Индивидуальный учебный проект

по дисциплине «Физика»

Тема: «Природные сонары»

Выполнил студент

группы \_1А1-18\_\_

Пыхтенков Артем Александрович

Оценка\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Подпись преподавателя\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2019 год

Содержание

1. Введение------------------------------------------------------------------------------------------3

2. Звук--------------------------------------------------------------------------------------------------5

3. Эхолокация---------------------------------------------------------------------------------------6

4. Природные сонары-----------------------------------------------------------------------------7

4.1 Дельфины--------------------------------------------------------------------------------7

4.2 Киты----------------------------------------------------------------------------------------9

4.3 Летучие мыши--------------------------------------------------------------------------10

4.4 Стрижи-саланганы--------------------------------------------------------------------15

4.5 Гуахаро-----------------------------------------------------------------------------------16

5. Заключение--------------------------------------------------------------------------------------18

6. Литература---------------------------------------------------------------------------------------20

**1. Введение**

Живая природа, в том числе и мы, люди, казалось бы, свободна от ограничений, но это не так. Мы постоянно подчиняемся определенным законам из различных наук, и физика является одной из таковых. Физические явления часты в природе. Они определяют ритм нашей жизни, и без этих явлений жизнь может стать очень тяжелой.

В темноте почти всегда трудно заниматься каким-ни­будь делом; чем полнее темнота, тем труднее справиться с работой, хотя бы и несложной самой по себе. Хуже всего приходится слепому. Создание устройств, следящих за дви­жением дальних невидимых объектов — самолетов, летя­щих выше облаков, или подводных лодок, плывущих на глубине в сотни футов от поверхности океана,— также пред­ставляет собой задачу огромной трудности. Безопасное передвижение темной ночью, процесс приспособления че­ловека, потерявшего зрение, к своей слепоте, создание при­боров, обнаруживающих невидимые цели,— все это требует решения сходных задач. Все эти решения основаны на том, что в пространство посылают энергию того или иного вида, а затем принимают некоторую часть этой энергии, отразив­шуюся подобно эхо от дальнего объекта. Когда мы собираемся изучать такой трудный вопрос, как использование волн для поисков чего-то невидимого, то естественно предварительно обратиться за разъяснением предстоящих трудностей к экспертам по этой части. И дей­ствительно, удается найти экспертов, владеющих обширным практическим опытом использования эхо. Некоторые из них добывают средства к жизни тем, что при помощи эхо обнаруживают мелкие движущиеся объекты, недоступные их зрению. Речь идет здесь не о физиках и инженерах, раз­рабатывающих и эксплуатирующих радиолокационные и звуколокационные системы. Эти системы представляют собой сложные устройства, которые посылают сигналы в виде радиоволн или звуковых волн и затем принимают отражения этих сигналов от объектов, подлежащих обнаружению. Проект посвящается совсем другой группе экспертов: экспертов, опирающихся на длительный реальный практический опыт и пользующихся эхо не только для ориентировки, но и для добывания себе хлеба насущного. Если бы их локационные системы пере­стали работать, они погибли бы от голода, и под этим дав­лением необходимости их методы эхолокации развились до высокой степени совершенства и надежности. Эти эксперты — животные, обитающие в местах, где звук заменил свет как наилучшее средство ориентировки, — в пещерах или темных водоемах, в которых свет практически отсутствует или настолько рассеивается, что ясная види­мость невозможна ни на каком расстоянии. Из этих живот­ных-экспертов наиболее известны киты и дельфины, которые зачастую обитают в темных или мутных водоемах и ловят невидимую для них рыбу, а также летучие мыши, свободно летающие в полной темноте и добывающие всю свою пищу перехватыванием на лету насекомых, которых они не видят. Этим животным, как и их отдаленным пред­кам, удалось выжить только благодаря огромному мастер­ству в эхолокации объектов, т. е. в определении места объектов по отраженным от них эхо. Изучая звуки, изда­ваемые этими животными, и то, как они варьируют звуки применительно к решению той или иной задачи при помощи эхолокации, мы сможем, вероятно, узнать много ценного для помощи слепым людям. Но даже и независимо от такой мотивировки, мы увидим, что применение эхо животными — весьма увлекательная тема сама по себе.

***Актуальность*** данного проекта обусловлена тем, что люди еще не выучились «языку эхо», но они достигли ог­ромных успехов в конструировании эхолокационных при­боров, которые во многих отношениях превосходят эхолокационные системы у животных, хотя в других отношениях и сильно им уступают. Я решил выяснить какие сонары бывают у животных и как они работают.

***Целью*** данного проекта является сбор, оформление и представление информации о природных сонарах.

***Задачами*** проекта являются: 1) сбор информации по данной теме; 2) изучить и проанализировать особенности эхолокациии; 3) уметь находить и извлекать необходимую нам информацию в условиях ее обилия, усваивать ее в виде новых знаний; 4) эта деятельность, позволяет проявить себя, попробовать свои силы, приложить свои знания, принести пользу и показать публично достигнутый результат.

**2. Звук**

**Звук** — [физическое явление](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D1%8F%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), представляющее собой распространение в виде [упругих волн](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B8%D0%B5_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B) механических колебаний в твёрдой, жидкой или газообразной среде. В узком смысле под звуком имеют в виду эти колебания, рассматриваемые в связи с тем, как они воспринимаются [органами чувств](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%8B_%D1%87%D1%83%D0%B2%D1%81%D1%82%D0%B2) животных.

Как и любая волна, звук характеризуется [амплитудой](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B8%D1%82%D1%83%D0%B4%D0%B0) и [частотой](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0). Амплитуда характеризует [громкость звука](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BA%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%B0). Частота определяет [тон, высоту](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%8B%D1%81%D0%BE%D1%82%D0%B0_%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%B0). Обычный человек способен слышать звуковые колебания в диапазоне частот от 16—20 [Гц](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%86) до 15—20 кГц. Звук ниже диапазона слышимости человека называют [инфразвуком](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA); выше: до 1 ГГц, — [ультразвуком](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA), от 1 ГГц — [гиперзвуком](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA). Громкость звука сложным образом зависит от эффективного звукового давления, частоты и формы колебаний, а высота звука — не только от частоты, но и от величины звукового давления.

Среди слышимых звуков следует особо выделить фонетические, [речевые звуки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D1%87%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9_%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA) и [фонемы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D0%BC%D0%B0) (из которых состоит [устная речь](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D1%87%D1%8C)) и [музыкальные звуки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D0%B7%D1%8B%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B7%D0%B2%D1%83%D0%BA)(из которых состоит [музыка](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%83%D0%B7%D1%8B%D0%BA%D0%B0)). Музыкальные звуки содержат не один, а несколько тонов, а иногда и шумовые компоненты в широком диапазоне частот.

**3. Эхолокация**

**Эхолокация** ([*эхо*](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%85%D0%BE_%28%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0%29) и [лат.](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA) *locatio* — «положение») — способ, при помощи которого положение объекта определяется по времени задержки возвращений отражённой волны. Если волны являются [звуковыми](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%8F_%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B0), то это [звуколокация](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%22%20%5Co%20%22%D0%93%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F), если [радио](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D1%8B) — [радиолокация](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F).

Животные используют эхолокацию для ориентации в пространстве и для определения местоположения объектов вокруг, в основном при помощи высокочастотных звуковых сигналов. Наиболее развита у [летучих мышей](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D1%82%D1%83%D1%87%D0%B8%D0%B5_%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%B8) и [дельфинов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%84%D0%B8%D0%BD%D1%8B), также её используют [землеройки](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B9%D0%BA%D0%B8), ряд видов ластоногих ([тюлени](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%8E%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8)), птиц ([гуахаро](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D0%B0%D1%85%D0%B0%D1%80%D0%BE), [саланганы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D1%8B) и др.).

Происхождение эхолокации у животных остаётся неясным; вероятно, она возникла как замена зрению у тех, кто обитает в темноте пещер или глубин океана. Вместо световой волны для локации стала использоваться звуковая[[3]](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F#cite_note-m30-36-3).

Данный способ ориентации в пространстве позволяет животным обнаруживать объекты, распознавать их и даже охотиться в условиях полного отсутствия света, в пещерах и на значительной глубине.

Среди членистоногих эхолокация обнаружена только у ночных бабочек [совок](https://ru.wikipedia.org/wiki/Noctuidae).

Человек в некотором роде тоже использует эхолокацию: услышав звук в помещении, человек может определить приблизительный объём помещения, мягкость стен и т. п.

**4. Природные сонары**

**4.1 Дельфины**

Дельфины - одни из самых загадочных животных на нашей планете. Интеллект этих морских жителей считают настолько высоким, что их называют «людьми моря».

Дельфины обитают в воде, но это не рыбы, а млекопитающие из отряда китообразных.

Дельфины могут издавать около десяти различных звуков. Звуки, которые издает дельфин – свист, щелканье, лай. Диапазон звуков дельфина лежит между 3000 Гц и 200000 Гц, то есть он может общаться как на обычных, так и на ультразвуковых волнах.

Дельфин афалина свистит, щелкает, хрюкает, лает, визжит на разные голоса в диапазоне частот от ста пятидесяти до ста пятидесяти пяти тысяч герц. Но когда он и «молча» плывет, его сонар постоянно ощупывает окрестности «дождем» быстрых криков, или, говорят еще, клаков. Они длятся не больше нескольких миллисекунд и повторяются обычно пятнадцать — двадцать раз в секунду. А иногда и сотни раз!

Остронаправленный эхолокационный слух на ультразвуковых частотах (предназначен для восприятия ультразвуковых сигналов отраженных от объектов).

Слух кругового обзора (предназначен для восприятия «обычных» звуков заполняющих окружающее пространство).

Малейший всплеск на поверхности — и дельфин сейчас же учащает свои крики, «ощупывая» ими погружающийся предмет. Эхолокатор дельфина настолько чувствителен, что даже маленькая дробинка, осторожно опущенная в воду, не ускользнет от его внимания. Рыба, брошенная в водоем, засекается немедленно. Дельфин пускается в погоню. Не видя в мутной воде добычу, безошибочно преследует ее. Вслед за рыбой точно меняет курс. Прислушиваясь к эху своего голоса, дельфин слегка наклоняет голову то в одну, то в другую сторону, как и человек, пытающийся точнее установить направление звука.

Если опустить в небольшой бассейн несколько десятков вертикальных стержней, дельфин быстро плывет между ними, не задевая их. Однако крупноячеистые сети он, по-видимому, не может обнаружить своим эхолокатором. Мелкоячеистые «нащупывает» легко.

Дело здесь, видимо, в том, что крупные ячеи слишком «прозрачны» для звука, а мелкие отражают его, почти как сплошная преграда.

Вильям Шевилл и Барбара Лоренс-Шевилл, научные сотрудники Вудсхольского океанографического института, серией интересных опытов показали, насколько тонкое у дельфина акустическое «осязание».

Дельфин плавал в небольшой, отгороженной от моря бухточке и все время «поскрипывал». А иногда прибор дико скрежетал от слишком быстрых, скороговоркой произнесенных клаков. Случалось это тогда, когда в воду бросали кусочки рыбы. Не просто бросали, а тихонько без всякого всплеска укладывали на дно. Но от дельфина было трудно утаить самое бесшумное подбрасывание пищи в пруд, даже если он плавал на другом его конце за двадцать метров от места диверсии. А вода в этой луже была такая мутная, что когда погружали в нее на полметра металлическую пластинку, та словно растворялась: даже самый зоркий человеческий глаз не мог ее увидеть.

Экспериментаторы опускали в воду маленьких рыбешек сантиметров около пятнадцати длиной. Дельфин моментально засекал рыбку эхолокатором, хотя она едва была погружена: человек держал ее за хвост.

Считают, что клаки служат дельфину для ближней ориентировки. Общая разведка местности и ощупывание более удаленных предметов производятся свистом. И свист этот частотно модулирован! Но в отличие от такого же типа сонаров летучих мышей начинается он более низкими нотами, а заканчивается высокими.

**4.2 Киты**

После полудня 7 марта 1949 года исследовательское судно «Атлантик» прослушивало море в ста семидесяти милях к северу от Пуэрто-Рико. Внизу под кораблем были огромные глубины. Пятикилометровые толщи соленой воды наполняли гигантскую впадину в земле.

И вот из этой бездны донеслись громкие крики. Один крик, потом его эхо. Еще крик, и опять эхо. Много криков подряд с промежутком примерно полторы секунды. Каждый длился около трети секунды, и высота его тона была пятьсот герц.

Тут же подсчитали, что неведомое существо упражнялось в вокальных соло на глубине примерно трех с половиной километров. Эхо его голоса отражалось от морского дна и потому добегало до приборов корабля с некоторым запозданием.

Поскольку киты не ныряют так глубоко, а раки и крабы не производят столь громких звуков, биологи решили, что в бездне кричала какая-то рыба. И кричала с целью: звуком зондировала океан. Измеряла, попросту говоря, его глубину. Изучала местность, рельеф дна.

Сонары есть у кашалотов,  которые используют их  для поиска  скоплений глубоководных кальмаров. Сонар кашалота своеобразная дальнобойная "пушка", имеющая длину до 5 м и занимающая почти треть тела животного.

Звуковоспроизводящая система у животных находится в передней части головы и служит линзой, улавливающей и воспроизводящей звуки. Так как киты практически слепы и у них отсутствует обоняние, то звук это единственной средство общения с другими особями, и единственный способ контакта с окружающим миром. Поэтому киты постоянно заняты анализом окружающих звуков.

**4.3 Летучие мыши**

Открытие эхолокации связано с именем итальянского естествоиспытателя Лазаро Спалланцани. Он обратил внимание на то, что [летучие мыши](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D0%B5%D1%82%D1%83%D1%87%D0%B8%D0%B5_%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%B8) свободно летают в абсолютно тёмной комнате (где оказываются беспомощными даже совы), не задевая предметов. В своём опыте он ослепил несколько животных, однако и после этого они летали наравне со зрячими. Коллега Спалланцани Ж. Жюрин провёл другой опыт, в котором залепил воском уши летучих мышей, — зверьки натыкались на все предметы. Отсюда учёные сделали вывод, что летучие мыши ориентируются по слуху. Однако эта идея была высмеяна современниками, поскольку ничего большего сказать было нельзя — короткие ультразвуковые сигналы в то время ещё было невозможно зафиксировать[]](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F#cite_note-m30-36-0).

Впервые идея об активной звуковой локации у летучих мышей была высказана в 1912 году Х. Максимом. Он предполагал, что летучие мыши создают низкочастотные эхолокационные сигналы взмахами крыльев с частотой 15 Гц.

Об ультразвуке догадался в 1920 году англичанин Х. Хартридж, воспроизводивший опыты Спалланцани. Подтверждение этому нашлось в 1938 году благодаря [биоакустику](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B8%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) Д. Гриффину и физику Г. Пирсу. Гриффин предложил название эхолокация (по аналогии с радиолокацией) для именования способа ориентации летучих мышей при помощи ультразвука.

Ультразвуки возникают в гортани летучей мыши. Здесь в виде своеобразных струн натянуты голосовые связки, которые, вибрируя, производят звук. Гортань ведь по своему устройству напоминает обычный свисток: выдыхаемый из легких воздух вихрем проносится через нее — возникает «свист» очень высокой частоты, до 150 тысяч герц (человек его не слышит).

Летучая мышь может периодически задерживать поток воздуха. Затем он с такой силой вырывается наружу, словно выброшен взрывом. Давление проносящегося через гортань воздуха вдвое больше, чем в паровом котле. Неплохое достижение для зверька весом 5 — 20 граммов!

В гортани летучей мыши возбуждаются кратковременные высокочастотные звуковые колебания — ультразвуковые импульсы. В секунду следует от 5 до 60, а у некоторых видов даже от 10 до 200 импульсов. Каждый импульс, «взрыв», длится всего 2 — 5 тысячных долей секунды (у подковоносов 5 — 10 сотых секунды).

Краткость звукового сигнала — очень важный физический фактор. Лишь благодаря ему возможна точная эхо локация, то есть ориентировка с помощью ультразвуков.

От препятствия, которое удалено на семнадцать метров, отраженный звук возвращается к зверьку приблизительно через 0,1 секунды. Если звуковой сигнал продлится больше 0,1 секунды, то его эхо, отраженное от предметов, расположенных ближе семнадцати метров, будет восприниматься органами слуха зверька одновременно с основным звучанием.

А ведь именно по промежутку времени между концом посылаемого сигнала и первыми звуками вернувшегося эха летучая мышь инстинктивно получает представление о расстоянии до предмета, отразившего ультразвук. Поэтому звуковой импульс так краток.

Советский ученый Е. Я. Пумпер сделал в 1946 году очень интересное предположение, которое хорошо объясняет физиологическую природу эхо локации. Он считает, что летучая мышь каждый новый звук издает сразу же, после того как услышит эхо предыдущего сигнала. Таким образом, импульсы рефлекторно следуют друг за другом, а раздражителем, вызывающим их, служит эхо, воспринимаемое ухом. Чем ближе летучая мышь подлетает к препятствию, тем быстрее возвращается эхо и, следовательно, тем чаще издает зверек новые эхолотирующие «крики». Наконец при непосредственном приближении к препятствию звуковые импульсы начинают следовать друг за другом с исключительной быстротой. Это сигнал опасности. Летучая мышь инстинктивно изменяет курс полета, уклоняясь от направления, откуда отраженные звуки приходят слишком быстро.

Действительно, опыты показали, что летучие мыши перед стартом издают в секунду лишь 5 — 10 ультразвуковых импульсов. В полете учащают их до 30. При приближении к препятствию звуковые сигналы следуют еще быстрее — до 50-60 раз в секунду. Некоторые летучие мыши во время охоты на ночных насекомых, настигая добычу, издают даже 250 «криков» в секунду.

Эхолокатор летучих мышей — очень точный навигационный «прибор»: он в состоянии запеленговать даже микроскопически малый предмет — диаметром всего 0,1 миллиметра!

И только когда экспериментаторы уменьшили толщину проволоки, натянутой в помещении, где порхали летучие мыши, до 0,07 миллиметра, зверьки стали натыкаться на нее.

Летучие мыши наращивают темп эхолотирующих сигналов примерно за два метра от проволоки. Значит, за два метра они ее и «нащупывают» своими «криками». Но летучая мышь не сразу меняет направление, летит и дальше прямо на препятствие и лишь в нескольких сантиметрах от него резким взмахом крыла отклоняется в сторону.

С помощью сонаров, которыми их наделила природа, летучие мыши не только ориентируются в пространстве, но и охотятся за своим хлебом насущным: комарами, мотыльками и прочими ночными насекомыми.

В некоторых опытах зверьков заставляли ловить комаров в небольшом лабораторном зале. Их фотографировали, взвешивали — одним словом, все время следили за тем, насколько успешно они охотятся. Одна летучая мышь весом в семь граммов за час наловила грамм насекомых. Другая малютка, которая весила всего три с половиной грамма, так быстро глотала комаров, что за четверть часа «пополнела» на десять процентов. Каждый комар весит примерно 0,002 грамма. Значит, за пятнадцать минут охоты было поймано 175 комаров — каждые шесть секунд один комар! Очень резвый темп. Гриффин говорит, что если бы не сонар, то летучая мышь, даже всю ночь летая с открытым ртом, поймала бы «по закону случая» одного-единственного комара, и то если бы комаров вокруг было много.

Все без исключения мелкие летучие мыши из подотряда Microchiroptera, то есть микро-рукокрылые, наделены эхолотами. Но модели этих «приборов» у них разные. В последнее время исследователи выделяют в основном три типа природных сонаров: шепчущий, скандирующий и стрекочущий, или частотно-модулирующий тип.

Шепчущие летучие мыши обитают в тропиках Америки. Многие из них подобно летучим собакам питаются фруктами. Ловят также и насекомых, но не в воздухе, а на листьях растений. Их эхолотирующие сигналы — очень короткие и очень тихие щелчки. Каждый звук длится тысячную долю секунды и очень слаб. Услышать его могут только очень чувствительные приборы. Иногда, правда, летучие мыши-шептуны «шепчут» так громко, что и человек их слышит. Но обычно сонар их работает на частотах 150 килогерц.

Знаменитый вампир тоже шептун. Нашептывая неведомые нам «заклинания», он отыскивает в гнилых лесах Амазонии измученных путешественников и сосет их кровь. Заметили, что собаки редко бывают искусаны вампирами: тонкий слух заранее предупреждает их о приближении кровососов. Собаки просыпаются и убегают. Ведь вампиры нападают только на спящих животных. Были сделаны даже такие опыты. Собак выдрессировали: когда слышали они «шепот» вампира, сейчас же начинали лаять и будили людей. Предполагается, что будущие экспедиции в американские тропики будут сопровождать эти дрессированные «вампиролокаторы».

Скандируют подковоносы. Некоторые из них обитают на юге нашей страны — в Крыму, на Кавказе и в Средней Азии. Подковоносами они названы за наросты на морде, в виде кожистой подковы двойным кольцом окружающие ноздри и рот. Наросты не праздные украшения: это своего рода рупор, направляющий звуковые сигналы узким пучком в ту сторону, куда смотрит летучая мышь. Обычно зверек висит вниз головой и, поворачиваясь (почти на триста шестьдесят градусов!) то вправо, то влево, ощупывает звуком окрестности. Тазобедренные суставы у тропических подковоносов очень гибки, поэтому и могут они проделывать свои артистические повороты. Как только в поле их локатора попадет комар или жук, самонаводящийся летательный аппарат срывается с ветки и пускается в погоню за горючим, то бишь за пищей.

И этот «летательный аппарат», кажется, в состоянии даже определить, используя хорошо известный физикам эффект Доплера, куда летит пища: приближается ли к суку, на котором висит подковонос, или удаляется от него. Сообразно с этим меняется и тактика преследования.

Подковоносы пользуются на охоте очень продолжительными (если сравнивать их с «криками» других летучих мышей) и однотонными звуками. Каждый сигнал длится десятую или двадцатую долю секунды, и частота его звучания не меняется — всегда равна ста или ста двадцати килогерцам.

Но вот наши обычные летучие мыши и их североамериканские родичи эхолотируют пространство модулированными по частотам звуками, как и лучшие модели созданных человеком сонаров. Тон сигнала постоянно меняется, значит, меняется и высота отраженного звука. А это в свою очередь означает, что в каждый данный момент высота принимаемого эха не совпадает с тоном отправляемого сигнала. И неспециалисту ясно, что такое устройство значительно облегчает эхолотирование.

**4.4 Стрижи-саланганы**

Эхолокацией пользуются стрижи-саланганы, обитающие в Индонезии и на островах Тихого океана. У разных видов саланганов сонары работают на разных частотах: 2000 до 7000 Гц.

Стрижи — дневные насекомоядные птицы. Во время охоты за насекомыми они в основном руководствуются зрением, но когда направляются к своим гнездам в полумрак пещер, то начинают издавать низкочастотные, хорошо воспринимаемые на слух щелчки.

Эти щелчки по своим параметрам были почти одинаковыми, но частота их повторения менялась, увеличиваясь по мере падения освещенности в пещере и достигая максимума при посадке на гнездо. Длительность каждого импульса-щелчка составляла 2—6 мсек. Основная частота была 4—5 кгц.

Связь щелчков и с эхолокацией была установлена экспериментальным путем, когда несколько экземпляров этих птиц исследовали в лабораторной комнате.

Оказывается, что когда птица сидит, её эхолокационный аппарат не работает; локационные импульсы посылаются только в полете (при взмахивании крыльями). Не работает сонар и на свету.

С закрытыми глазами или в полной темноте они свободно летали по комнате, избегая различные большие препятствия, но непрерывно издавали щелчки, сливающиеся в «трески» при приближении к стене или другим предметам.

 При одновременном выключении зрения и слуха птицы становились беспомощными и сталкивались с любым препятствием. При хорошем освещении выключение слуха не влияло на ориентацию саланган, которая осуществлялась исключительно за счет зрения.

**4.5 Гуахаро**

Жирные козодои, или гуахаро, как их называют в Америке, живут в пещерах Перу, Венесуэлы, Гвианы и на острове Тринидад. Если вздумаете нанести им визит, запаситесь терпением, а главное лестницами и электрическими фонарями. Необходимо также и некоторое знакомство с основами альпинизма, потому что козодои гнездятся в горах и часто, чтобы до них добраться, приходится карабкаться по отвесным скалам.

А как войдете со всем этим снаряжением в пещеру, вовремя заткните уши, потому что тысячи птиц, разбуженных светом, сорвутся с карнизов и стен и с оглушительным криком станут метаться у вас над головой. Птицы крупные, до метра в размахе крыльев, шоколадно-коричневые с большими белыми пятнами. Глядя на их виртуозные маневры в мрачных гротах Аидова царства, все поражаются и задают один и тот же вопрос: как умудряются эти пернатые троглодиты, летая в полной темноте, не натыкаться на стены, на всякие там сталактиты и сталагмиты, которые подпирают своды подземелий?

Погасите свет и прислушайтесь. Полетав немного, птицы скоро успокоятся, перестанут кричать, и тогда вы услышите мягкие взмахи крыльев и как аккомпанемент к ним негромкое щелканье. Вот и ответ на ваш вопрос!

Конечно, это работают эхолоты. Их сигналы улавливает и наше ухо, потому что звучат они в диапазоне сравнительно низких частот — около семи килогерц. Каждый щелчок длится одну или две тысячные доли секунды. Дональд Гриффин, уже известный нам исследователь сонаров летучих мышей, заткнул ватой уши некоторых гуахаро и выпустил их в темный зал. И виртуозы ночных полетов, оглохнув, тут же и «ослепли»: беспомощно натыкались на все предметы в помещении. Не слыша эха, они не могли ориентироваться в темноте.

Дневные часы гуахаро проводят в пещерах. Там же устраивают и свои глиняные гнезда, прилепив их кое-как к карнизам стен. По ночам птицы покидают подземелья и летят туда, где много фруктовых деревьев и пальм с мягкими, похожими на сливы плодами. Тысячными стаями атакуют и плантации масличных пальм. Плоды глотают целиком, а косточки потом уже, вернувшись в пещеры, отрыгивают. Поэтому в подземельях, где гнездятся гуахаро, всегда много молодых фруктовых «саженцев», которые быстро, однако, гибнут: не могут расти без света.

Брюшко только что оперившихся птенцов гуахаро покрыто толстым слоем жира. Когда исполнится юным троглодитам примерно две недели, в пещеры приходят люди с факелами и длинными шестами. Они разоряют гнезда, убивают тысячи редкостных птиц и тут же, у входа в пещеры, вытапливают из них жир. Хотя у этого жира неплохие и пищевые качества, употребляют его главным образом как горючее в фонарях и лампах.

Горит он лучше керосина и дешевле его — так считают на родине птицы, которая злой иронией рока осуждена всю жизнь провести в темноте, чтобы умерев дать свет жилищу человека.

**5. Заключение**

Из выше изложенного можно сделать вывод, что природа, по-видимому, не очень скупилась, когда наделяла своих детей сонарами. От летучих мышей к дельфинам, от дельфинов к птицам переходили исследователи со своими приборами, всюду обнаруживая ультразвуки. Животные используют эхолокацию для ориентации в пространстве и для определения местоположения объектов вокруг, в основном при помощи высокочастотных звуковых сигналов.

Происхождение эхолокации у животных остаётся неясным; вероятно, она возникла как замена зрению у тех, кто обитает в темноте пещер или глубин океана. Вместо световой волны для локации стала использоваться звуковая.

Данный способ ориентации в пространстве позволяет животным обнаруживать объекты, распознавать их и даже охотиться в условиях полного отсутствия света, в пещерах и на значительной глубине.

Изучение физики природных явлений имеет, прежде всего, огромную познавательную ценность. Природа - эта гигантская физическая лаборатория - наглядно демонстрирует относительность всевозможных перегородок в предмете физика , условность разделения физики на отдельные самостоятельные разделы, единство физической картины мира, взаимосвязь физических явлений. Возьмем хотя бы грозу - здесь мы встречаемся с проявлением одновременно законов механики, гидростатики, термодинамики, молекулярной физики, электростатики, электродинамики, акустики, оптики.

Хочется особенно подчеркнуть, что достаточно глубокое изучение физики природных явлений стало возможным, в основном, лишь в наше время - благодаря успехам современной физики (а также химии и биологии). Человек издавна учился у природы. Многое не понимая в природе, он, естественно, не мог быть слишком хорошим ее учеником. В наше время человек, вооруженный комплексом современных научных знаний и прекрасными измерительными приборами и устройствами, уже в состоянии заглянуть в самые сокровенные тайники природы. Поэтому именно теперь он способен многое взять от природы, способен многому у нее научиться. Мы учимся видеть красоту в физике и, более того, учимся вообще более глубоко чувствовать прекрасное. В этом состоит эстетическая ценность изучения физики природы.

Наконец, не надо забывать, что понимание процессов, происходящих в природе, является залогом бережного отношения к природе, что особенно важно в наше время, когда вооруженный мощной техникой человек в состоянии не только искалечить, но и вообще погубить земную природу.

**6. Литература**

1. Морозов В. П. Занимательная биоакустика. Изд. 2-е, доп., перераб. — М.: Знание, 1987. — 208 с. + 32 с. вкл. — С. 30-36

2. Б.Ф.Сергеев. Живые локаторы океана.- Л.: Гидрометеоиздат,1980.

3. Д.Гринффин. Эхо в жизни людей и животных. Пер. с англ.. – М.:Физматгиз,1961.

2. Интернет источник:

http://www.zooclub.ru/wild/kito/5.shtml