

Краевая научно-практическая конференция  
учебно-исследовательских работ учащихся 9-11 классов  
«Прикладные и фундаментальные вопросы математики»

Прикладные вопросы математики

### **Механические волны**

Губина Дарья Сергеевна,  
10 кл., МБОУ «Лицей №1», г. Пермь,  
Савина Марина Витальевна,  
учитель физики.

Пермь. 2014.

## Введение

Осенью, мы с классом были на берегу реки Камы, и наблюдали, что на реке появляются волны, они двигаются, меняют свое направление. Нам стало очень интересно, откуда они появляются, какие свойства у них есть, можно ли дома сделать опыты, и узнать про движение и колебание волн. Существуют ли какие-то другие волны не только на воде, но и в воздухе. Где вообще могут встретиться волны: в природе, дома, или их можно сделать или услышать самим. В нашей работе мы хотим разобраться, во всех этих вопросах.

Волны любой природы представляют собой возмущения, распространяющиеся с конечной скоростью в пространстве и несущие с собой энергию без переноса вещества. Несмотря на разную природу, все волны подчиняются единым закономерностям.

Как известно, колебательное движение это одно из самых распространенных движений в природе и технике, и, пожалуй, трудно назвать такую область нашей жизни, в которой не встречались бы колебания (природа, музыка, повседневная жизнь и организм человека, например, его речь; технические средства, средства связи, транспорта и т.д.). Колебательные движения происходят в жизни планеты (землетрясения, приливы и отливы), в астрономических явлениях (пульсация Солнца и др.) и т.д. Многие химические явления также сопровождаются колебаниями, в том числе в человеческом организме. В целом же колебания играют огромную роль в жизни современного человека.

Соответственно, без знания законов колебаний в принципе нельзя было бы создать радио, телевидение, многие современные устройства и машины, технические средства и пр.

Мир, окружающий нас, можно назвать миром звуков. Звучат вокруг нас голоса людей и музыка, шум ветра и щебет птиц, рокот моторов и шелест листвы. С помощью речи люди общаются, с помощью слуха получают информацию об окружающем мире. Не меньшее значение звук имеет для животных. С точки зрения физики, звук - это механические колебания, которые распространяются в упругой среде: воздухе, воде, твёрдом теле и т.п.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ

Волна - это колебания, распространяющиеся в пространстве в течение времени.

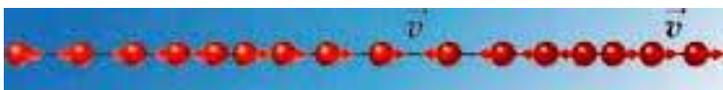
Механические волны могут распространяться только в какой-нибудь среде (веществе): в газе, в жидкости, в твердом теле. В вакууме механическая волна возникнуть не может.

Источником волн являются колеблющиеся тела, которые создают в окружающем пространстве деформацию среды.

Для возникновения волны нужна деформация (наличие силы упругости) среды. Для распространения волны нужна упругая среда. Бегущая волна - волна, где происходит перенос энергии без переноса вещества. Бегущая упругая волна - волна, где есть перенос энергии и возникает сила упругости в среде распространения. Среди механических волн мы будем рассматривать бегущие упругие волны.

Механические волны делятся на:

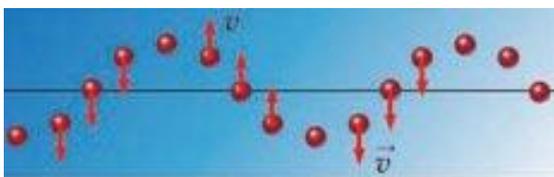
а) продольные



Колебания среды происходят вдоль направления распространения волн, при этом возникают области сжатия и разрежения среды.

Продольные волны возникают в любой среде.

б) поперечные



Колебания среды происходят перпендикулярно направлению их распространения, при этом происходит сдвиг слоев среды.

Поперечные волны возникают только в твердых телах.

Волны на поверхности жидкости не являются ни продольными, ни поперечными. Если бросить на поверхность воды небольшой мяч, то можно увидеть, что он движется, покачиваясь на волнах, по круговой траектории. Таким образом, волна на поверхности жидкости представляет собой результат сложения продольного и поперечного движения частиц воды.

Мы провели несколько опытов с волновыми явлениями.

1. Мы бросили обычный мячик в ванну. И увидели, что от него расходятся в разные стороны многочисленные волны.



Затем мы решили бросить в ванну, более легкий предмет, мы увидели совсем другие волны.



**Вывод:** при распространении волн в ванне, частицы воды, находящиеся на поверхности, совершают колебательное движение практически в вертикальном направлении, тогда как сами волны движутся горизонтально. Движение волн происходит потому что, частицы воды благодаря их большой подвижности легко выходят из состояния равновесия под действием разного рода сил и совершают колебательные движения. Если бросить, более легкий предмет, то движение волн, мы увидим четким, ровно движущимся по кругу.

**Частота волны** – это число полных колебаний или циклов волны, совершенных в единицу времени; если за 1 секунду, то измеряется в герцах. Ее можно вычислить, разделив скорость распространения волны на длину волны.

**Длина волны** — расстояние между двумя ближайшими друг к другу точками, колеблющимися в одинаковых фазах.

**Скорость волны** – это скорость перемещения волны по поверхности воды.

## Исследовательская работа:

Мы решили измерить длину, скорость и частоту наших волн, которые получились в опыте. Сначала с помощью линейки мы узнали длину волны, получилось 0,06м, расстояние от места падения предмета до последней волны получилось 0,26см, а время 0,2с, следовательно, скорость 1,3 м/с, а частоту волны мы узнали по формуле  $\nu = u/\lambda$ , где  $\nu$ -частота волны,  $u$ -скорость волны,  $\lambda$ - длина волны. Частота получилась 21,7 Гц.



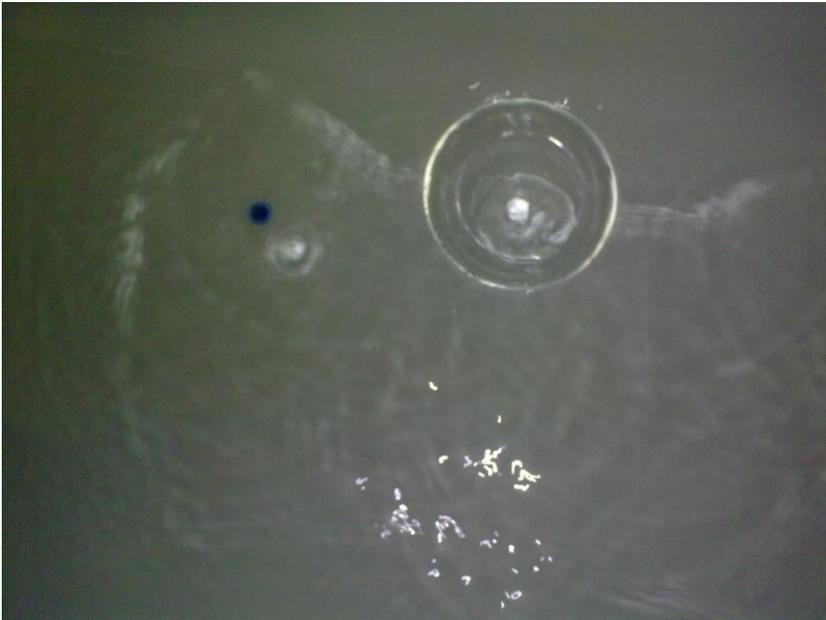
## 2. Интерференция волн

Явление интерференции – это распространение с наложением друг на друга, двух или более волн.

В ванну с водой мы бросили два камешка одинаковых размеров и наблюдали, как волны от этих двух камней сталкиваются друг с другом.



Затем мы бросили два разных предмета с разными размерами, и увидели что волна большого предмета, накрывает волну от легкого камешка.



**Вывод:** волны сталкиваются друг с другом, потому что камни одинаковой массы и одинаковых размеров, а волна от брошенного предмета накрыла волну от камешка, потому что этот предмет тяжелее камешка.

### 3. Дифракция волн

В физике дифракцией волн называется отклонение волн от прямолинейного распространения в одной и той же среде, приводящее к огибанию ими препятствий.

Мы проделали опыт с препятствием для волны, посередине ванны поместили его, бросили в воду свечку и увидели, что волна огибает это препятствие.



**Вывод:** волна не распространилась дальше препятствия, потому что её длина волны меньше длины волны препятствия.

### **Ветровые волны**

Они создаются вследствие воздействия ветра (передвижение воздушных масс) на поверхность воды, то есть нагнетания. Причина колебательных движений волн становится легко понятна, если заметить воздействие того же ветра на поверхность пшеничного поля. Хорошо заметна непостоянность ветровых потоков, которые и создают волны.

В силу того что вода является веществом более плотным, чем воздух (примерно в 800 раз) — реакция воды на воздействие ветра несколько «запаздывает», и рябь переходит в волны лишь через некоторое расстояние и время при условии постоянного воздействия ветра. Если учесть такие параметры, как постоянность потока ветра, его направление, скорость, площадь воздействия, а также предыдущее состояние колебания поверхности водной глади, то мы получаем направление волны, высоту волны, частоту волны, наложение нескольких колебаний-направлений на один и тот же участок поверхности воды.

**Исследовательская работа:** мы проделали опыт с ветровыми волнами в домашних условиях. Сначала мы включили фен и направили его на шторы, шторы начали двигаться, подобно волне. Затем фен направили в ванну с водой, она начала двигаться волнами. И тут мы заметили, что чем ближе подносишь фен к воде, тем сильнее двигаются волны.

**Вывод:** фен подобен ветру, он воздействует на поверхность воды и заставляет её двигаться. При малых его скоростях возникает рябь — система мелких равномерных волн. Они появляются с каждым порывом ветра и мгновенно затухают. При очень сильном ветре, волны могут деформироваться, они двигаются быстрее.

## **Звуковые волны**

Бывают случаи, когда мы можем судить о возникновении, существовании волн не по зрительным, а по слуховым ощущениям.

Причина звука это вибрация (колебания) тел, хотя эти колебания зачастую незаметны для нашего глаза.



Источники звука — физические тела, которые колеблются, т.е. дрожат или вибрируют с частотой от 16 до 20000 раз в секунду. Вибрирующее тело может быть твердым, например, струна или земная кора, газообразным, например, струя воздуха в духовых музыкальных инструментах или в свистке либо жидким, например, волны на воде.

Вокруг колеблющегося тела возникают колебания окружающей среды, которые распространяются в пространстве. Звук — это механические упругие волны, распространяющиеся в газах, жидкостях, твердых телах. Волны, которые вызывают ощущение звука, с частотой от 16 Гц до 20 000 Гц называют **звуковыми волнами** (в основном продольные).

## **ЧТОБЫ УСЛЫШАТЬ ЗВУК**

Необходимы:

1. Источник звука.
2. Упругая среда между ним и ухом.
3. Определенный диапазон частот колебаний источника звука — между 16 Гц и 20 кГц, достаточная для восприятия ухом мощность звуковых волн.

## **РУПОР - УСИЛИТЕЛЬ ЗВУКА**

Часто на соревнованиях, когда тренеру или судье необходимо сообщить что-либо спортсмену на большом расстоянии, используют рупор. Это может быть достаточно сложный прибор — мегафон, но можно обойтись и простой газетой свернутой в кулек. Можно сделать рупоры из больших листов ватмана. Если в классе два таких рупора поставить у противоположных стенок, то разговаривать с их помощью можно шепотом.

## Исследовательская работа

1. Мы проделали звуковой опыт с обычной линейкой. Мы взяли её и прижали одним концом к столу, а второй её конец привели в колебательное движение. Постепенно укорачивая длину колеблющейся линейки, мы с некоторого момента начали слышать звук меняющейся тональности.



**Вывод:** чем меньше длина линейки, тем лучше мы слышим звук, потому что частота колебаний короткой линейки выше, чем длинной.

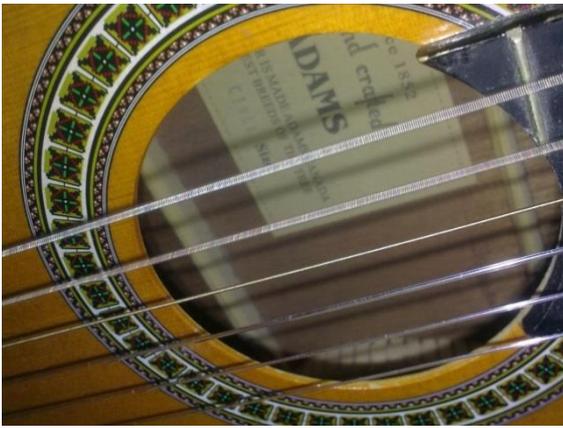
## Акустический резонанс

**Резонанс** - это явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний в какой-либо колебательной системе.

**Акустика** — наука о звуке, изучающая физическую природу звука и проблемы, связанные с его возникновением, распространением, восприятием и воздействием.

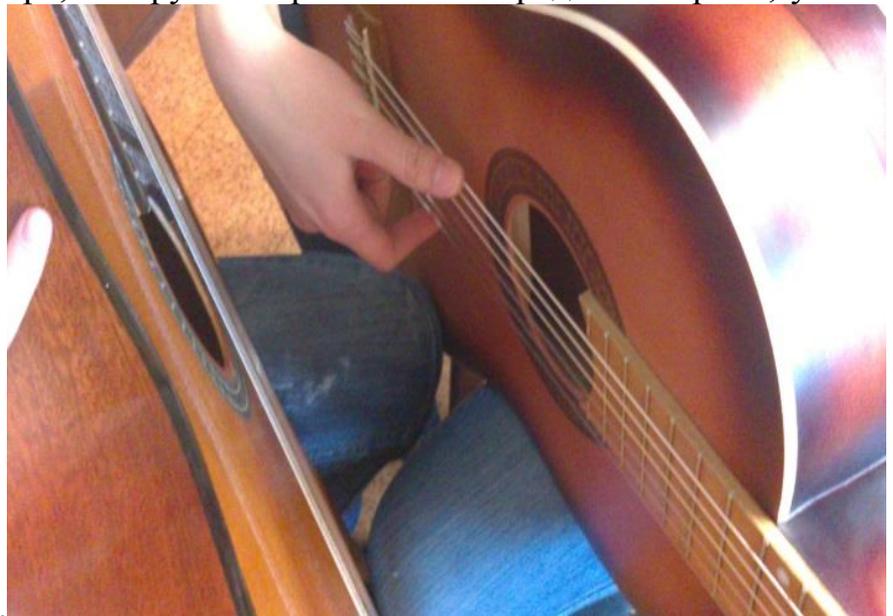
Мы решили в своих опытах узнать про акустический резонанс.

1. В первом опыте мы решили использовать музыкальный инструмент-гитару. Мы зажали 5 лад на 6 струне гитары, затем чтобы 5 струна начала вибрировать, и у нас это получилось.



**Вывод:** пятая струна начала вибрировать, потому что на шестой струне пятого лада точно такой же звук, как и на этой пятой струне.

2. Мы проделали второй опыт, для этого мы взяли две гитары и сыграли на одной из них ноту, а на другой гитаре, которую мы расположили рядом с первой, услышали



этот звук, не играя на ней.

**Вывод:** на второй гитаре мы услышали такой же звук, потому что гитары расположены рядом, и колебания звуковой волны мгновенно передаются на другую гитару.

3. В следующем опыте мы использовали колбу и магниты. В пустую колбу мы начали наливать воду и над ней издали звук с помощью магнита, звук оставался прежним. Затем потихоньку мы начали добавлять воду в колбу, и услышали, как звук продолжается.



**Вывод:** в нашем опыте появлялся резонанс, потому что для его получения изменяют собственную частоту колебаний воздушного столба путем изменения его длины. Первый раз резонанс возник, когда длина воздушного столба равна половине длины волны. Второй раз резонанс при той же частоте, когда длина воздушного столба увеличивается в 3 раза.

4. В последнем опыте мы взяли обычный стакан, положили в него трубочку, и начали стучать карандашом по поверхности стакана, мы увидели, что трубочка начала двигаться, то есть возник резонанс.



**Вывод:** трубочка в стакане начала двигаться, потому что при соприкосновении карандаша и стакана, стенки стакана колеблются, поэтому, когда стакан совершает звуковые колебания, то трубочка тоже совершает колебательные движения внутри этого стакана.

## **Заключение**

В своей исследовательской работе, мы сделали все, что хотели узнать, провели много различных опытов, сделали множество выводов. Все те вопросы, которые у нас возникали в начале нашей работы, мы выяснили в течение нескольких недель. Мы узнали, почему двигаются волны, почему мы слышим звуки по-разному, какие интересные исследовательские работы можно выполнить с механическими волнами, а так же мы узнали много интересных фактов про звуковые волны.

В том году мы тоже делали конференцию по физике, и если сравнивать эту работу и ту, то можно сделать вывод, что эта работа наиболее развернутая, в ней больше выводов и опытов.

В дальнейшем, мы думаем, что продолжим изучать эту тему, потому что нам она показалась, самая интересная и занимательная. Хотелось бы, продолжить эту тему уже на другом уровне, так как мы много прочитали о механических волнах, об опытах со специальной аппаратурой, которая дает больше возможностей в измерениях, частотах, колебаниях волн.

Мы выполнили эту работу с удовольствием и интересом, а так же мы хотим поделиться своими новыми знаниями с нашими одноклассниками, учителями, и другими ребятами.