компьютерного трехмерного изображения объектов. В настоящее время это достигается трудоемкой операцией сканирования пространства.

Этот список можно было бы продолжить.

После всего сказанного, мне кажется, что настало время попытаться ответить на вопрос: «Что такое резонанс?»

Что же такое резонанс? (Фантастическая гипотеза)

*Как правильно сказал некогда Гёте, в науке мы можем знать только, как произошло что-нибудь, а не **почему** и **для чего**.*

В.И.Вернадский, Несколько слов о ноосфере,
1944

\$ 37.

Если бы явление резонанса было мало распространенным явлением природы, то на этом мы могли бы закончить наши обсуждения.

Действительно, если бы речь шла только о том, какой навигационный механизм используют рукокрылые и дельфины, то можно было бы на этом остановиться, хотя очень хочется порассуждать о несовершенстве человеческого познания. Однако, нам кажется, что явление резонанса заслуживает более пристального внимания.

\$ 38.

Ниже мы приводим отрывок из лекции академика Л.И.Мандельштама в Одесском Политехническом институте в 1918 году

«Явление резонанса давно было известно физикам в области акустики. Оно состоит в следующем. Представьте себе натянутую струну. Она способна, если по ней ударить или провести по ней смычком, звучать в некотором определенном тоне, при этом она приходит в колебания со вполне определенной частотой. Каждому тону соответствует своя частота. Скажем, что наша струна способна совершать 435 колебаний в секунду. Это соответствовало бы тону "ля". Предположим, что струна находится в покое. Возьмем теперь вблизи другую струну, которая тоже способна совершать 435 колебаний в секунду, и заставим эту струну звучать. Тогда окажется, что под влиянием колебаний нашей второй струны приходит в колебания - и сильные колебания - и первая. Это явление называется резонансом. Но если вторая струна имеет отличное от первой число колебаний, то первая струна молчит и на колебания второй струны не отвечает.

Объяснение явления резонанса несложно. Та струна, которую мы заставляем непосредственно колебаться, передает первой струне через воздух маленькие толчки, следующие друг за другом в темпе ее колебаний, т. е. каждую $1/435$ сек один толчок. Каждый толчок сам по себе крайне незначителен. Первый толчок действительно приведет струну в ничтожно слабое колебание, но если темп этих колебаний и приходящих толчков один и тот же, то второй толчок придется как раз вовремя и усилит действие первого. Третий усилит колебания еще больше, и т. д. Произойдет накопление действия отдельных толчков, и в результате получается сильное звучание. Между тем если отдельные толчки следуют друг за другом не впопад, то действие одного будет уничтожаться действием следующего и заметного эффекта не будет. Явление резонанса, изученное впервые в акустике, ею абсолютно не ограничивается. Звонарь на колокольне, раскачивающий тяжелый колокол, пользуется, хотя и бессознательно, тем же явлением. Он не в состоянии преодолеть тяжесть колокола одним усилием и поэтому он поступает так. Он дает веревке слабый толчок: колокол отклоняется, но очень незначительно, а затем возвращается обратно; как раз в

момент возвращения звонарь дает следующий толчок и такими ритмичными, следующими в *тетро* колебаний колокола толчками он его раскачивает до тех пор, пока язык не ударит по колоколу. Вот почему, между прочим, звонить в тяжелый колокол, особенно снизу, при помощи веревки, т. е. в условиях, когда следить за колебанием нельзя, требует немало навыка.

Теперь, я думаю, вам будет ясно, как явление резонанса может оказаться губительным для моста. Представьте себе, и это действительно бывало при некоторых катастрофах, что по мосту проходит военный отряд, идущий в ногу. Отдельные толчки, производимые при этом, не оказывают сколько-нибудь заметного действия. Но если случайно период этих ритмических толчков совпадает с периодом колебаний моста - а это, особенно в цепных мостах, может случаться очень легко, - то наступает явление резонанса. Действия отдельных толчков накапливаются, мост раскачивается все сильнее, материал не выдерживает, и мост рушится. Вот почему, между прочим, теперь при проходе отряда через такой мост солдатам дается команда идти не в ногу. Это, конечно, одна из причин, а подобных причин наступления резонанса может быть множество, и оградить себя от таких ритмических нагрузок трудно. Поэтому в настоящее время - а это и есть главный практический результат, к которому привела теория, - почти совершенно отказались от нежестких систем, имеющих собственные колебания.

Современные конструкции имеют гораздо большую жесткость, чем прежние цепные мосты, и этим возможность колебаний, а значит и возможность наступления губительного резонанса, устраняется. Я думаю, что вам теперь также стало ясным, почему случаи, подобные описанному, казались непонятными и загадочными. Конструкторы рассчитывали прочность своих мостов исключительно статически, т. е. они принимали во внимание только постоянную нагрузку, и с этой точки зрения их расчеты были совершенно правильны. Они не учитывали и даже не напали на мысль о необходимости учета ритмически изменяющейся нагрузки, с одной стороны, и колебаний моста - с другой. Их кругозор был ограничен и не охватывал явлений во всем их разнообразии. Но нашлись люди с широкой теоретической подготовкой, для которых звучание струны и колебания моста являлись лишь частными случаями, охватываемыми одним общим законом, и вопрос был решен.

Интересно, что аналогичное явление повторилось в совершенно другой области. Вы знаете, что для передачи электрической энергии пользуются иногда кабелем, состоящим по существу из двух металлических проводников, несущих ток, и изолированных друг от друга каким-нибудь изолирующим веществом, например гуттаперчей. Слой гуттаперчи между проводами должен быть больше или меньше, смотря по тому электрическому напряжению, иначе говоря, смотря по числу вольт, при котором передача энергии идет. Понятно при этом, что из

соображений экономии и из-за тяжести кабеля слой гуттаперчи делают не больше (конечно, с известным запасом), чем это нужно для данного случая. Проверка делается в заводской лаборатории. Для этого соединяют один провод с положительным, другой - с отрицательным полюсом батареи и смотрят, выдерживает ли кабель нужное напряжение. И вот наблюдались случаи, что при работе с переменным током кабель, полностью выдержавший испытание в лаборатории, в работе пробивался.

Вопрос разъяснился и здесь тоже лишь тогда, когда к нему подошли с физико-теоретической стороны. Оказалось, что здесь, как и в случае моста, губительным фактором было явление резонанса. Дело в том, что кабель, смотря по длине, имеет различные периоды собственных электрических колебаний. Он представляет собой электрическую аналогию струны. С другой стороны, отличительной чертой переменного тока является его ритмическая пульсация.

И вот, если длина кабеля оказывалась такова, что период пульсации тока совпадал с периодом колебаний кабеля, наступало явление резонанса, происходило нарастание колебаний электрического напряжения, которое благодаря этому достигало гораздо большей величины, чем то, которое давали динамомашины и на которое был рассчитан кабель, и изоляция пробивалась».

Академик Л.И. Мандельштам, ВСТУПИТЕЛЬНАЯ ЛЕКЦИЯ К КУРСУ ФИЗИКИ В ОДЕССКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ,

Октябрь 1918 г.,

<http://vivovoco.rsl.ru/VV/PAPERS/NATURE/MAND/MANDESSA.HTM>

Прошло, без малого, сто лет, но содержание лекции уважаемого академика и сегодня выглядит современным.

Обратите внимание на фразу: «Объяснение явления резонанса несложно». Между тем, последующее объяснение никакого отношения к объяснению явления резонанса не имеет – это обыкновенный перечень технических катаклизмов, причиной которых является резонанс и как его обнаружить. К сожалению, и после 1918 года никаких серьёзных объяснений «явления резонанса» не было.

Так всё-таки, что же такое явление резонанса?

Чем оно обусловлено?

Попытаемся разобраться, что значит: колебания передаются другому объекту?

Что при этом происходит? Что такое «колебания»? За последние двести лет было много написано, но, фактически это всё пересказ одного и того же другими словами.

Мы не будем всё это повторять. Но вспомним, что

- ✓ Любое материальное тело состоит только из атомов.
- ✓ Атомы находятся в непрерывном движении и, так как эти движения неупорядочены, то они сталкиваются друг с другом.
- ✓ Атомы представляют собой упругие тела, в результате этого они, после столкновения, изменяют свою траекторию движения. Кроме того, упругость атомов приводит к тому, что физическое тело занимает

- объем, зависящий от количества и скорости движения атомов.
- ✓ При физическом контакте двух тел, атомы этих тел воздействуют друг на друга. Это обстоятельство позволяет нам измерять среднюю скорость атомов материального тела с помощью заранее отградуированного устройства, которое мы называем термометром, а измеряемую с его помощью интенсивность взаимодействия атомов – температурой. С помощью термометра мы измеряем изменение объема рабочего тела нашего прибора при соприкосновении с измеряемым устройством.

§ 39

Я приношу мои извинения специалистам за то, что буду оперировать простыми понятиями, обсуждая сложнейшие физические вопросы. Оправданием может служить лишь факт, что мы пытаемся создать гипотезу, которую заранее назвали фантастической.

Есть и еще одно оправдывающее нас обстоятельство: этих понятий нам будет достаточно, чтобы представить себе процессы, которые образуют явление резонанса.

ПРИМЕЧАНИЕ 11

Существует много различных моделей атомов: от, так называемой планетарной модели Э. Резерфорда, в которой предполагается, что в центре атома находится ядро, вокруг которого по фиксированным орбитам движутся электроны, и до модели, которая предполагает, что ядро и электроны представляют собой «сгустки» энергии, непрерывно изменяющие свое положение.

Нам достаточно принять, что общим для всех моделей является, что атомы находятся в непрерывном, независимом друг от друга движении. Кроме того, мы принимаем наличие сил притяжения и отталкивания между атомами. Эти силы в разные моменты оказываются определяющими в зависимости от взаимного расположения атомов. То есть, в одних ситуациях атомы притягиваются, а в других – отталкиваются. Это обстоятельство позволяет считать, что атомы обладают упругостью.

Обилие различных моделей объясняется тем, что ни одна из них не претендует на полное соответствие реальному положению дел и создается для изучения отдельных свойств физических тел.

§ 40.

Вот теперь мы можем приступить к проблеме резонанса.

Мы принимаем, что атомы, образующие физическое тело находятся в хаотическом движении, что обеспечивает стабильность формы тела.

При огромном числе атомов может оказаться, что некоторое их количество движется в одном направлении (назовем это явление *синхронизацией атомов*).

Разумеется, это должно вызвать деформацию физического тела.

Если количество синхронизированных атомов достаточно велико, то это даже может привести к разрушению физического тела из-за разлета атомов

(разумеется, мало вероятно, что это произойдет спонтанно, но если приложить к атомам дополнительную энергию – то наиболее вероятно).

Так как каждый атом подвергается воздействию соседних атомов, находящихся в хаотическом движении, то после единичного акта синхронизации, через непродолжительное время траектории их движения станут хаотическими и форма физического тела восстановится.

Таким образом, физическое тело будет отвечать на каждый акт синхронизации расширением и последующим возвратом к исходной форме. Так как атомы имеют массу, то восстановление формы произойдет не сразу. Примем, что после расширения, тело будет иметь объем Q . Первоначально, в силу инерции, атомы, возвращаясь из Q , переместятся в точку, противоположную исходной (тело сожмется, назовем это состояние q). Затем произойдет обратное движение, и, так далее, пока движение не превратится в хаотическое. Можно предположить, что разница между Q и q , равная $R=Q-q$, и время возврата t_R физического тела из q в Q зависит от массы атомов и формы физического тела.

§ 41.

Что произойдет, если мы будем периодически воздействовать на атомы физического тела (повторять достаточный для синхронизации акт)?

- А.** Если очередное синхронизирующее воздействие подать в момент, когда состояние тела Q , то деформация будет незначительной, так как это воздействие должно будет преодолевать силы, препятствующие **б**ольшому расширению.
- В.** Если очередное синхронизирующее воздействие подать в течение t_R , то есть во время перехода из q в Q , то новое воздействие сложится с предыдущим и это приведет к расширению тела, при меньших затратах энергии.

§ 42.

Случай **В** представляет особый интерес.

Допустим, что физическое тело находится в среде, в которой присутствуют слабые колебания с частотой ν (термин «слабые» предполагает, что единичное воздействие не переводит тело в состояние Q).

Допустим, что физическое тело состоит из огромного числа атомов, находящихся в хаотическом движении. Мы уже упоминали, что время от времени в нем могут появиться синхронизированные совокупности атомов. Если колебания среды имеют частоту ν и это соответствуют t_R тела, то энергия синхронизированных атомов должна возрастать и это приведет к колебанию физического тела с частотой ν .

Если бы частота среды не соответствовала t_R , то физическое тело сохраняло бы покой.

Обратите внимание, что, несмотря на то, что при частоте ν мы не затратили дополнительной энергии, колебания тела могут достигнуть максимума.

Описанное явление есть резонанс, а частота ν – собственная резонансная частота.

ПРИМЕЧАНИЕ 12

Я Вас пойму, если в этом месте Вы захотите увидеть математический анализ приведенных соображений. Поверьте, что, и я тоже так думаю, и, надеюсь, что Вы понимаете, каких усилий мне стоит, чтобы сдержать себя и не нарушить «чистоту жанра» фантастической гипотезы.

Но я надеюсь, что настанет время и место, когда я смогу взять реванш. Пока же, мы с вами примем на веру приведенные обстоятельства для того, чтобы увидеть, к чему это приведет?

§ 43.

Приведенная модель «поведения» атомов физического тела позволяет ответить на вопросы: что такое колебания и что такое собственная резонансная частота физического тела.

1. **КОЛЕБАНИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ТЕЛА** – ЭТО ДЕФОРМАЦИЯ ФИЗИЧЕСКОГО ТЕЛА, КОТОРАЯ ЯВЛЯЕТСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ АТОМОВ.
2. **СОБСТВЕННАЯ РЕЗОНАНСНАЯ ЧАСТОТА** – ЭТО ЧАСТОТА СИНХРОНИЗИРУЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ, КОТОРОЕ ПРОИСХОДИТ В ИНТЕРВАЛЕ ВРЕМЕНИ t_R

§ 44.

Мы с вами рассмотрели гипотезу, фантастическую, но способную объяснить явление резонанса. Если обратиться к примерам из лекции акад. Мандельштама (см. § 38), то можно видеть, что наша гипотеза позволяет объяснить обсуждаемые в ней примеры резонанса (случай с качелями, звонарь и колокол, мост и т.п.).

Обсуждаемая гипотеза порождает еще более фантастическую гипотезу.

Допустим, у нас работает излучатель в окружающее пространство частоты λ с мощностью излучения W . Если этот излучатель находится во внешнем пространстве, то не трудно показать, что мощность излучения в нем будет убывать обратно пропорционально кубу расстояния до источника.

Допустим, что на расстоянии R от него находится физическое тело, чья собственная резонансная частота равна λ , а на таком удалении воспринимаемая мощность излучения всего $w \ll W$. Какой бы малой не была величина w , через конечный промежуток времени физическое тело начнет колебаться с частотой λ , и энергией W . Другими словами, на расстоянии R от первого источника излучения появится второй источник излучения с мощностью излучения W . Если расположить последовательность таких излучателей, то у нас появится возможность организовать канал для передачи мощности W с частотой λ . Обратите внимание, что *вторичные излучатели не будут нуждаться в дополнительной энергии*. Более того, нам ничего не мешает, например, использовать некоторые вторичные излучатели в качестве электрических генераторов и это никак не повлияет на качество работы остальных излучателей.

ПРИМЕЧАНИЕ 13

1. На первый взгляд это может выглядеть, как нарушение закона сохранения энергии.
В действительности это не так, если учесть, что наш генератор является частью системы, в состав которой входит внешняя среда, наш электрический генератор и все излучатели. (Впрочем, есть смысл обратиться к «ПРИМЕЧАНИЕ 12», см. § 42)
2. В реальных условиях возможны некоторые потери мощности за счет нагревания внешней среды и т.п.

§ 45.

Фантазировать, так фантазировать!

Так как мы заранее не обговаривали места расположения вторичных излучателей, то мы можем не только помещать их в любую точку пространства, но и перемещать их. Поэтому, кто нам может помешать водрузить наш генератор-излучатель на платформу с четырьмя колесами и расположенным на ней электрическим двигателем. Если подключить этот двигатель к генератору, то мы получим транспортное средство, которое не нуждается в дополнительном источнике питания. Правда, нам могут возразить, что эта тележка будет работать до тех пор, пока мы снабжаем энергией наш первичный излучатель.

Но выход есть!

Для этого достаточно найти в природный источник колебаний. И такой источник есть – известно, что гравитационное поле Земли имеет частоту колебаний порядка 7.5 Гц.

Есть и еще один пример использования явления резонанса.

Можете ли Вы ответить на вопрос, что произойдет с террористом, если, в качестве одного из вторичных приемников-излучателей мы изберем принадлежащее ему взрывчатое вещество?

§ 46.

Полагаю, что идеи приведенного выше транспортного средства достаточно, чтобы подорвать Ваше доверие не только ко мне, но и, это более важно, к обсуждаемой нами фантастической гипотезе явления резонанса.

Можете мне поверить, что я не решился бы на столь опрометчивый шаг, если бы не мог призвать себе в союзники (избави Б-г! никакого панибратства) выдающегося ученого и изобретателя Николо Тесла (1856 - 1943).

Вот как описывается одно из изобретений Никола Тесла (1856-1943):

Большинство источников, рассказывающих об автомобиле Тесла, ссылаются на статью А.С. Greene в местной газете "Утренние Даллаские новости".

С согласия компаний Pierce-Arrow Co. and General Electric в 1931, Тесла снял бензиновый двигатель с нового автомобиля фирмы "Pierce-Arrow" и заменил его стандартным электромотором переменного тока мощностью в 80 л.с. (1800 об/мин) без каких бы то ни было традиционно известных внешних источников питания.

В местном радио магазине он купил 12 электронных ламп, немного проводов, горстку разномастных резисторов, и собрал все это хозяйство в коробочку длиной 60 см., шириной 30 см. и высотой 15 см. с парой

стержней длиной 7.5 см. торчащих снаружи. Укрепив коробочку сзади за сиденьем водителя, он выдвинул стержни и возвестил "Теперь у нас есть энергия". После этого он ездил на машине неделю, гоняя ее на скоростях до 150 км/ч.

Поскольку на машине стоял двигатель переменного тока, и не имелось никаких батарей, справедливо возникал вопрос, откуда же в нем бралась энергия? Тесла отвечал: "Из эфира вокруг всех нас". Люди поговаривали, что Тесла был безумен и, так или иначе, в союзе со зловещими силами вселенной. Тесла это рассердило, он удалил таинственную коробку с транспортного средства и возвратился в свою лабораторию в Нью-Йорке. Его тайна ушла вместе с ним!

Некоторые исследователи считают, что Тесла мог использовать в своем генераторе магнитное поле Земли. Вполне возможно, что, используя схему высокочастотного высоковольтного переменного тока Тесла, настраивал ее в резонанс с колебаниями "пульса" Земли (около 7.5 герц). При этом, очевидно, частота колебаний в его схеме должна была быть как можно более высокой, оставаясь при этом кратной 7.5 герцам (точнее - между 7.5 и 7.8 герц.).

<http://www.ufolog.nm.ru/tesla.htm>

А вот описание еще одного его изобретения:

В конце прошлого века (XIX век) в штате Колорадо, США была построена башня-антенна. Используемая частота 160кГц, используемое напряжение до 100млн вольт. Характерно, что во многих экспериментах Тесла использовал огромные частоты (по тем временам) и огромное напряжение (даже по нынешним меркам). Он считал, что для передачи мощности на расстояние необходим только источник мощного потенциального поля, изменяющийся с высокой частотой.

Принципиальная разница между системами Теслы и передатчиком 'радиоволн' Герца в том, что система Теслы не должна работать с точки зрения существующих в современной физике 'мировоззрений'. Интересны слова изобретателя - 'Ошибается тот, кто считает, что в моей системе передается электроэнергия...'. Но самое интересное, что в 'приемнике' по схеме Теслы **мощность может появляться без затрат мощности 'передатчика'**. И даже несколько таких 'приемников' могут 'воспроизводить' находящуюся в 'передатчике' энергию. Принципиально важно, что энергия в таких системах действительно не передается - например, в системе Теслы, где мощность 'передается' по одному проводнику сила тока в этом проводнике равна нулю.

Тесла утверждал, что: «... Нет необходимости передавать, излучать, расходовать и т.д. мощность, как это делает радиопередатчик.

Необходимо создать вокруг генератора стоячую волну, тогда неограниченное число потребителей смогут использовать изменение величины поля в точке их расположения для совершения работы, если они настроены в резонанс с колебаниями генератора»

(дневник Тесла "Colorado Spring Notes")

§ 47.

Как видите, изобретения Теслы выглядят еще более фантастическими, чем наша гипотеза. Несмотря на то, что со времени смерти Теслы прошло не так много времени, к сожалению, до нас дошли только его патенты и не очень вразумительные свидетельства очевидцев. Многие его работы до сих пор засекречены, другие – уничтожены. Например, ничего не сохранилось из его архива.

§ 48.

Есть еще одна мысль, которую я хотел бы обсудить с вами, прежде, чем мы закончим.

Предложенная нами модель позволяет сделать достаточно внятные объяснения некоторых явлений природы. Известно, что для Природы свойственно «тиражировать» свои методы и подходы в самых неожиданных ситуациях. Это мы видели на примере процесса навигации таких непохожих друг на друга животных, как рукокрылые млекопитающие и дельфины.

Сделаем попытку обнаружить в Природе примеры, на которых можно увидеть «работу» нашей резонансной модели.

§ 49

В ноябре 1999 года было опубликовано следующее сообщение:

Сейчас космонавты на станции "Мир" проводят эксперимент "Ионозонд" по исследованию ионосферы Земли. Оказывается ионосфера, представляющая собой ионизированный верхний слой земной атмосферы, расположенный на высоте более 50 км, реагирует не только на солнечные вспышки и на атмосферные процессы, но и на процессы, протекающие на поверхности Земли и даже в земной коре.

Предполагается, что в перспективе результаты этих исследований позволят прогнозировать землетрясения, регистрировать подземные толчки, в том числе ядерные взрывы, а также запуски космических аппаратов. Однако для постоянного сейсмического мониторинга Земли потребуется целая сеть спутников.

*Прогнозировать землетрясения будут из космоса,
http://app.rol.ru/misc/spacenews/99/03/12_461.htm*

Возникает вопрос: как можно объяснить, что «... ионосфера реагирует... не только на солнечные вспышки и на атмосферные процессы, но и на процессы, протекающие на поверхности Земли и даже в земной коре»?

Что бы это значило? Ну, допустим, солнечные вспышки и т.п. порождают ионы в разреженной атмосфере Земли и тем самым участвуют в «поведении» ионосферы. А поверхность Земли и ее недра? Чем они могут воздействовать на ионосферу, расположенную на высоте, минимум пятьдесят километров над земной поверхностью?

Мы знаем, что ионосфера – слой заряженных частиц, а поверхность Земли и земная кора – косная материя. Понятно, что никакие ее деформации (исключая процесс горообразования, при котором локально может несколько измениться расстояние между ионосферой и поверхностью Земли), напрямую не могут влиять

на электрически заряженные частицы, образующие ионосферу. Единственное, что способно повлиять на ионосферу – это изменение электрического потенциала на поверхности Земли. Сам факт существования электрического потенциала поверхности Земли не вызывает сомнения и объясняется существованием ионосферы: положительный потенциал ионосферы должен был породить отрицательный потенциал земной поверхности, так как между ионосферой и поверхностью Земли находится атмосфера, которая в этой ситуации играет роль диэлектрика. Но как этот отрицательный потенциал может оказывать обратное воздействие на ионосферу? Это возможно при условии, что этот потенциал, по причинам, не зависящим от ионосферы, будет изменяться, что может быть только при условии существования *еще одного* источника напряжения.

Можно предположить наличие такого источника?

Понятно, что у нас нет возможности провести эксперименты «на натуре», тем более, что станция Мир прекратила своё существование ☹. Зато, мы можем использовать возможность, которую предоставляет нам статус фантастичности нашей гипотезы.

Сделаем попытку.

Прежде всего, вспомним еще одно изобретение Никола Тесла.

Тесла трансформатор - электрическое трансформаторное устройство, состоящее из бессердечникового трансформатора, разрядника и конденсатора электрического. Первичная обмотка трансформатора выполнена в виде нескольких витков спирали из толстой медной проволоки, а вторичная обмотка (помещенная внутри или рядом с первичной) состоит из большого числа витков тонкой изолированной медной проволоки. Первичную обмотку через разрядник и конденсатор подсоединяют к источнику переменного тока; во вторичной обмотке (в которой выполняются условия резонанса) возбуждаются высоковольтные (до 7×10^6 в) колебания высокой (до $1,5 \times 10^5$ Гц) частоты. Изобретён в 1891 Н. Тесла

БСЭ, <http://www.oval.ru/enc/71859.html>

Это самое простое описание трансформатора Тесла, какое мне удалось отыскать.

Тем, не менее, понять по нему суть изобретения может только специалист – электротехник. Нам же достаточно обратить внимание на следующие детали:

- a)* первичная и вторичная обмотки разделены воздушным пространством и не имеют ни электрической, ни индуктивной связи;
- b)* разрядник и конденсатор необходимы для генерации спектра частот, среди которых есть собственная резонансная частота вторичной обмотки;
- c)* первичная обмотка имеет мало витков проводника с большим сечением, в то время, как вторичная – большое число витков проводника с малым сечением.

Как видим, в основе процессов, протекающих в трансформаторе Тесла, лежит резонанс, на который настроена вторичная катушка. Таким образом, для

эффективной работы трансформатора необходимо, чтобы первичная катушка генерировала колебания, соответствующие резонансной частоте вторичной катушки и при этом в ней возникает энергия огромного потенциала (по сравнению с энергией первичной обмотки). Наконец, заметим, что первичная катушка трансформатора обычно находится внутри вторичной.

А теперь обратим внимание на процессы, протекающие на земной поверхности.

- a) Вспомним (§ 46), что гравитационное поле Земли имеет колебания 7...8 Гц.
- b) Известно, что земная поверхность представляет собой проводник с очень малым сопротивлением.
- c) Известно, что ионосфера представляет собой положительно заряженные частицы, которые находятся в непрерывном движении.
- d) Земная поверхность и ионосфера разделены атмосферой, представляющей собой диэлектрик. Следовательно, в совокупности они образуют конденсатор.

Приведенное показывает, что система ионосфера – земная поверхность образуют трансформатор Тесла, в которой роль вторичной обмотки играет ионосфера, а частота первичной обмотки находится в диапазоне 7...8 Гц. Судя по тому, что в нормальном состоянии потенциал ионосферы иницируется, в основном, ультрафиолетовым излучением Солнца, эта частота не является собственной резонансной частотой ионосферы. Однако, при подвижках земной коры возникает спектр частот гравитационного поля, среди которых может оказаться и собственная резонансная частота и это должно привести к существенным изменениям электрического потенциала ионосферы, которые и были зафиксированы космической станцией Мир (см. § 48). Было бы интересно продолжить эти испытания, так как, в случае подтверждения гипотезы, появилась бы возможность прогнозировать землетрясения.

§ 50.

Можно привести еще один пример подтверждающий гипотезу «работы» собственной резонансной частоты в Природе – это проблема грозообразования. В настоящее время существует масса всевозможных описаний процесса грозообразования. Все они основаны на том, что капельки воды, образующие облака, находятся в непрерывном движении и, сталкиваясь друг с другом превращают образующие их молекулы в ионы. Всё это выглядит достаточно правдоподобно, однако до сего времени не удалось в лабораторных условиях создать хоть маленькое облачко, в котором происходило нечто подобное. Если же вспомнить, что ионосфера и поверхность Земли образуют конденсатор, то понятно, какие процессы могут возникать в нем, когда между его «обкладками» появляется новое тело – это тело должно приобрести соответствующий потенциал. Когда собственная резонансная частота облака достигнет определенных значений (известно, что грозовое облако растет), срабатывает эффект «трансформатора Тесла», начинается резкий рост напряжения в облаке, что приводит к грозовому разряду. Если принять эту гипотезу, то становится понятным, почему невозможно

воспроизвести грозу в лабораторных условиях (я имею ввиду не разряд в разряднике, а, именно грозу).

§ 51

В заключение, я хотел бы напомнить Вам, что начинали мы с, казалось бы, достаточно «унавоженной темы» - что и как видят рукокрылые и дельфины, а заканчиваем темой, которая еще ждет своего исследователя. Дело в том, что изобретения Н.Теслы не только диссонируют с традиционной наукой, но и, в некоторых областях просто подрывают ее основы. К таким областям можно отнести работы Н.Теслы в области теории обмена информацией. Но это, может быть, явится предметом другого нашего с Вами изыскания.

Приложение 1 Дельфины ночного неба

...Вот теперь пора вернуться к эхолокации. Без той хитроумной аппаратуры, которой природа снабдила летучих мышей, вряд ли они смогли бы так эффективно охотиться на мотыльков, мух и жуков, птиц и рыб.

Схематически дело выглядит так: зверек испускает в полете очень короткие ультразвуковые импульсы, к нему возвращается эхо, отраженное от неподвижных и движущихся объектов, в мозгу летучей мыши происходит анализ звуковой картины, перебор вариантов охоты, выбор оптимального решения, затем изменение курса, атака на ближайшее насекомое, и... цель поражена! Между прочим, весьма часто рукокрылые цепляют добычу крылом, а затем слизывают языком с перепонки. Но хватают и пастью!

Изложенная схема очень непростая. Во-вторых, ультразвуки в воздухе быстро затухают. Поэтому оптимальная дальность обнаружения цели - 40 60 сантиметров, полтора-два метра это уже предел. Во-вторых, за минуту летучая мышь, оказывается, может поймать до 15 мошек - при этом траектория полета резко меняется: зверек пикирует, делает петли, перевороты, скользит на крыло, входит в штопор, техника пилотажа изумительная! А скорость полета - это в-третьих - 20 30 километров в час! Каким же мощным "компьютером" должна обладать летучая мышь, чтобы в мгновение ока (в "мгновение уха"!) - как правило, от засечки цели до поймки добычи проходит не более полусекунды - сделать сложнейшие вычисления, решить задачу о двух неравномерно движущихся телах в трехмерном пространстве, определить, в каком направлении, каких размеров, с какой скоростью и к а к а я движется цель (попутная задачка на определение структуры поверхности тела по отраженному импульсу) и дать соответствующие команды своим конечностям, всему телу: на перехват!

Может показаться, что эхолокация для летучих мышей принципиально невозможна. Представим: сигнал доходит до насекомого, оно воспринимает ультразвук, и у него есть еще время среагировать, пока эхо возвращается к охотнику. Неужели эволюция не учла такую возможность

и не подарила насекомым шансов на спасение, на маневр ухода? Подарила. Шансы есть. Но мизерные. Некоторые мотыльки, получив ультразвуковое "предупреждение", складывают крылья и камнем падают на землю; другие начинают резко менять курс полета, рыскают в воздухе. И тем не менее летучие мыши охотятся практически безошибочно! Они успевают перехватить цель почти в любой ситуации.

Дело в том, что летучая мышь ориентируется в полете не по звуковому лучу или пучку, а по звуковому полю: она оценивает множество эхосигналов, отраженных от разных поверхностей. Когда в поле звукозрения появляется нечто похожее на добычу, характер сигналов меняется: летун испускает серию сверхкоротких импульсов, способных мгновенно прозвонить окружающее пространство на разных уровнях эхолокации. Так, длительность разового импульса бурой ночницы колеблется от 0,3 до 2 миллисекунд. И за столь предельно короткий промежуток времени (тут звук-то успевает пробежать всего 10 - 60 сантиметров) зверек умудряется модулировать сигнал в широких границах: меняет частоту звука на целую октаву и свободно переходит от узко сфокусированного пучка к широкому фронтальному лучу. Естественно, что вернувшееся эхо просто-таки насыщено информацией. В зависимости от условий охоты летучая мышь может издавать от 10 до 200 и более таких импульсов в секунду. Уловки насекомым не помогают.

В наш технический век подобрать сравнение для летучей мыши просто: она вполне выдерживает аналогию со всепогодным истребителем-перехватчиком, оснащенным радиолокатором и бортовой ЭВМ. Но еще интереснее приложить поразительные свойства рукокрылых к человеку: только так можно измерить дистанцию, отделяющую их от нас.

Представим себе, что мы живем в мире кромешной темноты. Во рту у нас - источник света, бьющий метров на 30 - 40. Чтобы ориентироваться во тьме, мы часто-часто мигаем этой лампой, к тому же постоянно бегаем по широкому диапазону частот: от инфракрасного излучения до ультрафиолетового. Мы можем фокусировать луч света в тонкий пучок, а можем освещать перед собой обширное пространство. Мало того: нам свойственно избирательно пользоваться видимым спектром - мы видим то в оранжевом, то в голубом, то в желтом свете, - таким образом, у нас на глазах система то и дело меняющихся фильтров. Учтем еще вот что.

Некоторые виды летучих мышей - например, курносый листооборот - в полете расправляют кожаные складки вокруг рта, превращая их в раструб: чем не мегафон? Развивая фантастический образ "человека-прожектора", проведем такую аналогию: лампа у нас во рту снабжена еще и рефлектором, а к глазам приставлен бинокль с просветленной оптикой. Такой образ нам может нравиться или не нравиться, но перевод с языка звука на более знакомый нам язык света довольно точно иллюстрирует слуховое зрение и характеризует способности нашим летунов - способности, которые совершенствуются, по меньшей мере, вот уже пятьдесят миллионов лет (таков возраст самой древней ископаемой летучей мыши, и она чрезвычайно похожа на современных рукокрылых).

Приложение 2 В МОРЕ ЗВУКОВ

Теперь картина эхолокации вроде бы стала более понятной. Летучие мыши прекрасно и разнообразно (приходится пользоваться таким странным словосочетанием) видят с помощью ультразвука. Но зададимся следующим вопросом: какова острота их зрения? Насколько эффективно работает бортовая ЭВМ - мозг мыши?

Опыты показали, что рукокрылые в принципе способны засекать в полете и огибать даже сверхтонкие нити толщиной всего 50 микрон. Но и это еще не все. Выяснилось, что мышинная ЭВМ обладает... поразительной памятью!

Поставили эксперимент. Натянули проволоочки таким образом, что образовалась сложная пространственная структура, и в этот трехмерный лабиринт запустили летучую мышь. Зверек пролетел его насквозь - естественно, ни разу не задев крылом за проволоочки. Пролетел дважды, трижды... Затем проволоочки убрали и заменили их тонкими невидимыми лучиками фотоэлектрических устройств. И что же? Мышь снова летела по лабиринту!

Она в точности повторила все повороты, все спирали своего прежнего пути, и ни разу фотоэлемент не зафиксировал ошибку, а ведь теперь лабиринт существовал только в воображении мыши. Конечно, можно повернуть дело так, что эксперимент как раз опровергает наличие мышинового интеллекта, проволоочек нет, прямой путь свободен, кому нужен этот пилотаж? Но для ученых полет летучей мыши в воображаемом лабиринте служит лучшим доказательством ее адаптационных способностей, ее высокой поведенческой квалификации и прекрасной памяти.

Экспериментаторы давали летучим мышам и задачу на сообразительность. Перед парящим в воздухе бурым кожаном подкидывают горсть металлических или пластмассовых объектов разной формы и среди них - червяка. Хотя в природе подобные задачи кожану как-то не встречаются, однако он выхватывает червяка из подброшенного перед ним мусора без затруднений.

Летучие мыши просто купаются в море звуков. Эхо заменяет им зрение, осязание, может быть, в какой-то степени обоняние. И очень хорошо - для нас, людей, - что диалоги рукокрылых с окружающей средой проходят в ультразвуковом диапазоне. Иначе... иначе мы весьма скоро оглохли бы. Ведь летучие мыши кричат очень громко. Акустики определили, что звук, издаваемый бурой ночницей и замеренный у ее рта, в 20 раз громче шума отбойного молотка, работающего на расстоянии нескольких метров от экспериментатора. Некоторые виды тропических летучих мышей разговаривают очень тихо, "шепчут", но есть и такие, которые вопят еще в три раза громче, чем бурая ночница.

Как заявил американский специалист по рукокрылым доктор медицины Алвин Новик, "я определил громкость импульса малайского безволосого

силадчатогуба - зверька размером с голубую сойку - в 145 децибелов. Это сравнимо с уровнем шума стартующего реактивного самолета".

Биологи пристально изучают летучих мышей - этих дельфинов ночного неба", по образному определению одного натуралиста: здесь имеются в виду не только свойства звукового зрения, но и незаурядные умственные способности рукокрылых. Ученые надеются, что наблюдения за поведением летучих мышей помогут ответить на очень важный вопрос: как мозг животного обрабатывает и использует информацию, которую получает от органов чувств? А ответ на этот вопрос позволит в конечном итоге разобраться и в работе человеческого мозга.

В. Никитин, Журнал "Вокруг света"

<http://www.zooclub.ru/wild/ruko/3.shtml>