

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАЛТИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ИММАНУИЛА КАНТА»  
ИНСТИТУТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ И  
ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

**ПРОЕКТНАЯ РАБОТА**  
Тема: «Изучение звуковых колебаний»  
Специальность: 07.02.01 Архитектура

Разработал студент  
группы А11

\_\_\_\_\_ В.Ю. Шнейдер

Руководитель

\_\_\_\_\_ Е.А. Чистякова

Консультант

\_\_\_\_\_ М.И. Немцова

Калининград  
2020

# ВВЕДЕНИЕ

- Проект предназначен для формирования мировоззрения о звуковых колебаниях. Колебания, которые происходят при вибрации какого-либо упругого тела, например, струны, в окружающем его пространстве называют звуковыми волнами. Они способны распространяться от источника звука по всем направлениям.
- Если понимать слово «звук» как ощущение, то можно сказать что, звуковые волны улавливаются слуховым органом и вызывают в нем раздражение, которое передается по нервной системе в головной мозг, создавая ощущение звука.

- **Актуальность исследовательской работы:** Тема взаимосвязи физики и музыкального искусства, на мой взгляд, очень актуальна, так как в повседневной жизни современного человека музыка является очень важным составляющим.

**Цель:** изучить звуковые колебания , проследить их взаимосвязь с музыкальным искусством.

**Задачи:**

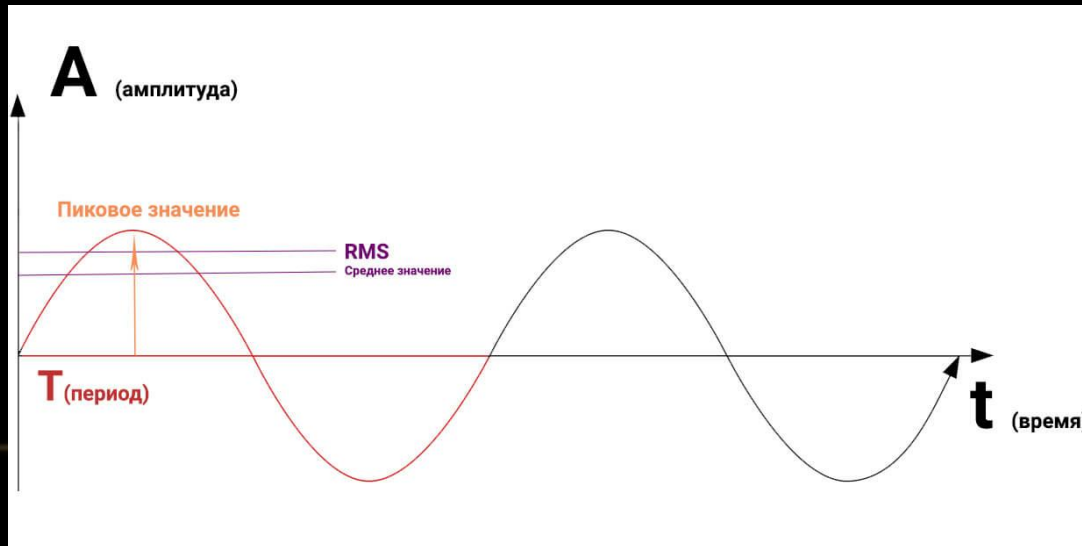
1. Проанализировать найденную литературу
2. Рассмотреть некоторые музыкальные инструменты с точки зрения физики и познакомиться с их историей
3. Изучить воздействие звука на организм человека, найти связь между музыкой и наукой физикой

# ЧТО ТАКОЕ ЗВУК?

- **Звук** – это колебания, т.е. периодическое механическое возмущение в упругих средах – газообразных, жидких и твердых. Такое возмущение, представляющее собой некоторое физическое изменение в среде (например, изменение плотности или давления, смещение частиц), распространяется в ней в виде звуковой волны.
- **Звуковые колебания** – это передающаяся в пространстве механические колебания молекул веществ.
- Мы называем колебания среды звуковыми, но это не значит, что все звуковые колебания мы слышим. Физика пользуется понятием звуковых колебаний в более широком смысле
- Звуковые колебания возникают в любой среде, способной сжиматься, а так как несжимающихся тел в природе нет, то, значит, частицы любого материала могут оказаться в этих условиях. Учение о таких колебаниях обычно называют акустикой.

# ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКА

- Ось  $X$  – это время.
- Ось  $Y$  – амплитуда колебания волны. От амплитуды зависит громкость звука. Громкость не может быть отрицательной. Соответственно, волна ниже оси  $X$  не имеет отрицательную громкость. Самый тихий звук находится не в самой нижней точке, а на уровне оси  $X$ .
- Период  $T$  – время, которое необходимо на 1 полный цикл колебания. Период можно разделить на 2 половины – в одной положительная амплитуда, в другой - отрицательная.
- Пиковое значение – максимальная точка положительной амплитуды колебания звуковой волны (также есть и отрицательное пиковое значение).



- Частота (frequency) показывает количество периодов колебания звуковой волны за одну секунду и измеряется в Герцах (Hz). Чем выше частота, тем больше периодов колебания делает волна. Соответственно, чем выше звук, тем больше колебаний.
- Человек слышит звуки в диапазоне от 20Hz до 20 000 Hz (20kHz). Звуки выше и ниже этого диапазона, конечно, существуют, просто человек их не слышит.
- Звук может быть простым, то есть состоящим из одного сигнала.
- Или сложным, то есть состоящим из нескольких простых сигналов, звучащих с разными амплитудами и частотами.



# СКОРОСТЬ ЗВУКА

- Звук распространяется посредством звуковых волн. Вибрирующий предмет передает свою вибрацию соседним молекулам или частичкам. Происходит передача движения от одной частички к другой, что приводит к появлению звуковой волны.

Средой распространения звуковых волн могут быть различные материалы — дерево, воздух, вода; следовательно, скорость распространения звуковых волн должна быть различной.

Скорость звука в воздухе составляет около 335 м/сек. Но это при температуре 0° С. С повышением температуры скорость распространения звука также увеличивается.

- В воде звук распространяется быстрее, чем в воздухе. При температуре 8° С скорость его распространения составляет около 1435 м/сек, или около 6 тыс. км/час. В металле эта скорость достигает порядка 5000 м/сек, или 20 000 км/час.

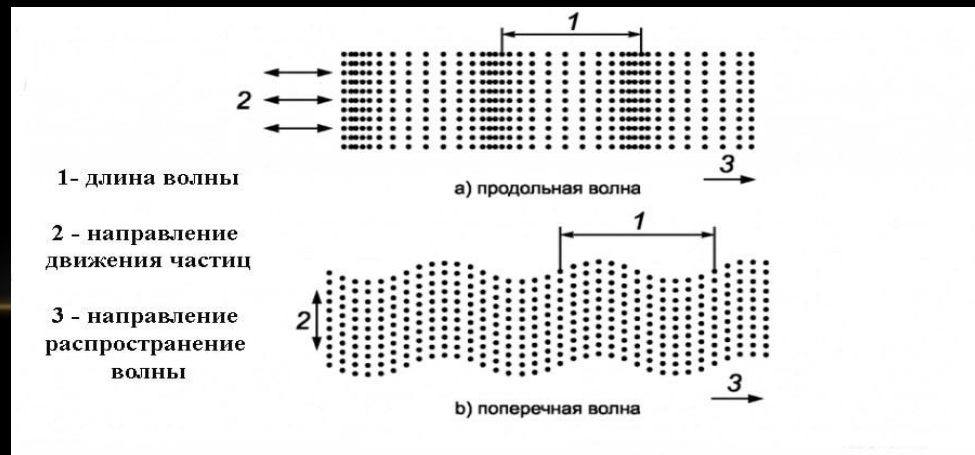
# ПРОДОЛЬНЫЕ И ПОПЕРЕЧНЫЕ ВОЛНЫ

- Механические волны – это колебания, которые перемещаются в пространстве с течением времени. Они бывают двух видов : поперечные и продольные.

**Поперечная** волна — волна, распространяющаяся в направлении, перпендикулярном к плоскости, в которой происходят колебания частиц среды (в случае упругой волны) или в которой лежат векторы электрического и магнитного поля (для электромагнитной волны)

Если частицы совершают колебания в направлении распространения волны, то такую волну называют **продольной**.

Продольные волны могут возникнуть в среде обладающей упругостью объема, т.е. в твердых телах, жидкостях и газообразных телах. Поперечные волны возникают только в среде, обладающей упругостью формы (деформацией сдвига), т.е. только в твердых телах. Исключение составляют волны на поверхности воды.





# ФОРМУЛЫ

- Зависимость скорости звуковой волны от свойств среды, где она распространяется, рассматривается по формуле:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

$E$  — коэффициент упругости среды, определяет силу взаимодействия частиц друг с другом;  $\rho = m/V$  (кг/м<sup>3</sup>) — плотность среды. У твердых тел упругость больше, чем у жидкости и газа. Поэтому соотношение скорости звука будет таким:

Среда	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Скорость звука, м/с
воздух	1,2	343
вода	999	1430
железо	7800	5170
дерево (сосна)	500	1450
гранит	2700	3950

Формула для расчёта длины волны:

$$\lambda = c/f$$

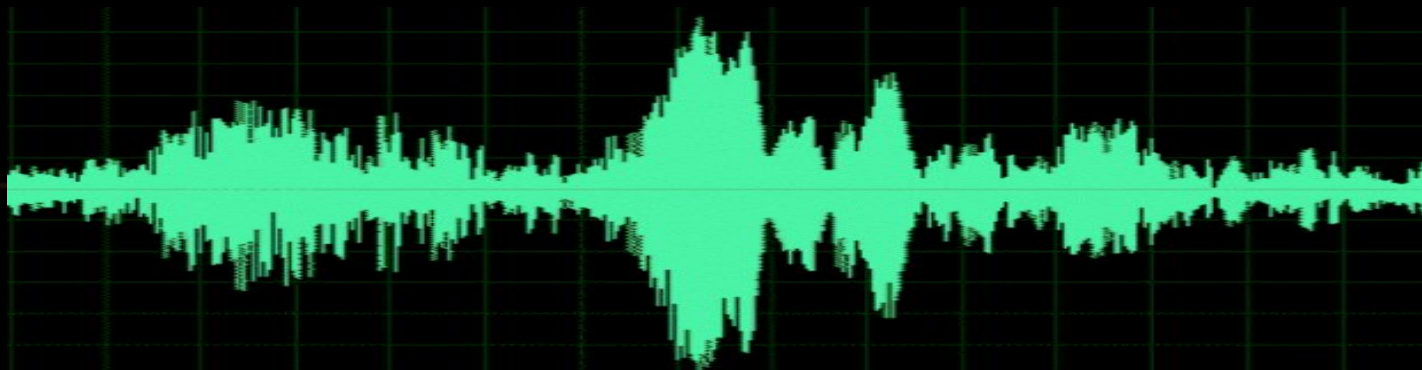
$\lambda$  — длина волны,  $c$  — скорость,  $f$  — частота.

# ВОЗДЕЙСТВИЕ ЧАСТОТ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

В исследованиях часто выделяется звуковые колебания с конкретными числовыми значениями частот, которые резонируют с определенным участком мозга.

Например, низкий Бета-ритм частотой 15 Гц представляет нормальное состояние бодрствующего сознания. Альфа-ритм частотой 10,5 Гц вызывает состояние глубокой релаксации. Все аспекты имеют прямое отношение к воздействию музыки на организм человека.

Периодически повторяющиеся низкочастотные звуки не только провоцируют у человека определённую эмоциональную реакцию, но и в состоянии навязать ему это эмоциональное состояние. Эмоциональные состояния навязываются человеку против его воли, часто даже без понимания с его стороны того, что ему что-то навязывают.



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Изучая музыкальное искусство с точки зрения физики, я рассмотрела основные характеристики музыкального звука, такие как громкость звука, его тембр, высота и длительность. Для того, чтобы понять, как звук доходит до уха человека, мне понадобилось изучить способы, с помощью которых звук может распространяться. Так я узнала, что звук распространяется в виде волн. Так же отмечу, что волны не распространяются в вакууме. Звук, с точки зрения физики – это энергия. В зависимости от частоты звуковых колебаний, уровня громкости, ритма и гармонии, звук может воздействовать на человека положительно или отрицательно.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. <https://nssound.ru/o-zvuke-i-zvukovykh-signalakh/zvukovye-volny-vidy-dlina-volny-i-skorost-zvuka/>
2. [https://mehriban-aliyeva.az/ru/kids\\_\\_oxu/846322](https://mehriban-aliyeva.az/ru/kids__oxu/846322)
3. <http://www.soundwave.ru/articles/signals/364/>
4. <https://zen.yandex.ru/media/popsci/cto-takoe-zvuk-i-kakimi-harakteristikami-obladaiut-zvukovye-volny-5bfee53b9f25000ae1f79429>
5. <https://interneturok.ru/lesson/physics/9-klass/mechanicheskie-kolebaniya-i-volny/zvukovye-volny-istochniki-zvuka-harakteristiki-zvuka-ivanova-m-g>
6. <https://miem.hse.ru/data/2016/08/19/1118738878/%D0%9B%D0%A0%20%E2%84%96%2017.pdf>



**Спасибо за внимание!**