

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
средняя общеобразовательная школа № 1  
имени Чернявского Якова Михайловича станицы Крыловской  
муниципального образования Крыловский район

Инженерный проект по теме:

**«Конструирование темброблока для подстройки низких и высоких частот»**

Работа ученика 10 класса

МБОУ СОШ № 1

станицы Крыловской

Крамаренко Артёма Андреевича

Руководитель проекта:

Сопко Евгения Валерьевна

- учитель физики МБОУ СОШ № 1

## Содержание

Введение .....	3
1. Теоретическая часть .....	4
1.1 Что такое звук и звуковая волна? .....	4
1.2 Основные определения и термины .....	4
1.3 История исследования звука .....	5
1.4 Принцип работы темброблока .....	6
Вывод .....	6
2. Практическая часть .....	7
2.1 Инструменты и материалы необходимые для работы .....	7
2.2 Техника безопасности при выполнении проекта .....	7
2.3 Схема изделия и его сборка .....	7
2.4 Экспериментальная проверка работоспособности прибора .....	9
Заключение .....	10
Использованная литература .....	11
Приложение .....	12

## Введение

**Актуальность темы проекта:** Я выбрал данную тему, потому что в следующем году я должен буду сдавать единый государственный экзамен по физике и тема частоты звуковой волны является в нём одной из самых важных, поэтому я решил разобраться в ней подробнее, а заодно и попрактиковаться в пайке.

**Целью работы** является конструирование тембрблока для подстройки низких и высоких частот из доступных материалов.

### **Задачи:**

- 1) Изучить дополнительную литературу
- 2) Составить схему будущего устройства
- 3) Достать необходимые радиокомпоненты
- 4) Собрать устройство согласно схеме
- 5) Провести с его использованием эксперименты
- 6) Проанализировать полученные результаты

В ходе исследовательской работы была выдвинута **гипотеза**, что с помощью определённого набора сопротивлений и знаний в области электротехники можно собрать устройство для настройки выходного аудиосигнала в домашних условиях.

**Объект исследования:** тембрблок

**Предмет исследования:** низкие и высокие частоты

**Методы исследования:** литературный обзор, моделирование прибора, физический эксперимент (качественный), анализ полученной информации

## 1. Теоретическая часть

### 1.1 Что такое звук и звуковая волна?

Звук — физическое явление, представляющее собой распространение упругих волн в газообразной, жидкой или твёрдой среде. В узком смысле под звуком имеют в виду эти волны, рассматриваемые в связи с тем, как они воспринимаются органами чувств человека или животных.

В общем случае звук является совокупностью волн различных частот. Для упрощения нередко сосредотачиваются на одной волне конкретной частоты.

### 1.2 Основные определения и термины

Обычный человек способен слышать звуковые колебания в диапазоне частот от 16—20 Гц до 15—20 кГц. Звук ниже диапазона слышимости человека называют инфразвуком; выше: до 1 ГГц, — ультразвуком, от 1 ГГц — гиперзвуком.

В первом приближении громкость звука диктуется амплитудой волны, а тон, высота звука — частотой. Более точно, громкость 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 выделяются фонетические, речевые звуки и фонемы (из которых состоит устная речь) и музыкальные звуки (из которых состоит музыка). Музыкальные звуки содержат не один, а несколько тонов (волн фиксированных частот), а иногда и шумовые компоненты в широком акустическом диапазоне. [1]

Звуковая волна — это поперечная волна, представляющая собой ряд чередующихся между собой разряженной и сжатой среды, которые имеют различную частоту. Звуковые волны возникают за счет колебаний, вызываемых и производимых вибрацией от любых тел. Все звуки, которые распространяются в воздухе, являются вибрациями звуковой волны.

Эти вибрации возникают за счет колебания объекта и расходятся от источника по всем направлениям. Распространяясь в пространстве, звуковая волна отражается от всех объектов, которые встречаются ей на пути, и создает изменения в окружающей среде. Когда эти изменения достигают органов слуха, они воздействуют на барабанную перепонку, нервные окончания в ухе подают сигналы в мозг, и человек воспринимает колебания как звук.

Звуковые волны, как и любой другой вид волн, обладают рядом волновых свойств, таких как :

- частоту;
- амплитуду;
- фазу.

Частотой называется физическая величина, которая характеризует количество колебаний в единицу времени (секунду) и измеряется в герцах (Гц). Ухо человека способно воспринимать звуковые сигналы в диапазоне от 20 Гц до 20 КГц. Звуки, которые находятся выше указанного диапазона называется ультразвуком, ниже — инфразвуком, для человеческих органов слуха они неслышимы.

Амплитуда или интенсивность звуковой волны — это сила звука, которую органы слуха воспринимают как громкость звукового сигнала. Для измерения громкости звука используются фонометры, единицами ее измерения являются децибелы. [2]

## 1.2 История исследования звука

Звук с давних пор считался одним из самых загадочных явлений природы. В самом деле, что порождает звук? Что заставляет его неведомыми путями распространяться и достигать нашего слуха? Почему звук, едва родившись, так быстро замирает? Эти вопросы издавна волновали пытливого ум человека. [3]

К сожалению, история не сохранила имени наблюдателя, который первым заметил, что звук распространяется с меньшей скоростью, чем свет. Но известно, что первые попытки измерить скорость звука предпринимались во Франции в XVII веке. Звуковыми "генераторами" служили огнестрельные орудия (мушкеты и пушки). В 1630 году известный в то время физик и математик М. Мерсенн (1586-1648), заметив вспышку, подсчитывал удары пульса или отмечал по часам время, когда до него доносился звук выстрела. По результатам экспериментов скорость звука у него получилась равной 448 м/с.

В XX веке для измерения скорости звука стала применяться электронная аппаратура. Метод измерения скорости звука прост и доступен даже радиолюбителям. Нужны два микрофона, осциллограф и усилитель низкой частоты с динамиком. Громкоговоритель и микрофоны один за другим располагают по прямой линии. На усилитель подается электрический импульс, и на осциллографе фиксируется время прохождения звукового сигнала между микрофонами.

По последним данным, скорость звука при температуре 20°С и нормальном атмосферном давлении на уровне моря равна 344 м/с (1238 км/ч); при температуре 30°С - 349 м/с; при 10°С - 337 м/с; при 0°С - 331,45 м/с; при -10°С - 325,2 м/с.

Определить же частотные границы человеческого слуха первым попытался французский ученый Ж. Савер (1653-1716). По его данным, опубликованным в Трудах Парижской академии наук в 1707 году, человек слышит звуки частотой от 25 до 12 800 кГц. Спустя почти 100 лет, в 1802 году, немецкий физик Э. Хладни (1756-1827) привел более точные данные и указал, что верхняя граница слышимых звуков составляет 22 000 Гц. Кстати, он же ввел в научный обиход термин "акустика" от греческого слова, означавшего "способность слышать".

Во второй половине XIX века среди врачей отоларингологов сложилось устойчивое мнение, что взрослый человек слышит звуки в частотном диапазоне 20-20 000 Гц.

Находились и исключения: известный немецкий физик и врач Г. Гельмгольц (1821-1894) сообщал о пациентах, слышавших писк с частотой 40 000 Гц. В настоящее время установлено, что звуки частотой 25-34 кГц способны слышать некоторые дети в возрасте до 7 лет. [4]

### 1.3 Принцип работы тембрблока

Тембрблок представляет собой делитель тока. Рассмотрим его работу по порядку.

Когда потенциометр громкости выкручен на минимум т.е. сопротивление его практически равно нулю – весь ток через него идёт на землю. Звук нет. Когда потенциометр громкости выкручен на максимум, т.е. сопротивление его велико, ток через него незначителен и весь полезный сигнал идёт на усилитель. Мы слышим максимум сигнал.

Когда мы вращаем ручку громкости – мы меняем соотношения токов которые идут на усилитель и на землю – через потенциометр. Это и имеют ввиду, когда говорят, что потенциометр выступает в роли делителя.

Тоже самое и с тембром, только в случае тембра потенциометр соединён с землёй не напрямую, а через конденсатор. Свойство конденсатора таково, что чем меньше частота тока, тем больше сопротивление ему у конденсатора. Грубо говоря — он не проводит постоянный ток, а сопротивление переменному току разное и зависит от частоты сигнала (такое сопротивление называется реактивным). Есть формула такая:  $X_c = 1/2\pi fC$ , где  $C$  – ёмкость конденсатора,  $f$  – частота сигнала,  $\pi = 3,14$ . По ней можно найти реактивное сопротивление конденсатора для любой частоты. [5]

**Вывод:** изучив некоторое количество интернет-источников и лучше разобравшись в теме, мы поняли, что звук - физическое явление, представляющее собой распространение упругих волн различной частоты в среде. Так же мы выяснили, что человечество многие сотни лет исследовало звук, в надеждах определить, например, скорость его распространения, или открывая новые понятия о нём, такие как частота или амплитуда. Ещё мы разобрались в строении тембрблока.

## 2. Практическая часть

### 2.1 Инструменты и материалы необходимые для работы

Для реализации своего проекта нам понадобится некоторое количество инструментов и расходных материалов, таких как:

- паяльник
- пинцет
- специализированный станок для тонких работ («третья рука»)
- глицериновый флюс(канифоль)
- оловянно-свинцовый припой без канифоли внутри

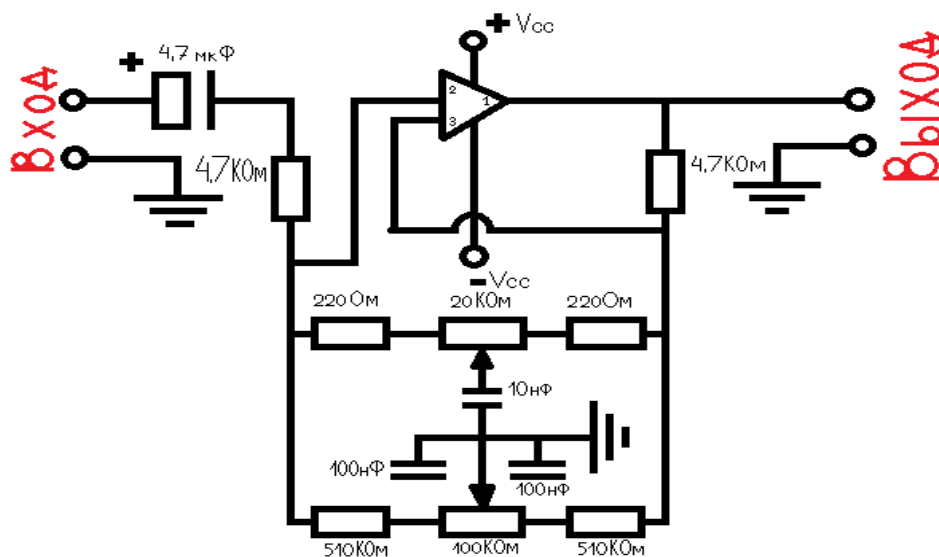
### 2.2 Техника безопасности при выполнении проекта

При работе с паяльником нужно соблюдать некоторые правила, чтобы не получить травму:

- 1) Никогда не дотрагивайтесь руками или другими частями тела до нагревательного элемента и жала паяльника
- 2) Держать в руке паяльник только за предусмотренную для этого ручку и соблюдать аккуратность при работе с ним.
- 3) В то время, когда непосредственно не работаете с паяльником и он находится в нагретом состоянии, устанавливайте паяльник на специальную термостойкую подставку.
- 4) Не оставлять паяльник включенным надолго без присмотра. После завершения работы обязательно отключать его (вытаскивайте вилку из розетки).
- 5) В связи с тем, что при пайке выделяется в незначительных количествах дым, выполнять пайку в хорошо проветриваемом помещении.

### 2.3 Схема изделия и его сборка

Сборка изделия осуществлялась по следующей схеме:

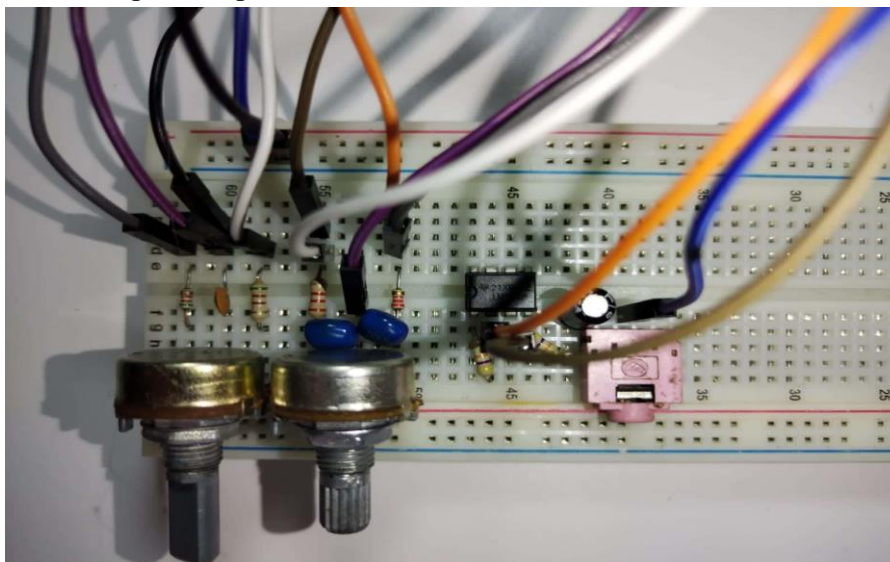


Для сборки нам понадобится некоторое количество радиодеталей, таких как:

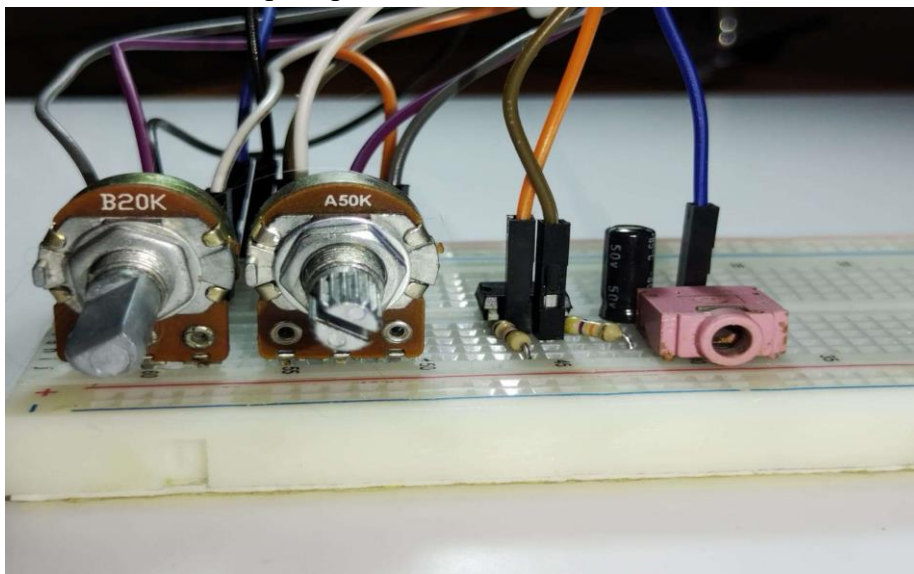
1. Конденсаторы емкостью 4,7 мкФ (1 шт), 10 нФ (1 шт) и 100 нФ (2 шт)
2. Резисторы с сопротивлением 4,7 Ком (2 шт), 220 Ом (2 шт), 20 Ком (1 шт), 510 Ком (2 шт) 100 Ком (1 шт)
3. Источник питания
4. Подстроечный резистор (2 шт)
5. Соединительные провода

Первична сборка была произведена на макетной плате. Эта платформа была выбрана в первую очередь из-за того, что на ней можно с лёгкостью проводить монтаж деталей и их соединение без прибегания к пайке.

Вообще, в основу данного устройства лёг процесс шунтирования резисторов. Шунтирование — процесс параллельного подсоединения электрического элемента к другому элементу, обычно с целью уменьшения итогового сопротивления цепи. То есть мы добиваемся изменения общего сопротивления цепи, посредством изменения сопротивления на статичных резисторах.



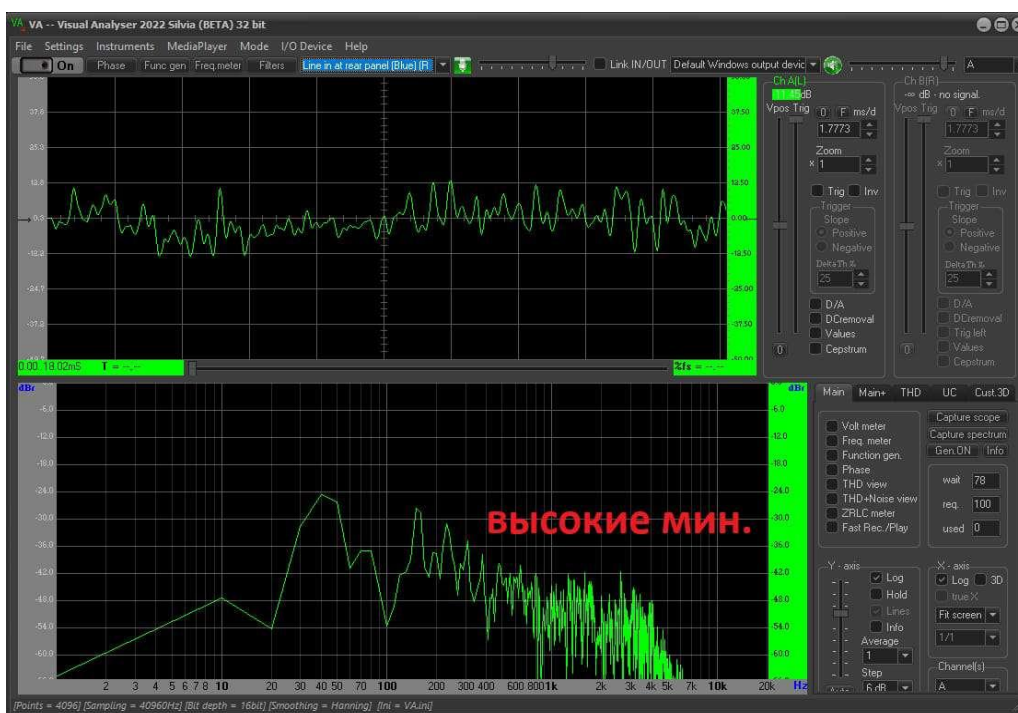
Вот так выглядит прибор на макетной плате.



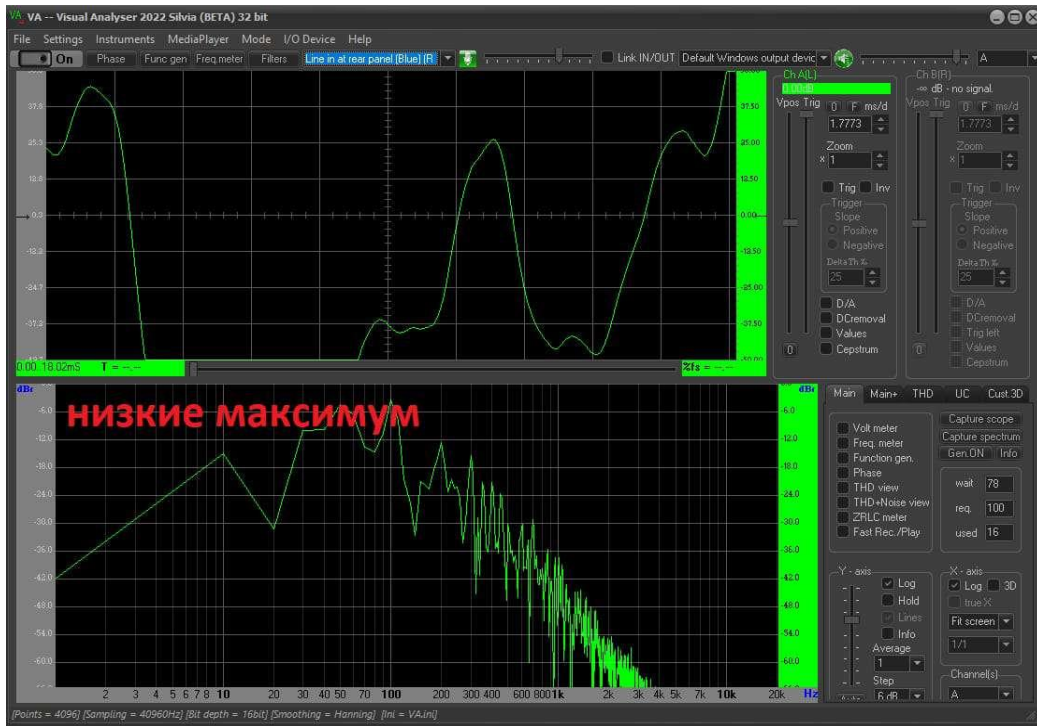


## 2.4 Экспериментальная проверка работоспособности прибора

После завершения работы над устройством я провёл его испытание при помощи программы Visual Analyser 2022. Visual Analyser – программа реального времени; она считывает выборки непосредственно с выбранной звуковой карты, поэтому с помощью неё мы можем считать изменения частоты звука. Работает это примерно так :при подкручивании подстроечного резистора мы «срезаем» часть звукового спектра, что и показано на графике.



Если описывать этот процесс более подробно, то при изменении сопротивления на переменных резисторах происходит шунтирование постоянных резисторов и конденсаторов согласно схеме. Конкретно на первом фото изображён график, для получения которого мы «подкрутили» реостат с сопротивлением 20кОм в левую сторону.



А уже здесь мы выкручиваем резистор на 50кОм в правую сторону и получаем другой результат на графике.

## Заключение

Я задал себе вопрос: доволен ли я результатами своей работы? Нравится ли мне моё изделие и стану ли я его использовать? После непродолжительного использования я остался доволен: тембрблок работает бесперебойно и без наводок. При этом устройством легко пользоваться, а корпус выглядит красиво.

Цель моего проекта достигнута, задачи в ходе работы выполнены полностью.

Изучив некоторое количество интернет-источников и лучше разобравшись в теме, я понял, что звук - физическое явление, представляющее собой распространение упругих волн различной частоты в среде. Так же я выяснил, что человечество многие сотни лет исследовало звук, в надеждах определить, например, скорость его распространения, или открывая новые понятия о нём, такие как частота или амплитуда. Ещё я разобрался в строении тембрблока.

При выполнении же практической части я раздобыл инструменты, материалы и радиодетали для устройства. В ходе сборки я использовал ранее подготовленную схему тембрблока. Так как до этого момента я особо не практиковался в пайке, то первую сборку было решено сделать на макетной плате. В итоге мы получили работоспособное устройство, отвечающее всем стандартам качества, а самое главное, выполняющее возложенные на него функции.

Проверку тембрблока я решил провести при помощи программы Visual Analyser 2022, в которой мы можем увидеть наглядно принцип работы тембрблока.

В конце можно сделать несколько выводов:

- 1) Звук – физическое явление, представляющее собой распространение упругих волн различной частоты в среде.
- 2) Звуковые волны, как и любой другой вид волн, обладают рядом волновых свойств, таких как :
  - частоту;
  - амплитуду;
  - фазу
- 3) Я узнал много нового о работе тембрблока.
- 4) Я получил бесценный опыт в пайке, который смогу применить в будущем.

В будущем я хотел бы пожертвовать своё устройство школе, потому что оно может очень сильно помочь в организации праздников и дискотек. Тембрблок можно использовать как аквалайзер при настройке звука.

### Использованная литература

- 1) Звук / <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B2%D1%83%D0%BA>
- 2) Основные понятия и физический смысл звука / <https://blog.fenix.help/zalipatel'naya-nauka/osnovnyye-ponyatiya-fizicheskiy-smysl-zvuka>
- 3) Немного об истории звука / <http://staff.spin-music.ru/n%D0%BEv%D0%BE%D1%81ti/n%D0%B5%D0%BCn%D0%BEg%D0%BE-%D0%BEb-i%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80ii-zvuk%D0%B0>
- 4) В мире звуков. Как добывается истина... / <https://www.nkj.ru/archive/articles/10236/>
- 5) О потенциометрах и устройстве темброблока / <http://jablog.ru/blog/workshop/2782.html>