

Разработка устройства для аускультации внутренних органов



**НГТУ
НЭТИ**

Новосибирский государственный
технический университет НЭТИ

nstu.ru

Желудева Татьяна Ивановна

Год обучения: 2022

Направление: 12.03.04

Биотехнические системы и технологии

*Профиль: Биотехнические и
робототехнические системы*

*Научный руководитель: к.б.н., доцент
Павлов Александр Валерьевич*

Цель и задачи работы

Цель работы:

- Разработка устройства для аускультации внутренних органов

Задачи:

1. Обзор существующих инструментов аускультации;
2. Проектирование конструкции стетофонендоскопа;
3. Разработка электронной схемы;
4. Изготовление опытного образца;
5. Проведение испытаний устройства.

Аускультация

- Аускультация – это метод исследования и диагностики, заключающийся в выслушивании звуков, образующихся в процессе работы органов. Аускультация бывает прямая и непрямая.



Механический стетофонендоскоп ADC ADSCOPE 602

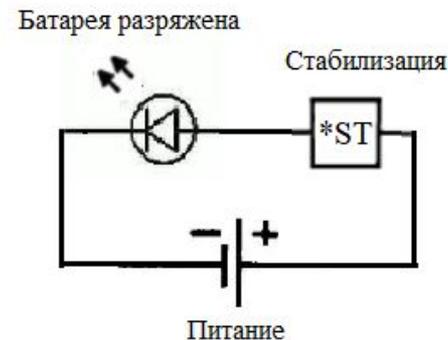


Электронный стетофонендоскоп
LITTMANN Electronic Sthetoscopes 3200

Актуальность

- Разрабатываемое устройство позволяет провести аускультацию, особенно важную для обследования легочных больных в период пандемии COVID-19;
- В связи с ограничением поставок зарубежного оборудования в РФ особенно актуальна разработка отечественных устройств.

Функциональная схема разработанного устройства



Расчеты фильтров

- Формула для определения номиналов при $R_1 = R_2 = R_3 = R = 10 \text{ кОм}$:

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f_c \cdot R}, \quad \text{где}$$

C – емкость конденсатора, Ф, определяется нормирующим множителем;

f_c – частота среза, Гц;

R – сопротивление резистора, Ом.

- Расчёт для фильтра 0...200 Гц

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot 200 \cdot 10^4} \approx 7,96 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$C_1 = 1,393 \cdot C = 1,393 \cdot 7,96 \cdot 10^{-8} \approx 110 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} \approx 110 \text{ нФ}$$

$$C_2 = 3,549 \cdot C = 3,549 \cdot 7,96 \cdot 10^{-8} \approx 282 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} \approx 282 \text{ нФ}$$

Ближайшее подходящие нормированное значение – 300 нФ.

$$C_3 = 0,202 \cdot C = 0,202 \cdot 7,96 \cdot 10^{-8} \approx 16 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} \approx 16 \text{ нФ}$$

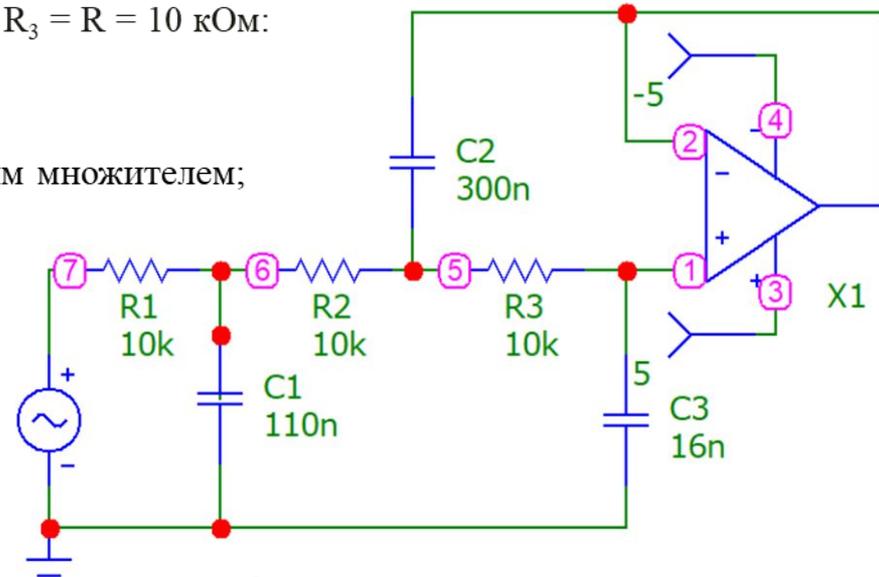


Схема фильтра нижних частот
0...200 Гц

Расчеты фильтров

- Формула для определения номиналов при $R_1 = R_2 = R_3 = R = 10 \text{ кОм}$:

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f_c \cdot R}, \quad \text{где}$$

C – емкость конденсатора, Ф, определяется нормирующим множителем;

f_c – частота среза, Гц;

R – сопротивление резистора, Ом.

- Расчёт для фильтра 0...1000 Гц

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot 1000 \cdot 10^4} \approx 1,59 \cdot 10^{-9} \text{ Ф}$$

$$C_1 = 1,393 \cdot C = 1,393 \cdot 1,59 \cdot 10^{-8} \approx 22 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} \approx 22 \text{ нФ}$$

$$C_2 = 3,549 \cdot C = 3,549 \cdot 1,59 \cdot 10^{-8} \approx 56 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} \approx 56 \text{ нФ}$$

$$C_3 = 0,202 \cdot C = 0,202 \cdot 1,59 \cdot 10^{-8} \approx 3,2 \cdot 10^{-9} \text{ Ф} \approx 3,2 \text{ нФ}$$

Ближайшее подходящие нормированное значение – 3,3 нФ.

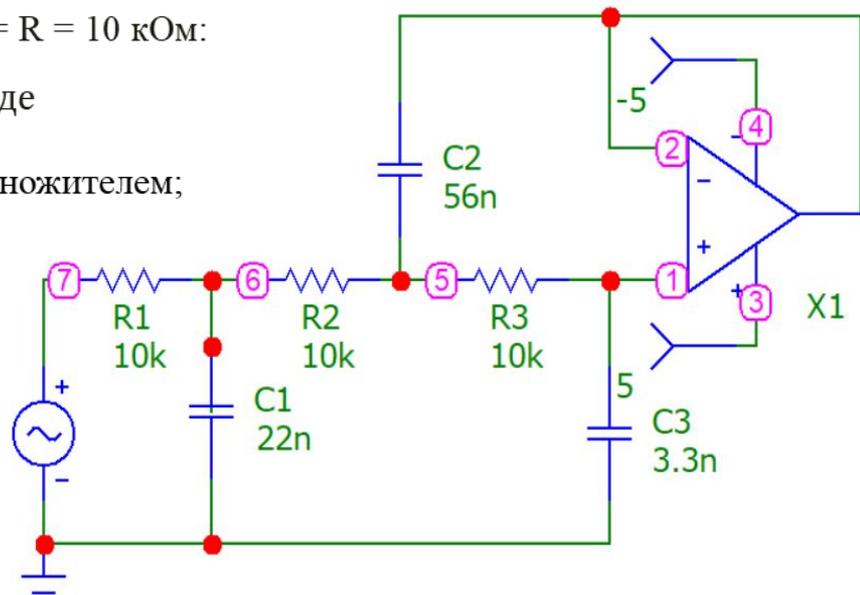


Схема фильтра нижних частот 0...1000 Гц

Расчеты фильтров

Определение номиналов полосового фильтра при $C_1 = C_2 = C = 100 \text{ нФ}$

$$Q = \frac{F}{F_0}; F_0 = \sqrt{f_l \cdot f_h}; F = f_h - f_l; R_1 = \frac{R_3}{2Q}$$

$$R_2 = \frac{R_2}{(2\pi F_0)^2 \cdot (R_1 \cdot R_3 \cdot C_1 \cdot C_2) - 1}, \text{ где}$$

Q – добротность фильтра;

F_0 – среднегеометрическая (резонансная частота), Гц;

F – частота полосы пропускания фильтра по уровню -3дБ, Гц;

f_h – верхняя граничная частота (в данном случае 500 Гц);

f_l – нижняя граничная частота (в данном случае 200 Гц);

K – коэффициент передачи фильтра в полосе пропускания (примем = 1).

Расчёт для фильтра 200...500 Гц:

$$F_0 = \sqrt{200 \cdot 500} = 316,228 \text{ Гц}$$

$$F = 500 - 200 = 300 \text{ Гц}$$

$$Q = \frac{300}{316,228} = 0,949$$

Зададим $R_3 = 10 \text{ кОм}$, тогда

$$R_1 = \frac{10000}{2 \cdot 0,949} \approx 5269 \text{ Ом}$$

Для дальнейших расчетов будет использоваться ближайшее нормированное значение – 5,1 кОм.

$$R_2 = \frac{5100}{(2 \cdot 3,14 \cdot 316,228)^2 \cdot (5100 \cdot 10000 \cdot 1 \cdot 10^{-7} \cdot 1 \cdot 10^{-7}) - 1} \approx 5042 \text{ Ом}$$

Ближайшее подходящие нормированное значение – 5,1 кОм.

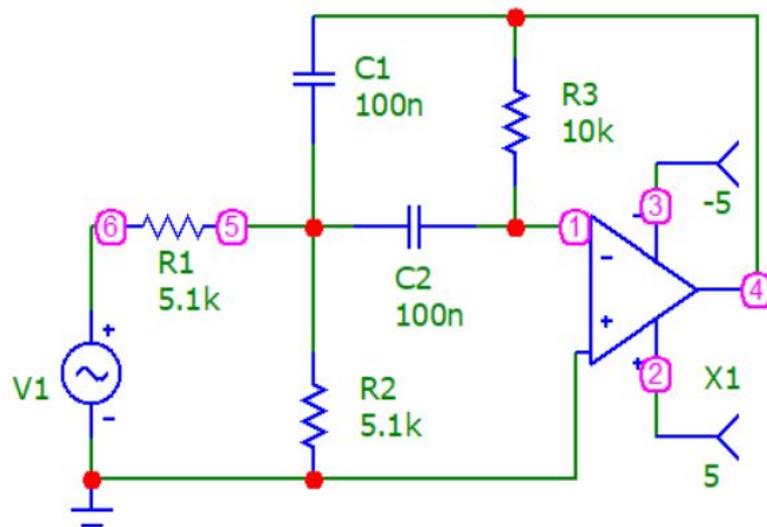
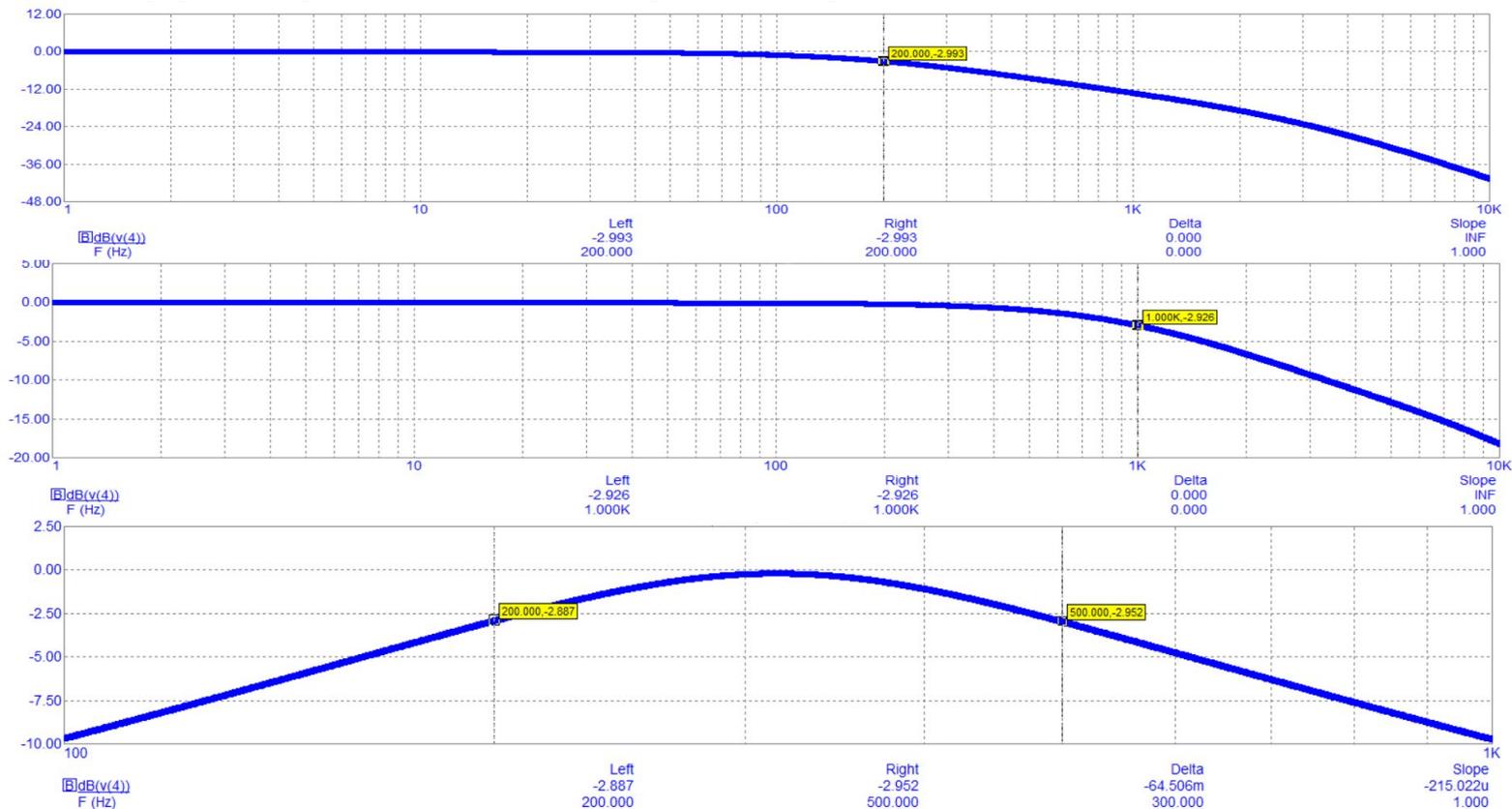


Схема полосового фильтра
200...500 Гц

АЧХ смоделированных фильтров



Расчеты других компонентов

Формула определения номиналов резисторов светодиодов:

$$R = \frac{V_{\text{пит}} - V_{\text{led}}}{I_{\text{led}}}, \text{ где}$$

$V_{\text{пит}}$ – напряжение источника питания;

V_{led} – падение напряжения на светодиоде;

I_{led} – рабочий ток светодиода.

Сопротивление резистора светодиода питания:

$$R_{38} = \frac{5 \text{ В} - 2,3 \text{ В}}{0,002 \text{ А}} = 1350 \text{ Ом}$$

Ближайшее стандартное значение резистора 1,5кОм.

Требуемая мощность рассеивания:

$$P = I^2 \cdot R = 0,002^2 \cdot 150 = 0,0006 \text{ Вт}$$

Ближайшее значение для мощности резистора 0,05 Вт.

Сопротивление резистора светодиода-индикатора разряда:

$$R_4 = \frac{5 \text{ В} - 2,1 \text{ В}}{0,002 \text{ А}} = 1450 \text{ Ом}$$

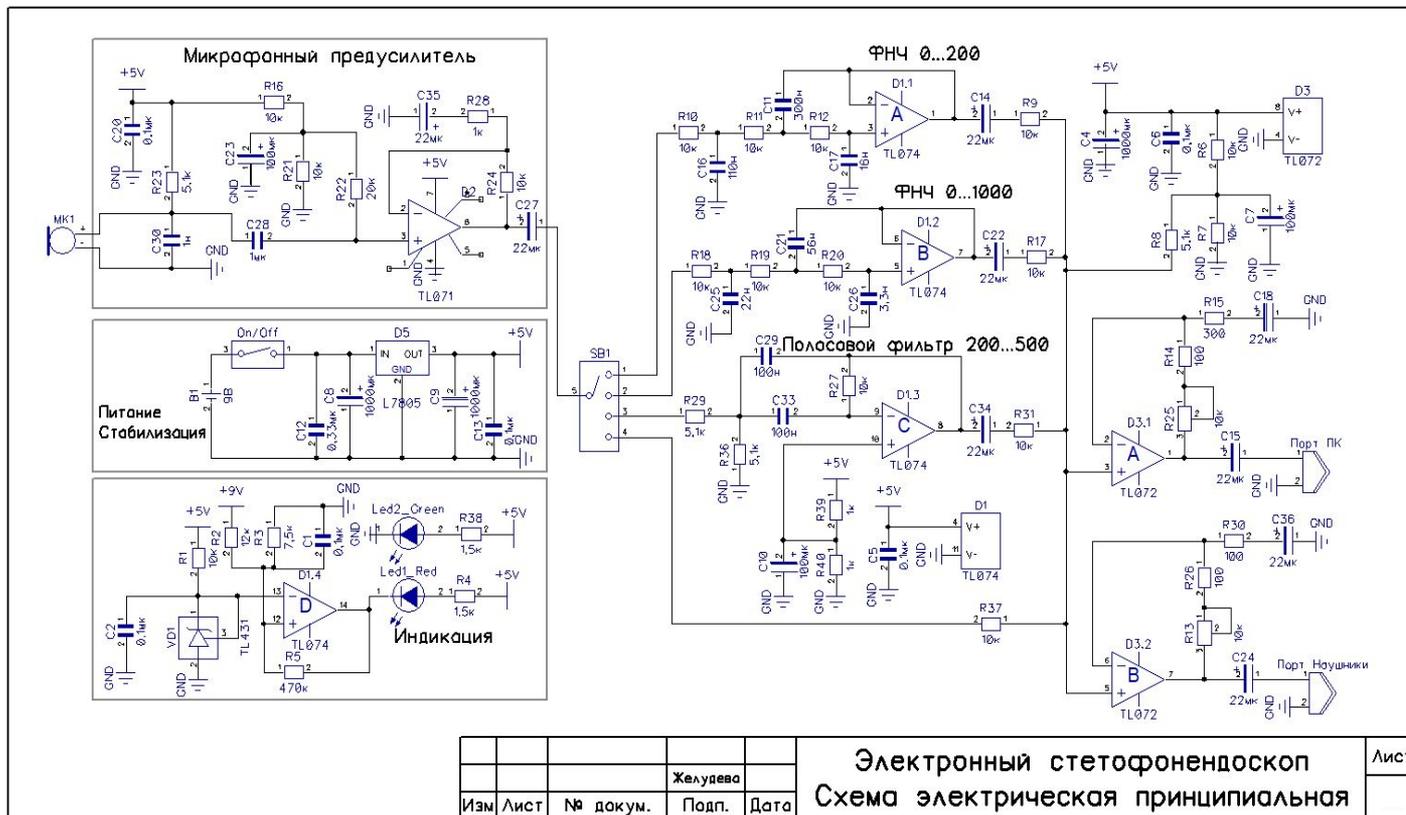
Ближайшее стандартное значение для $R_4 = 1.5\text{кОм}$.

Требуемая мощность рассеивания:

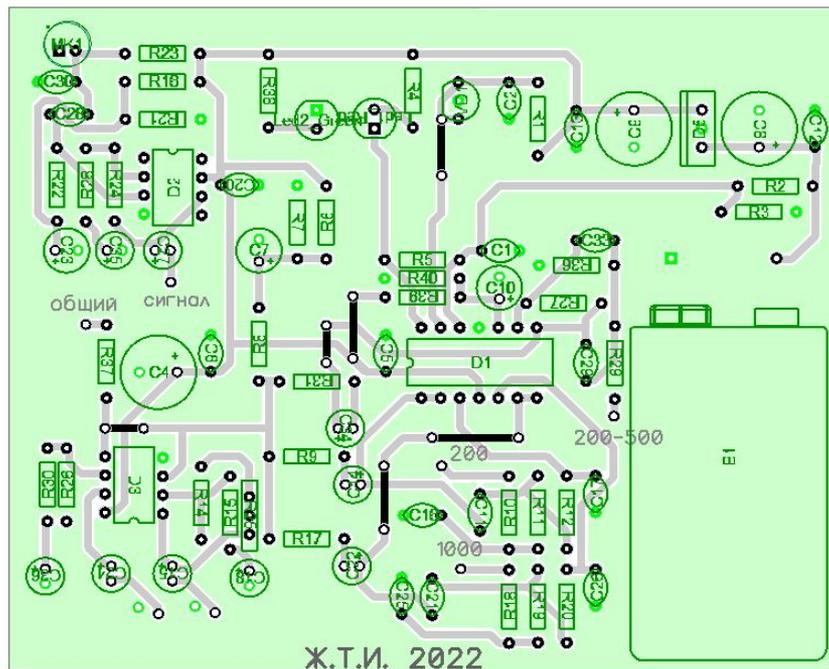
$$P = I^2 \cdot R = 0,002^2 \cdot 150 = 0,0006 \text{ Вт}$$

Ближайшее значение для мощности резистора 0,05 Вт.

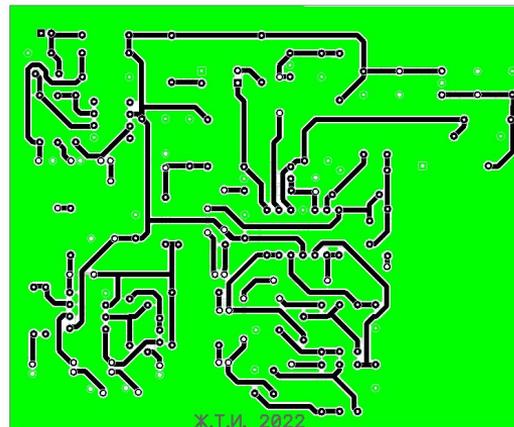
Принципиальная схема устройства



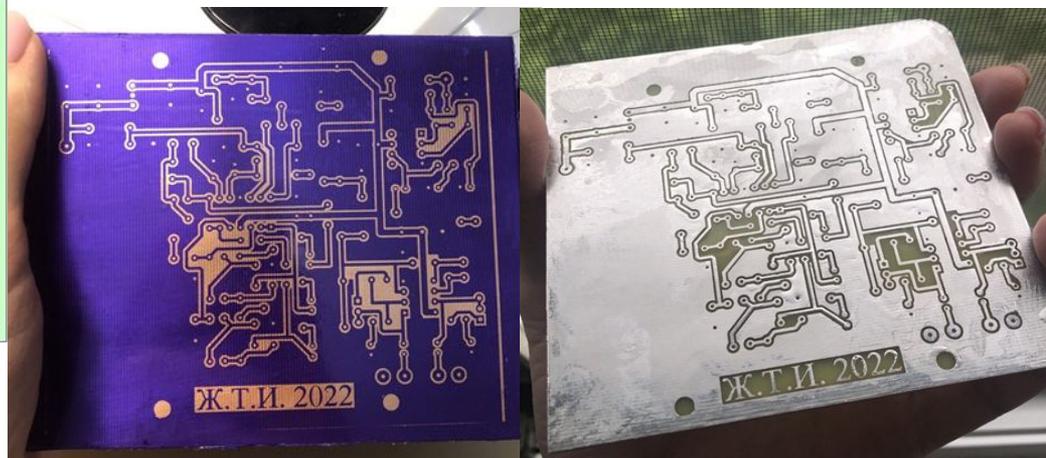
Печатная плата



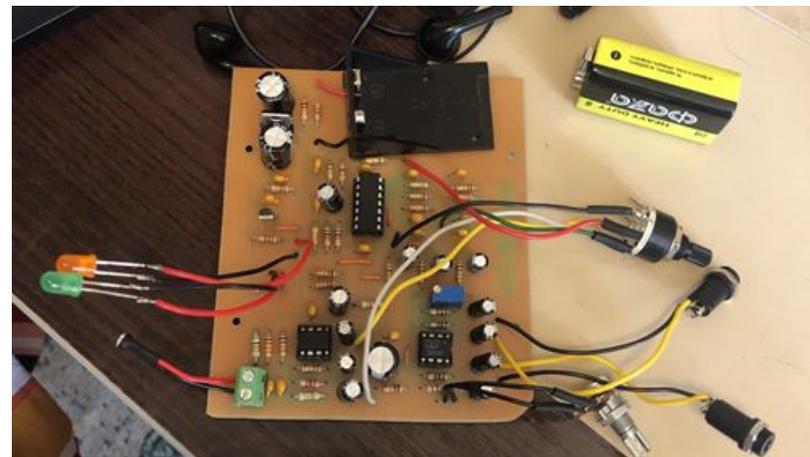
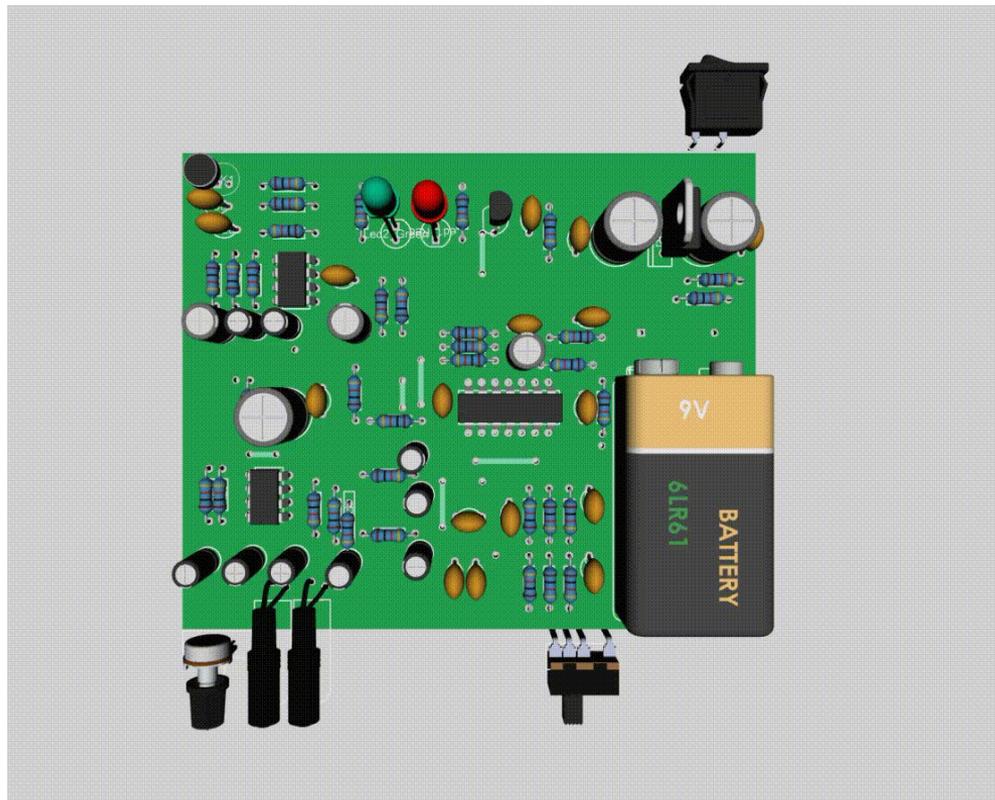
Верхний слой



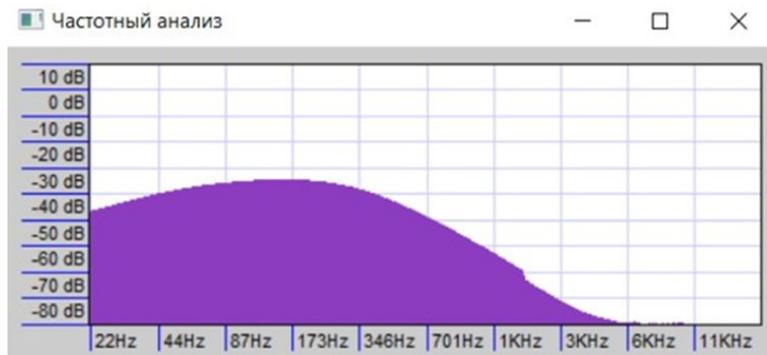
Нижний слой



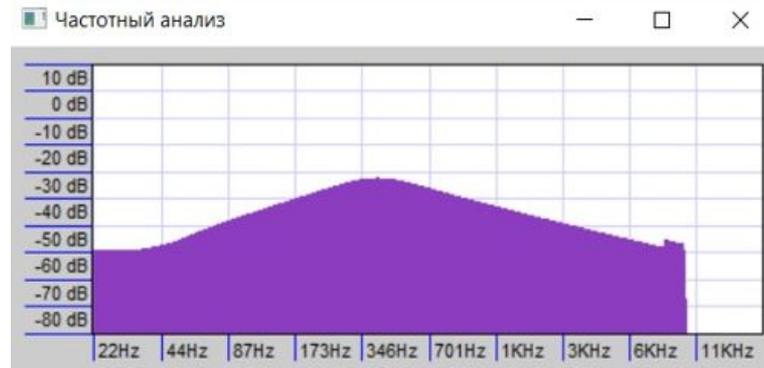
3D визуализация



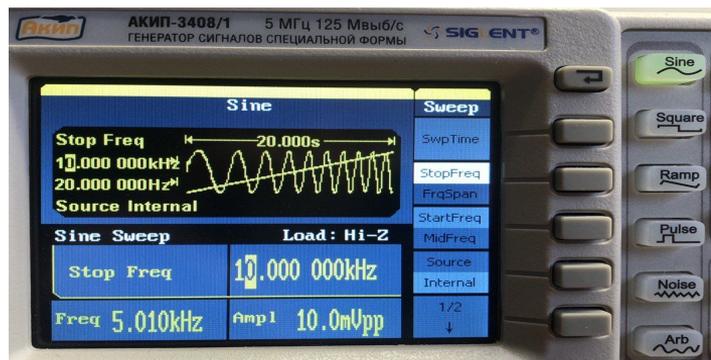
АЧХ собранных фильтров



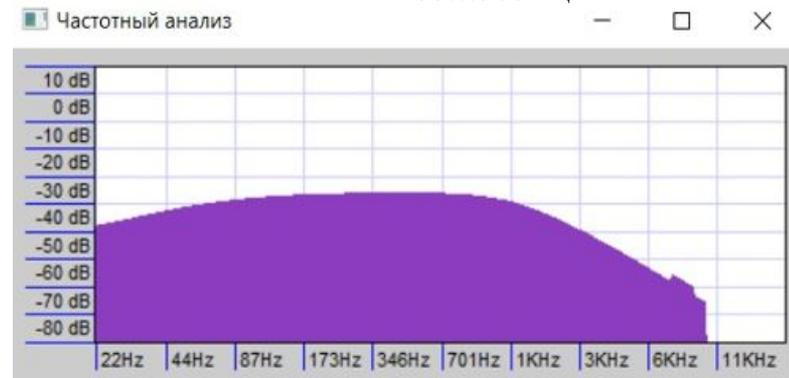
ФНЧ 0...200 Гц



ФНЧ 200...500 Гц



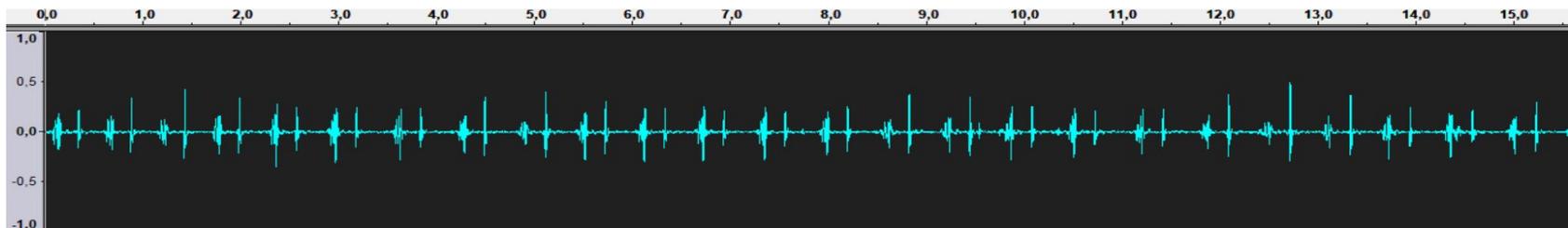
Параметры опорного сигнала



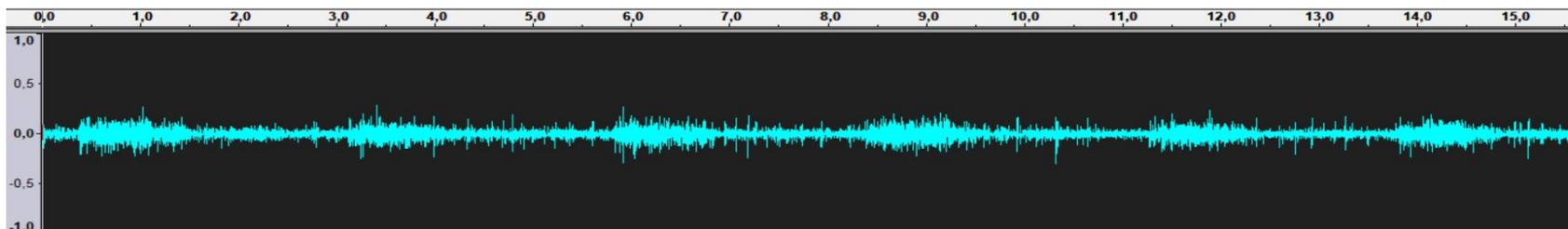
ФНЧ 0...1000 Гц

Результат работы устройства

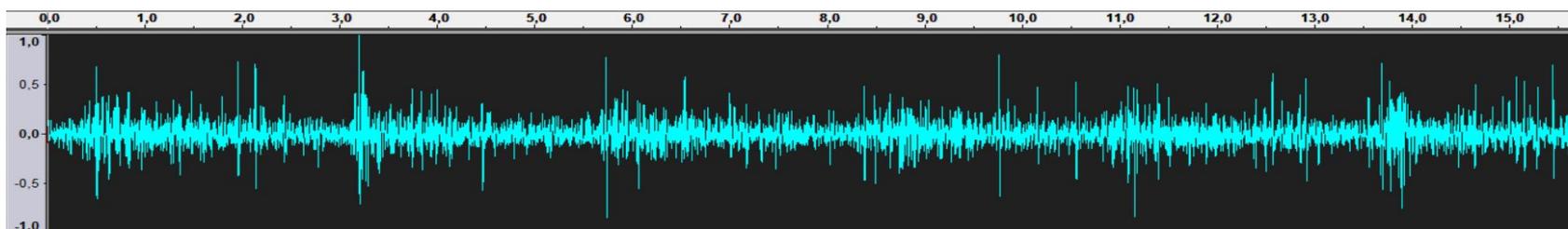
Сердце
0...200Гц



Дыхание
200...500Гц



Дыхание
0...1000Гц

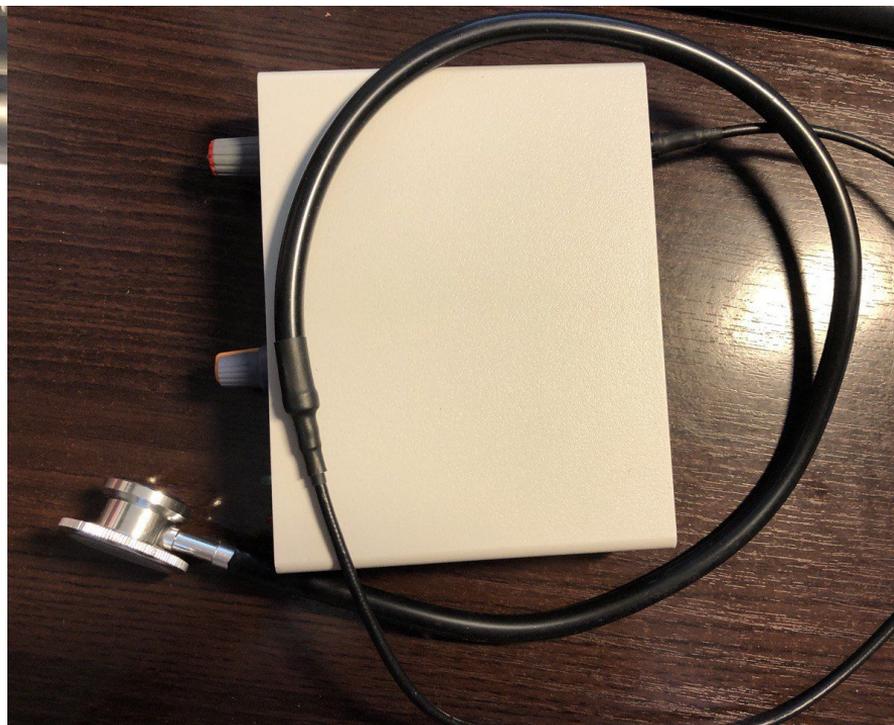


Выводы

В ходе проделанной работы выполнены следующие задачи:

1. Осуществлен обзор существующих инструментов аускультации;
2. Спроектирована конструкция прибора;
3. Разработана электронная схема;
4. Собран опытный образец;
5. Проведены испытания устройства.

Спасибо за внимание!



Разработка устройства для аускультации внутренних органов



**НГТУ
НЭТИ**

Новосибирский государственный
технический университет НЭТИ

nstu.ru

Желудева Татьяна Ивановна

Год обучения: 2022

Направление: 12.03.04

Биотехнические системы и технологии

*Профиль: Биотехнические и
робототехнические системы*

*Научный руководитель: к.б.н., доцент
Павлов Александр Валерьевич*

Расчет потребления тока

Основные потребители в составе прибора:

- 1) Операционные усилители (1,4 мА/корпус) – 3 корпуса;
- 2) Микрофон (0,5 мА);
- 3) Светодиод-индикатор питания (2мА);
- 4) Стабилизатор L7805 (4,3 мА), TL431 (1 мА).

Примерный потребляемый ток: $I = 0,4 \cdot 3 + 0,5 + 2\text{мА} + 4,3 + 1 \approx 9\text{мА}$

Цикл работы аккумулятора до допустимого разряда вычисляется по формуле:

$$t = C/I, \text{ где}$$

t – время работы аккумулятора

C – емкость аккумулятора в мАч;

I – ток нагрузки устройства в мА.

Источника из батареи с ёмкостью 300 мАч хватит на

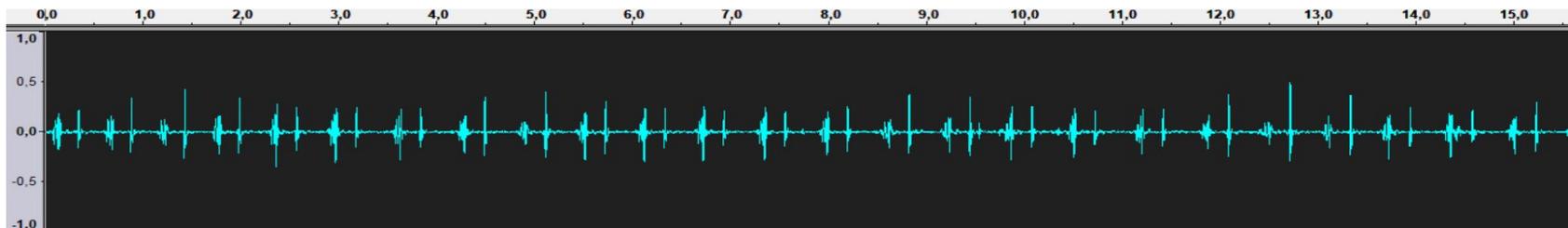
$$\frac{300}{9} = 33 \text{ часа}$$

непрерывной работы.

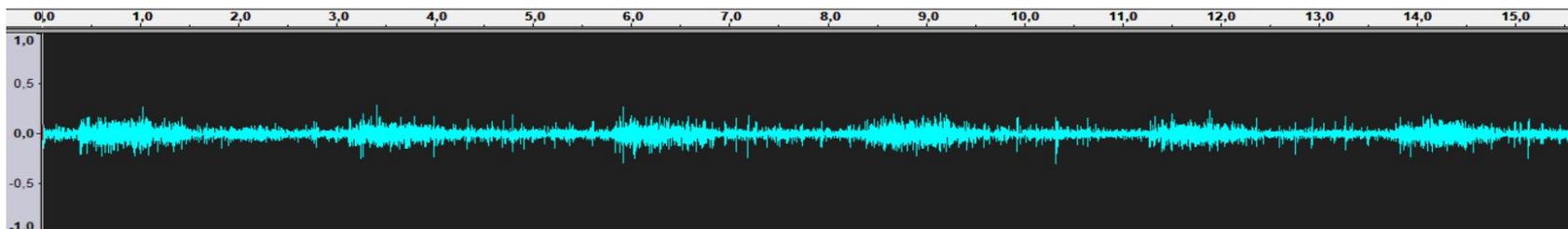
Результат работы устройства



Сердце
0...200Гц



Дыхание
200...500Гц



Дыхание
0...1000Гц

