

# ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего  
образования

Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики»

Московский институт электроники и математики им. А.Н. Тихонова  
Департамент компьютерной инженерии

Пояснительная записка по проекту  
«Малошумящий усилитель для наушников на ОУ»  
по дисциплине «Автоматизация проектных работ»

Выполнили:  
Кудрявцев Д. А.  
Приходько Д. С.  
Щупак А. А.  
Завьялова А. Д.  
Колчанова А. В.

Руководитель: Полесский С. Н.

Москва 2020

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|              |              |              |

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|         |                                                                                                               |    |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.      | ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ .....                                                                                     | 2  |
| 1.1     | Общие сведения .....                                                                                          | 2  |
| 1.1.1   | Наименование разработки опытного образца (далее прототип).....                                                | 2  |
| 1.1.2   | Наименование и реквизиты сторон.....                                                                          | 2  |
| 1.1.3   | Плановые сроки начала и окончания работы .....                                                                | 2  |
| 1.1.4   | Источники и порядок финансирования .....                                                                      | 2  |
| 1.1.5   | Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ .....                                           | 2  |
| 1.2     | Назначение и цели создания.....                                                                               | 2  |
| 1.3     | Технические характеристики разрабатываемого прототипа.....                                                    | 2  |
| 1.4     | Требования к прототипу .....                                                                                  | 2  |
| 1.4.1   | Требования к разработке прототипа.....                                                                        | 2  |
| 1.4.2   | Требования к видам обеспечения .....                                                                          | 4  |
| 1.4.2.1 | Требования к патентной чистоте .....                                                                          | 4  |
| 1.5     | Состав и содержание работ по созданию прототипа .....                                                         | 4  |
| 1.6     | Порядок контроля и приёмки прототипа .....                                                                    | 4  |
| 1.7     | Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу прототипа в действие..... | 5  |
| 1.7.1   | Организационные мероприятия.....                                                                              | 5  |
| 1.8     | Требования к документированию.....                                                                            | 5  |
| 1.9     | Источники разработки .....                                                                                    | 5  |
| 2.      | ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА .....                                                                                         | 6  |
| 3.      | СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ .....                                                                          | 7  |
| 4.      | ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ .....                                                                            | 8  |
| 5.      | 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ .....                                                                                        | 8  |
| 6.      | ТЕПЛОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ.....                                                                                   | 11 |
| 7.      | МЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ .....                                                                              | 12 |
| 8.      | РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ .....                                                                        | 15 |
| 9.      | РАСЧЁТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ .....                                                                      | 15 |
| 10.     | ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ .....                                                                                 | 17 |
| 10.1    | Результирующая суммарная интенсивность отказа всей схемы .....                                                | 18 |
| 10.2    | Среднее время наработки до первого отказа.....                                                                | 18 |
| 10.3    | Вероятность безотказной работы в течение часов работы .....                                                   | 18 |
| 11.     | ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ .....                                                                               | 18 |
| 11.1    | ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....                                                                                          | 18 |
| 11.2    | ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ .....                                                                                        | 19 |
| 11.3    | КЛАССИФИКАЦИЯ .....                                                                                           | 19 |
| 11.4    | ОБОЗНАЧЕНИЯ .....                                                                                             | 19 |
| 11.5    | ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ.....                                                     | 19 |
| 11.6    | ТЕХНИКА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С УСТРОЙСТВОМ.....                                                     | 19 |
| 12.     | ИНТЕРАКТИВНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО .....                                                       | 20 |
| 13.     | ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА.....                                                                                    | 23 |

|              |  |                                                                   |      |      |        |       |                                                                                           |                 |      |        |
|--------------|--|-------------------------------------------------------------------|------|------|--------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|--------|
| Взам. инв. № |  | 11.2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ..... 19                                    |      |      |        |       |                                                                                           |                 |      |        |
|              |  | 11.3 КЛАССИФИКАЦИЯ ..... 19                                       |      |      |        |       |                                                                                           |                 |      |        |
|              |  | 11.4 ОБОЗНАЧЕНИЯ ..... 19                                         |      |      |        |       |                                                                                           |                 |      |        |
|              |  | 11.5 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ..... 19 |      |      |        |       |                                                                                           |                 |      |        |
|              |  | 11.6 ТЕХНИКА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С УСТРОЙСТВОМ..... 19 |      |      |        |       |                                                                                           |                 |      |        |
| Подп. и дата |  | 12. ИНТЕРАКТИВНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ..... 20    |      |      |        |       |                                                                                           |                 |      |        |
|              |  | 13. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА..... 23                                 |      |      |        |       |                                                                                           |                 |      |        |
|              |  |                                                                   |      |      |        |       |                                                                                           | МИЭМ.468731.001 |      |        |
|              |  |                                                                   |      |      |        |       |                                                                                           |                 |      |        |
|              |  | Изм.                                                              | Кол. | Лист | № док. | Подп. | Дата                                                                                      |                 |      |        |
| Инв. № подл. |  | Разраб.                                                           |      |      |        |       | Пояснительная записка к техническому проекту<br>Малошумящий усилитель для наушников на ОУ | Стадия          | Лист | Листов |
|              |  | Пров.                                                             |      |      |        |       |                                                                                           | П               | 2    | 25     |
|              |  | Нач. отд.                                                         |      |      |        |       |                                                                                           | МИЭМ НИУ ВШЭ    |      |        |
|              |  | Н. контр.                                                         |      |      |        |       |                                                                                           |                 |      |        |
|              |  | Утв.                                                              |      |      |        |       |                                                                                           |                 |      |        |

## 1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Данный документ является техническим заданием на разработку комплексного электронного макета электронного средства «Малошумящий усилитель для наушников на ОУ».

### 1.1 Общие сведения

#### 1.1.1 Наименование разработки опытного образца (далее прототип)

Полное наименование: Малошумящий усилитель для наушников на ОУ

Краткое наименование: Усилитель для наушников

#### 1.1.2 Наименование и реквизиты сторон

Заказчик: Полесский Сергей Николаевич

Исполнители:

- Кудрявцев Дмитрий Андреевич
- Приходько Денис Сергеевич
- Щупак Александр Антонович
- Завьялова Анна Дмитриевна
- Колчанова Алина Викторовна

#### 1.1.3 Плановые сроки начала и окончания работы

В соответствии с календарным планом.

#### 1.1.4 Источники и порядок финансирования

Финансирование отсутствует.

#### 1.1.5 Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ

Работы по созданию Усилителя для наушников сдаются Исполнителем поэтапно в соответствии с Календарным планом. Исполнитель сдает Заказчику техническую документацию по окончании каждого из этапов работ, определенных в Календарном плане.

### 1.2 Назначение и цели создания

Малошумный усилитель является портативным устройством, позволяющим усилить звук на внешних проигрывающих устройствах.

### 1.3 Технические характеристики разрабатываемого прототипа

Технические характеристики сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Основные технические характеристики

| п/п | Параметр               | Номинал                |
|-----|------------------------|------------------------|
| 1.  | Мощность               | 500 мВт                |
| 2.  | Напряжение питания     | 12 В                   |
| 3.  | Сопротивление нагрузки | 32-300 Ом              |
| 4.  | Диапазон температур    | от -20 ° до +75 °      |
| 5.  | Вес                    | 350 г                  |
| 6.  | Габариты               | 73,3 x 70,8 x 47,85 мм |

### 1.4 Требования к прототипу

#### 1.4.1 Требования к разработке прототипа

|              |                                                |          |       |      |  |                 |
|--------------|------------------------------------------------|----------|-------|------|--|-----------------|
| Взам. инв. № | Таблица 1. Основные технические характеристики |          |       |      |  | Лист            |
|              |                                                |          |       |      |  |                 |
| Подп. и дата |                                                |          |       |      |  | 2               |
|              |                                                |          |       |      |  |                 |
| Инв. № подл. |                                                |          |       |      |  | МИЭМ.468731.001 |
|              |                                                |          |       |      |  |                 |
| Изм.         | Лист                                           | № докум. | Подп. | Дата |  |                 |

| п/п | Параметр                | Номинал                |
|-----|-------------------------|------------------------|
| 1.  | Мощность                | 500 мВт                |
| 2.  | Напряжение питания      | 12 В                   |
| 3.  | Соппротивление нагрузки | 32-300 Ом              |
| 4.  | Диапазон температур     | от -20 ° до +75 °      |
| 5.  | Вес                     | 350 г                  |
| 6.  | Габариты                | 73,3 x 70,8 x 47,85 мм |

1.4 Требования к прототипу

1.4.1 Требования к разработке прототипа

- 1.4.1.1 Требования к структуре и функционированию прототипа
- Разъемы MDN-3FR DIN 3 должны быть доступны через специальные отверстия в боковой грани устройства.
- При подключенном питании и периферийных устройствах в аудио разъемы, прототип должен воспроизвести полученный сигнал в более мощной форме и передать на устройство вывода.
- Соответствие разрабатываемого устройства схеме из Приложения

#### 1.4.1.2 Требования к условиям работы разрабатываемого прототипа

##### 1) Требования к климатическим условиям эксплуатации разрабатываемого прототипа.

- Персональный подавитель частот должен соответствовать климатическому исполнению «УХЛ» категории размещения 3 по ГОСТ 15150-69.

##### 2) Требования к механическим воздействиям на разрабатываемый прототип.

- Персональный подавитель частот должен выдерживать транспортную тряску с ускорением до 15 м/с<sup>2</sup> при частоте ударов от 10 до 60 в минуту.
- Малошумящий Усилитель должен быть устойчив к воздействию на него потока воздуха со скоростью до 7 м/с.

##### 3) Требования к режимам работы разрабатываемого прототипа.

- ППЧ должен поддерживать два режима работы:
  - «Пассивный» режим – в данном режиме устройство находится до подачи входного сигнала.
  - «Активный» режим – в данный режим устройство переходит при наличии входного звукового сигнала и сохраняется до выключения питания.

#### 1.4.1.3 Показатели назначения прототипа

- Разрабатываемый прототип должен обеспечивать следующие показатели, которые характеризуют степень соответствия его назначению:
- Аудио разъемы и разъем питания должны исправно работать и правильно располагаться, согласно схеме прототипа для исправной работоспособности.
- Скорость перехода в режим «Активный» после подключения входного сигнала – 1 сек.

#### 1.4.1.4 Требования к надежности прототипа

- Прототип должен быть технически обслуживаемым, восстанавливаемым и ремонтно- пригодным.
- Средняя наработка на отказ не должна быть меньше 3 лет.

При работе возможны следующие аварийные ситуации, которые влияют на надежность работы прототипа:

- Неисправность источника напряжения;
- Намокание устройства.

К надежности элементной базы предъявляются следующие требования:

|              |              |              |      |      |          |       |      |                 |   |
|--------------|--------------|--------------|------|------|----------|-------|------|-----------------|---|
| Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. |      |      |          |       |      | Лист            |   |
|              |              |              |      |      |          |       |      |                 |   |
|              |              |              | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | МИЭМ.468731.001 | 3 |



1.7 Требования к составу и содержанию работ по подготовке объекта автоматизации к вводу прототипа в действие

1.7.1 Организационные мероприятия

Силами Заказчика в срок до начала выполнения работ должны быть выделены ответственных специалисты для взаимодействия с проектной командой

1.8 Требования к документированию

Проектная документация оформляется в соответствии с ГОСТ 2.001-2013 «Единая система конструкторской документации». Данный ГОСТ содержит ссылки на правила оформления конструкторской документации, унифицированные системы документации.

Построение, изложение и оформление технических условий осуществляются в соответствии с правилами, установленными ГОСТ 2.114–70.

Перечень поставляемых документов:

- техническое задание на изготовление устройства;
- пояснительная записка по проекту;
- схема электрическая принципиальная;
- перечень элементов;
- ведомость покупных изделий;
- программа и методика испытаний;
- руководство по эксплуатации.

Вся документация должна быть подготовлена и передана как в печатном, так и в электронном виде (в формате Microsoft Word).

1.9 Источники разработки

Настоящее Техническое Задание разработано на основе следующих документов и информационных материалов:

- ГОСТ 24.701-86 «Надежность автоматизированных систем управления».

|              |              |              |      |      |          |       |      |                 |      |
|--------------|--------------|--------------|------|------|----------|-------|------|-----------------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |      |      |          |       |      |                 |      |
|              |              |              |      |      |          |       |      |                 |      |
|              |              |              | Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | МИЭМ.468731.001 | Лист |
|              |              |              |      |      |          |       |      |                 | 5    |

## 2. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА

Выбранные элементы представлены в таблице 2.

Таблица 2. Элементная база

| п/п | Обозначение | Элемент                                         |
|-----|-------------|-------------------------------------------------|
| 1.  | R1          | Резистор CF-100 (C1-4) 47 кОм                   |
| 2.  | R2          | Резистор CF-100 (C1-4) 47 кОм                   |
| 3.  | R3          | Резистор CF-100 (C1-4) 10 Ом                    |
| 4.  | R4          | Резистор CF-100 (C1-4) 10 Ом                    |
| 5.  | R5          | Резистор CF-100 (C1-4) 200 кОм                  |
| 6.  | R6          | Резистор CF-100 (C1-4) 10 Ом                    |
| 7.  | R7          | Резистор CF-100 (C1-4) 10 Ом                    |
| 8.  | R8          | Резистор CF-100 (C1-4) 200 кОм                  |
| 9.  | R9          | Резистор CF-100 (C1-4) 10 Ом                    |
| 10. | R10         | Резистор CF-100 (C1-4) 10 Ом                    |
| 11. | C1          | Электролитический конденсатор ECAP SMD 1000 мкФ |
| 12. | C2          | Электролитический конденсатор ECAP SMD 0.47 мкФ |
| 13. | C3          | Электролитический конденсатор ECAP SMD 10 мкФ   |
| 14. | C4          | Электролитический конденсатор ECAP SMD 100 мкФ  |
| 15. | C5          | Электролитический конденсатор ECAP SMD 1000 мкФ |
| 16. | C6          | Электролитический конденсатор ECAP SMD 0.47 мкФ |
| 17. | C7          | Электролитический конденсатор ECAP SMD 10 мкФ   |
| 18. | C8          | Электролитический конденсатор ECAP SMD 100 мкФ  |
| 19. | C9          | Конденсатор ECAP (K50-35) 0.47мкФ               |
| 20. | C10         | Конденсатор ECAP (K50-35) 0.47мкФ               |
| 21. | C11         | Конденсатор ECAP (K50-35) 0.47мкФ               |
| 22. | C12         | Конденсатор ECAP (K50-35) 0.47мкФ               |
| 23. | C13         | Электролитический конденсатор ECAP SMD 1000 мкФ |
| 24. | C14         | Электролитический конденсатор ECAP SMD 1000 мкФ |
| 25. | RV1         | Резистор переменный 50 кОм 16T1-B50K, L15KC     |
| 26. | RV2         | Резистор переменный 50 кОм 16T1-B50K, L15KC     |
| 27. | Q1          | Биполярный транзистор BC547 KT3102AM NPN        |
| 28. | Q2          | Биполярный транзистор BC547 KT3102AM NPN        |
| 29. | Q3          | Биполярный транзистор BC557 BC557ATA PNP        |
| 30. | Q4          | Биполярный транзистор BC557 BC557ATA PNP        |
| 31. | U1          | Линейный регулятор LM78L12ACZ/NOPB              |
| 32. | U2          | Линейный регулятор LM79L12ACM/NOPB              |
| 33. | U3          | Операционный усилитель ОРА2134РА                |
| 34. | J2          | Сокет SIL-100-02                                |

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |      |          |       |      |                 |      |
|------|------|----------|-------|------|-----------------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | МИЭМ.468731.001 | Лист |
|      |      |          |       |      |                 | 6    |

### 3. СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Схемотехническое моделирование выполнено в среде Proteus 8. В схему входят следующие элементы:

- резисторы;
- переменные резисторы;
- конденсаторы;
- электролитические конденсатор;
- биполярные транзисторы;
- линейные регуляторы;
- операционный усилитель;

Элементы, использованные при данном моделировании, идеальные.

Электрическая схема представлена на рисунке 1.

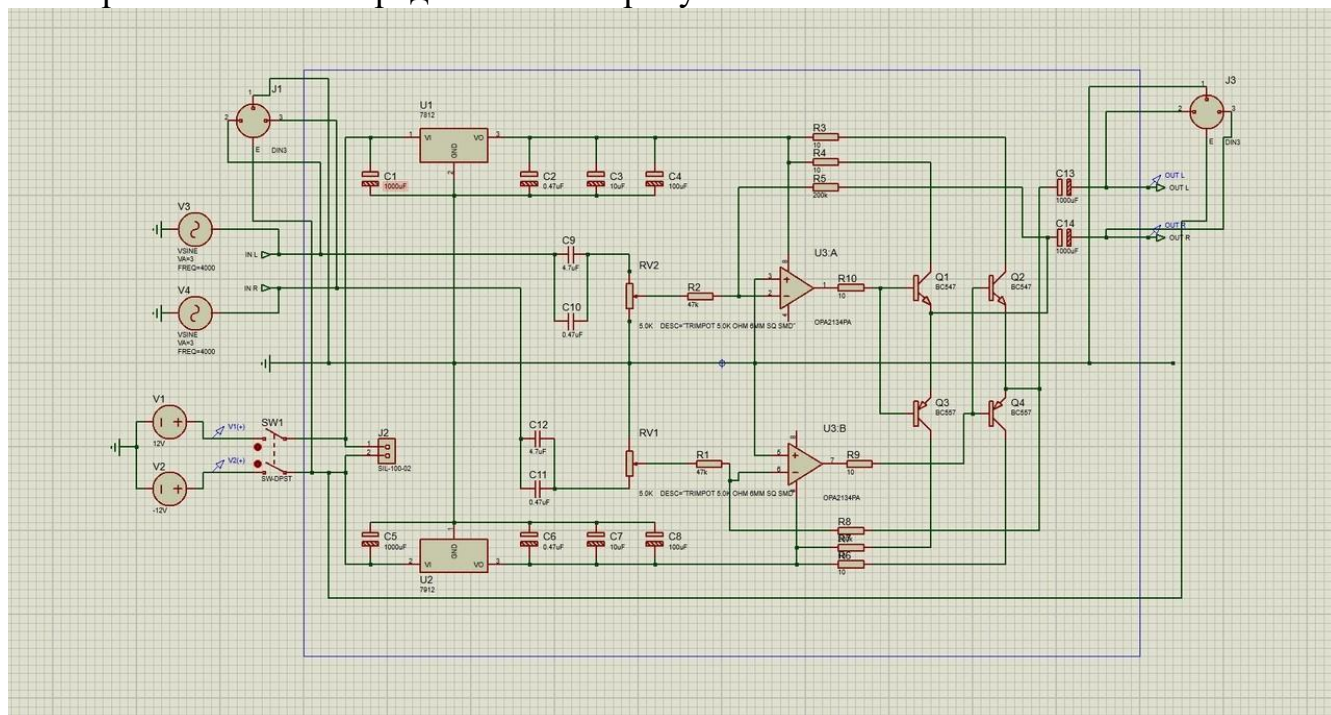


Рисунок 1. Электрическая схема

|               |              |              |                 |      |  |  |  |      |  |
|---------------|--------------|--------------|-----------------|------|--|--|--|------|--|
| Инов. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | МИЭМ.468731.001 |      |  |  |  | Лист |  |
|               |              |              |                 |      |  |  |  | 7    |  |
| Изм.          | Лист         | № докум.     | Подп.           | Дата |  |  |  |      |  |



#### 4. ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Топологическое моделирование выполнено в среде Proteus. На данном этапе осуществлялась компоновка, трассировка и размещение элементов на печатной плате. Результат топологического моделирования представлен на рисунке 2. Имеется 4 отверстия для крепления платы к корпусу

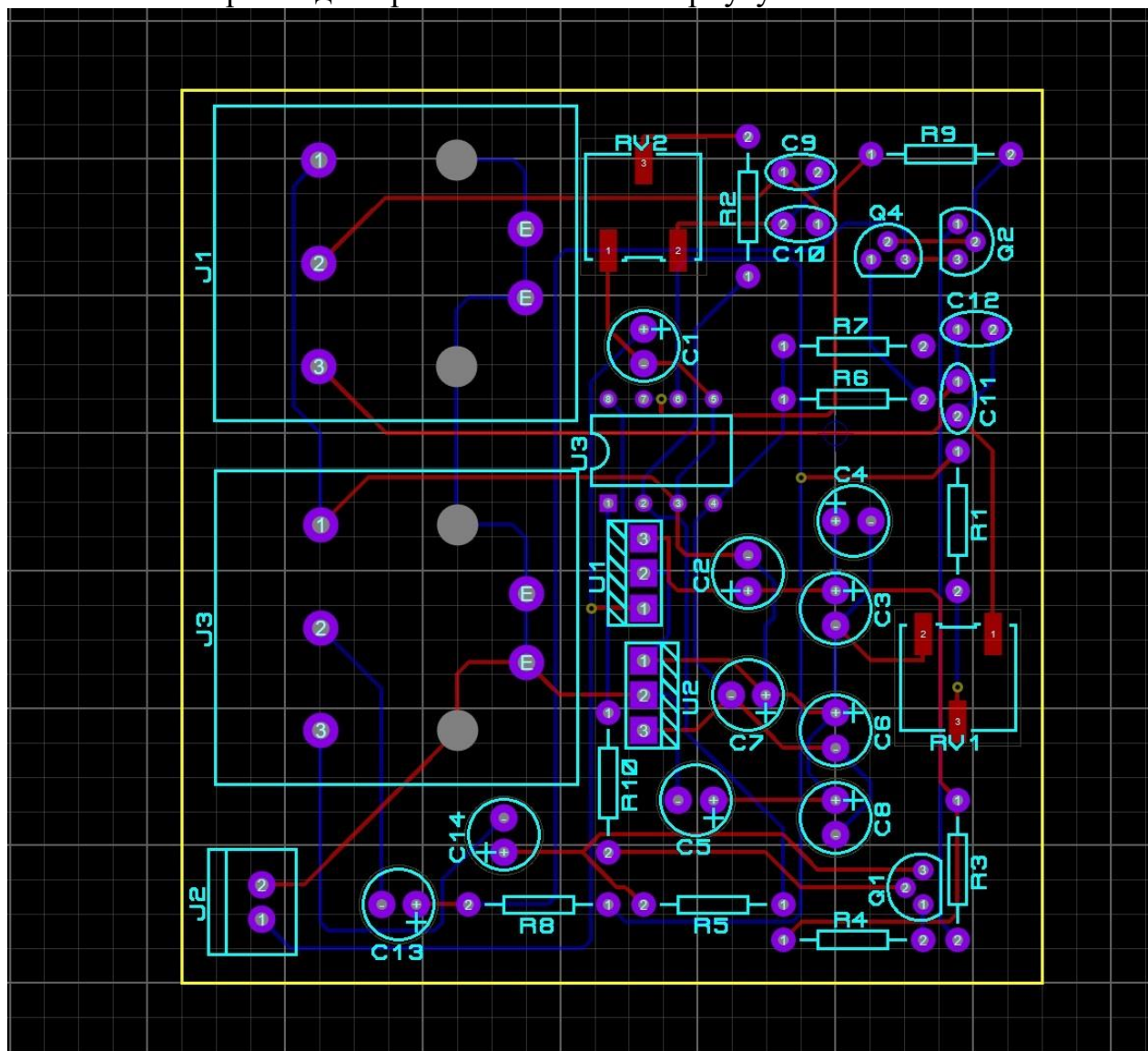


Рисунок 2. Топология электрической схемы

#### 5. 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ

3D моделирование выполнено в среде SolidWorks 13. Для моделирования корпуса были использованы размеры печатной платы (62,5x65,9 мм). Толщина стенок деталей корпуса 4,15 мм, размеры корпуса 73,3x70,8x47,85 мм. На передней стороне корпуса имеются отверстия для ввода и вывода аудио сигнала. В верхней части корпуса (крышке) предусмотрено отверстие для подключения питания. Плата крепится к нижней детали корпуса на специальные выступы, крышка крепится к нижней части корпуса с помощью клея. Результаты 3D моделирования представлены на рисунках 3-6.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |              |       |      |                 |      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-------|------|-----------------|------|
| Рисунок 2. Топология электрической схемы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |              |              |       |      |                 |      |
| 5. 3D МОДЕЛИРОВАНИЕ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |              |              |       |      |                 |      |
| 3D моделирование выполнено в среде SolidWorks 13. Для моделирования корпуса были использованы размеры печатной платы (62,5х65,9 мм). Толщина стенок деталей корпуса 4,15 мм, размеры корпуса 73,3х70,8х47,85 мм. На передней стороне корпуса имеются отверстия для ввода и вывода аудио сигнала. В верхней части корпуса (крышке) предусмотрено отверстие для подключения питания. Плата крепится к нижней детали корпуса на специальные выступы, крышка крепится к нижней части корпуса с помощью клея. Результаты 3D моделирования представлены на рисунках 3-6. |              |              |       |      |                 |      |
| Изм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Лист         | № докум.     | Подп. | Дата | МИЭМ.468731.001 | Лист |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |              |              |       |      |                 | 8    |
| Инов. № подл.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Подп. и дата | Взам. инв. № |       |      |                 |      |

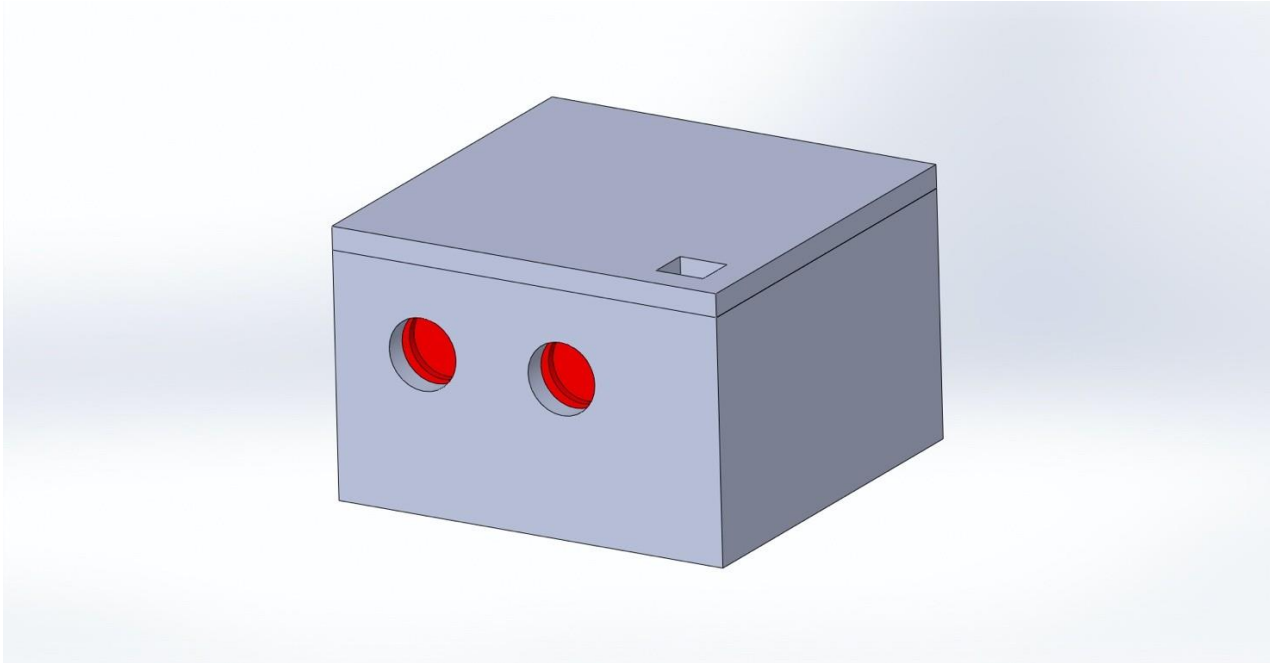


Рисунок 3. Целый корпус

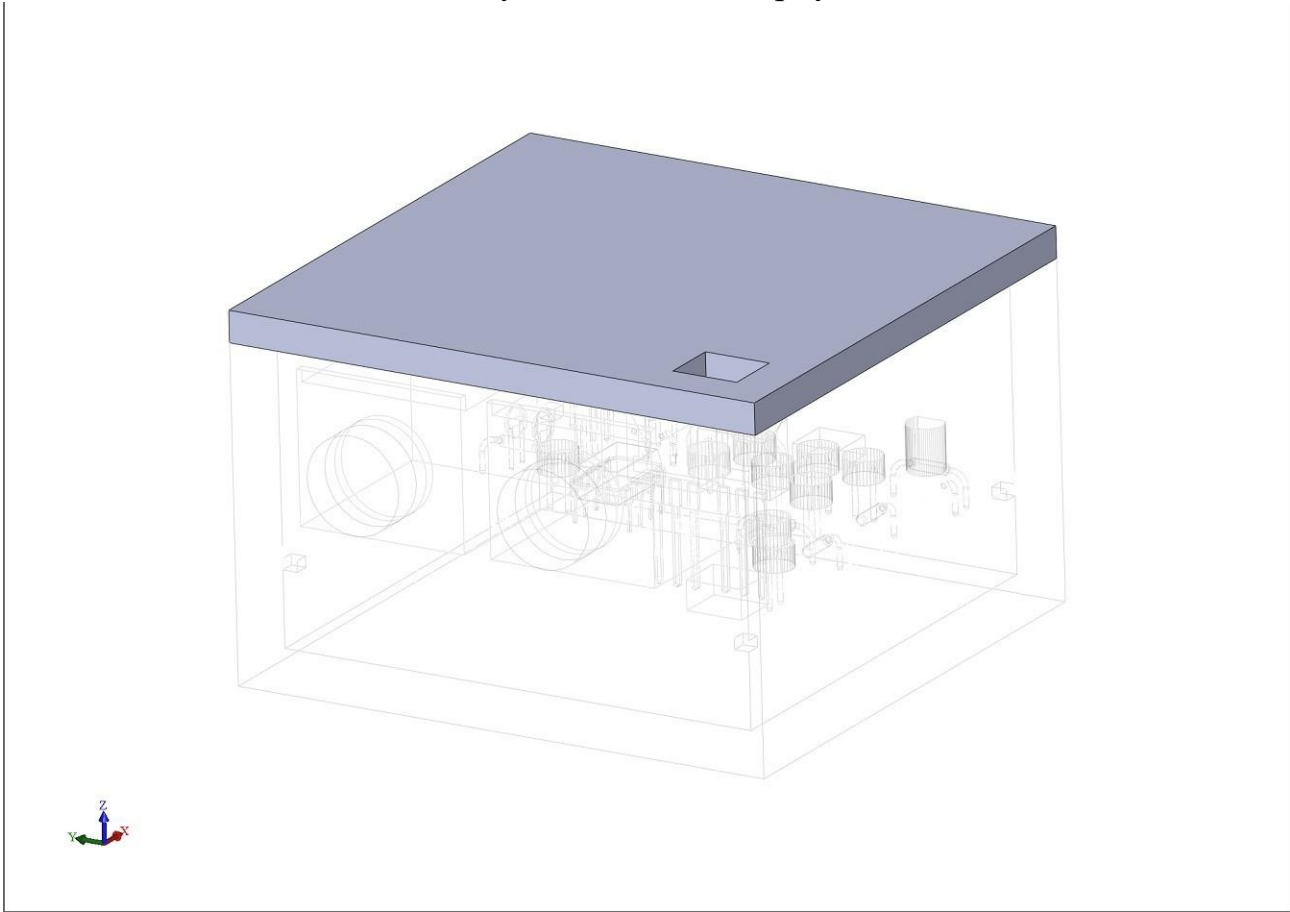


Рисунок 4. Крышка корпуса

|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|              |              |              |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

МИЭМ.468731.001

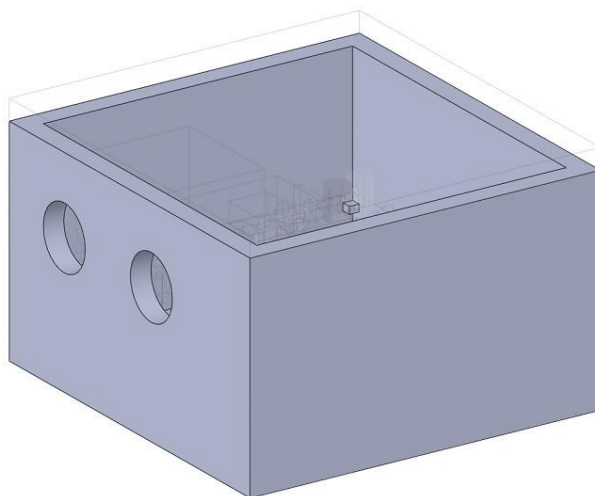


Рисунок 5. Корпус без крышки и платы

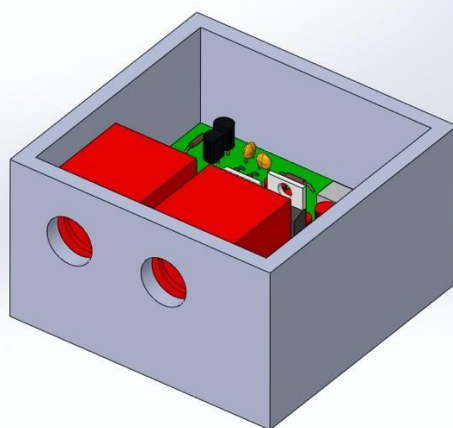


Рисунок 6. Плата в корпусе

|                 |              |          |              |      |
|-----------------|--------------|----------|--------------|------|
| Инв. № подл.    | Подп. и дата |          | Взам. инв. № |      |
|                 |              |          |              |      |
| Изм.            | Лист         | № докум. | Подп.        | Дата |
|                 |              |          |              |      |
| МИЭМ.468731.001 |              |          |              | Лист |
|                 |              |          |              | 10   |

## 6. ТЕПЛОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Тепловое моделирование выполнено в среде SolidWorks. В результате моделирования выяснено, что максимальная температура равна 63 °С.

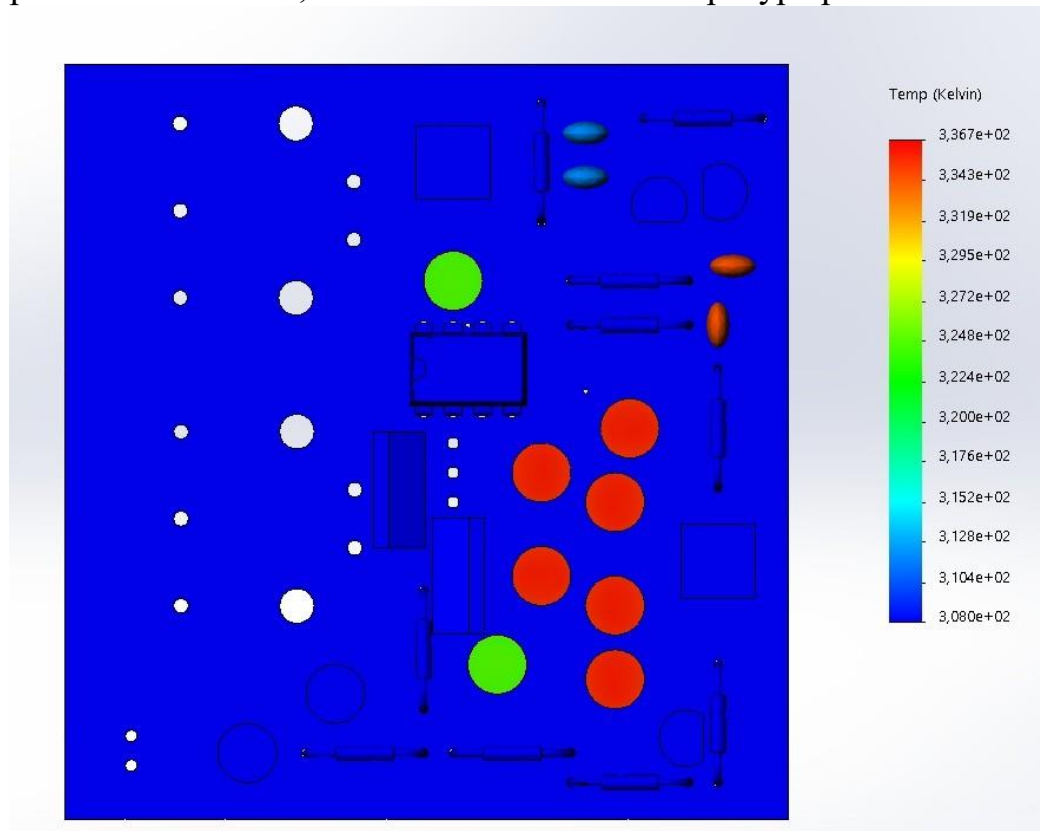


Рисунок 7. Выделение тепла сверху

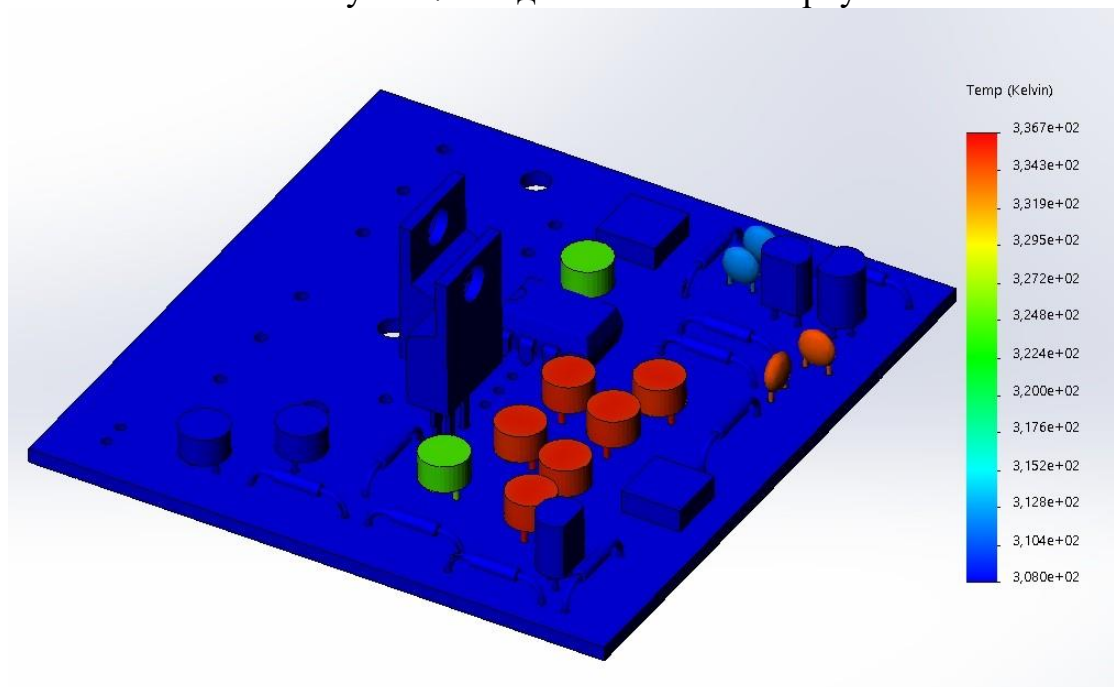


Рисунок 8. Выделение тепла в объёме

|              |              |              |                 |      |         |  |  |
|--------------|--------------|--------------|-----------------|------|---------|--|--|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |                 |      |         |  |  |
|              |              |              |                 |      |         |  |  |
|              |              |              | МИЭМ.468731.001 |      |         |  |  |
| Изм.         | Лист         | № докум.     | Подп.           | Дата |         |  |  |
|              |              |              |                 |      | Лист 11 |  |  |



## 7. МЕХАНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Механическое моделирование выполнено в среде fusion 360. На данном этапе были исследованы возможности и характеристики корпуса под действием внешних факторов. В результате моделирования были найдены наиболее уязвимые участки корпуса. На рисунках 10-12 показаны результаты механического моделирования при нажатии на корпус при стандартном использовании.

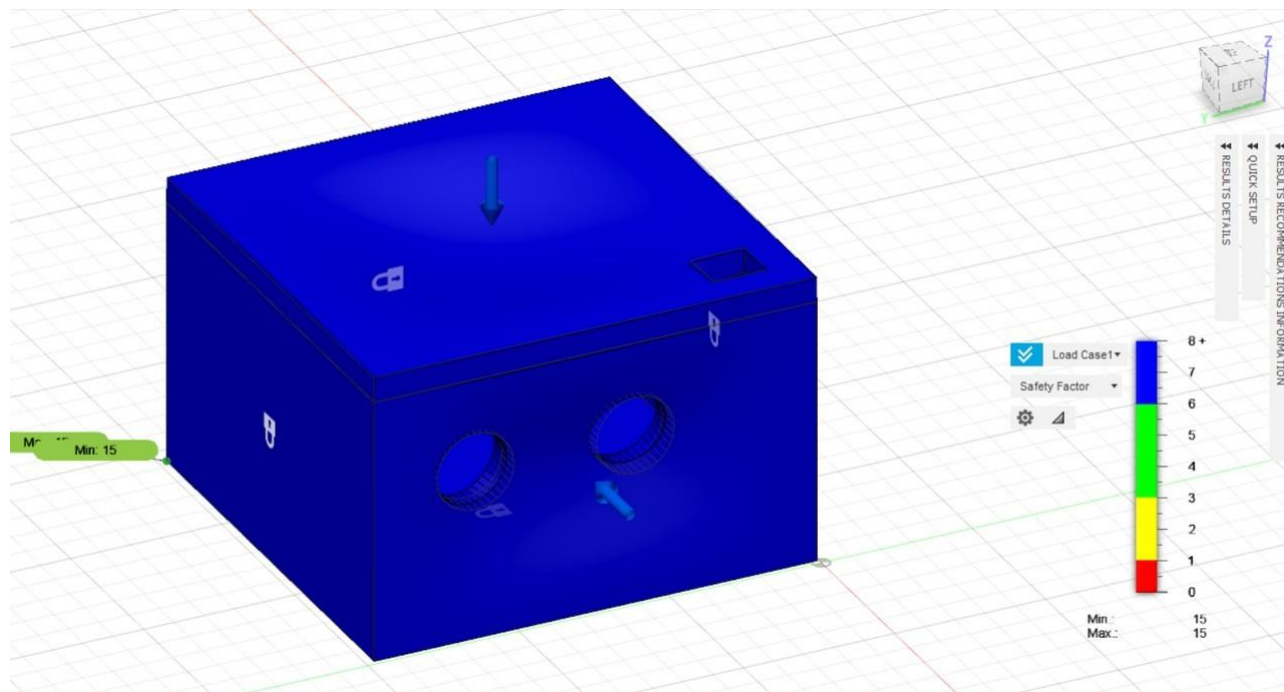


Рисунок 9. Коэффициент надёжности

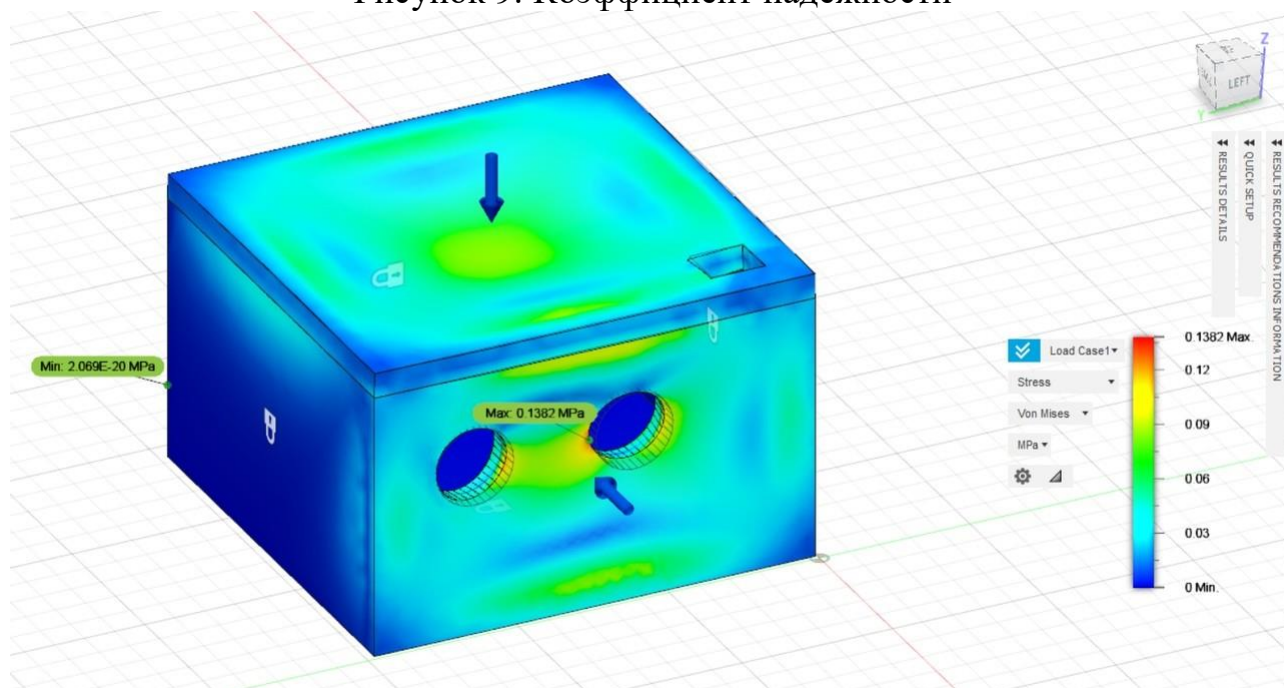


Рисунок 10. Напряжение

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |

МИЭМ.468731.001

Лист

12

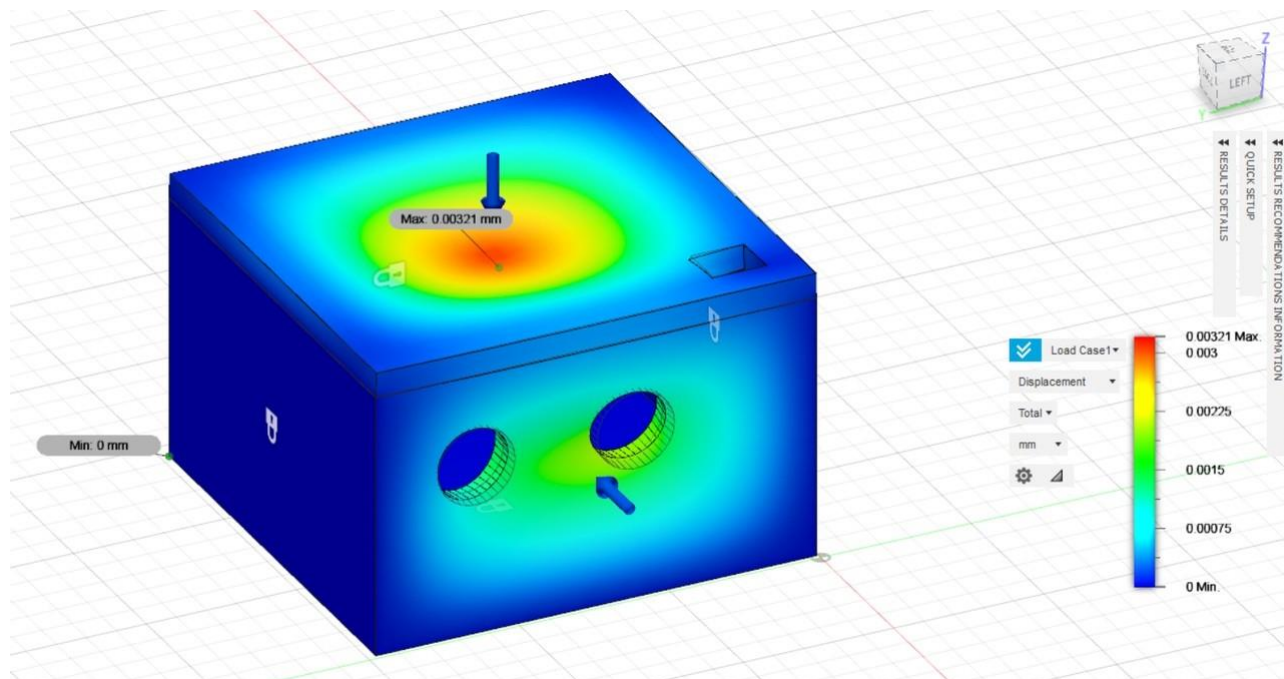


Рисунок 11. Смещение

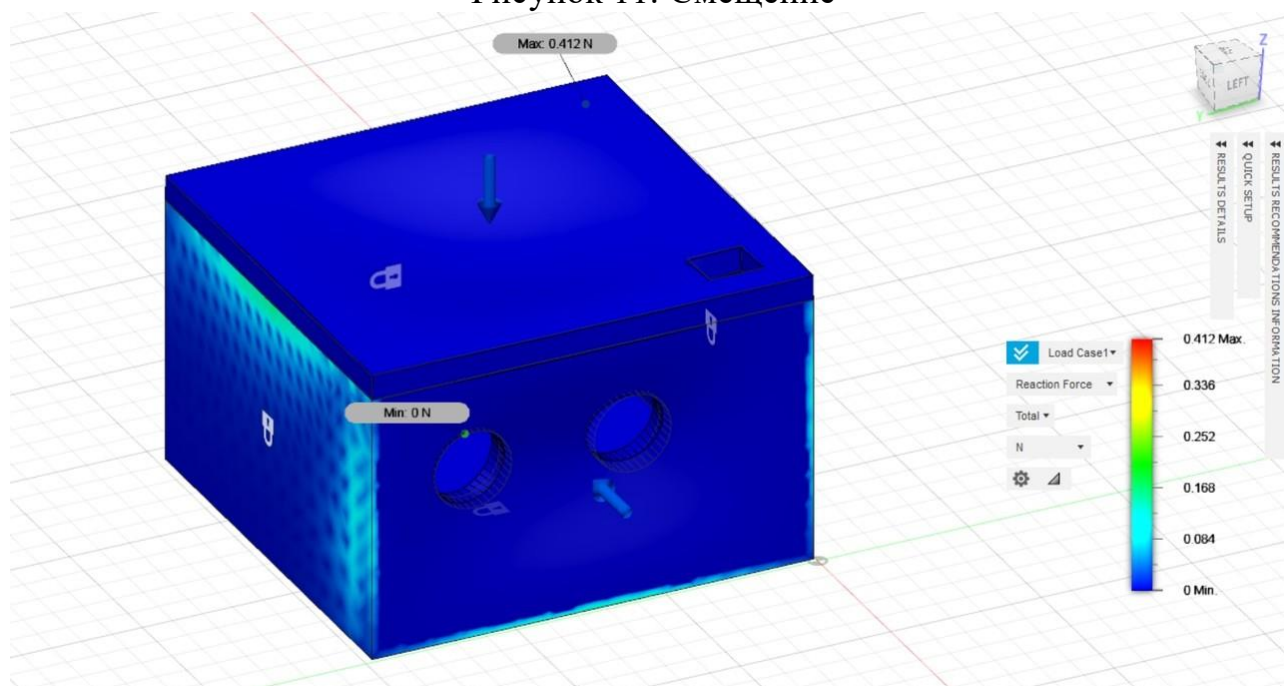


Рисунок 12. Сила сопротивления

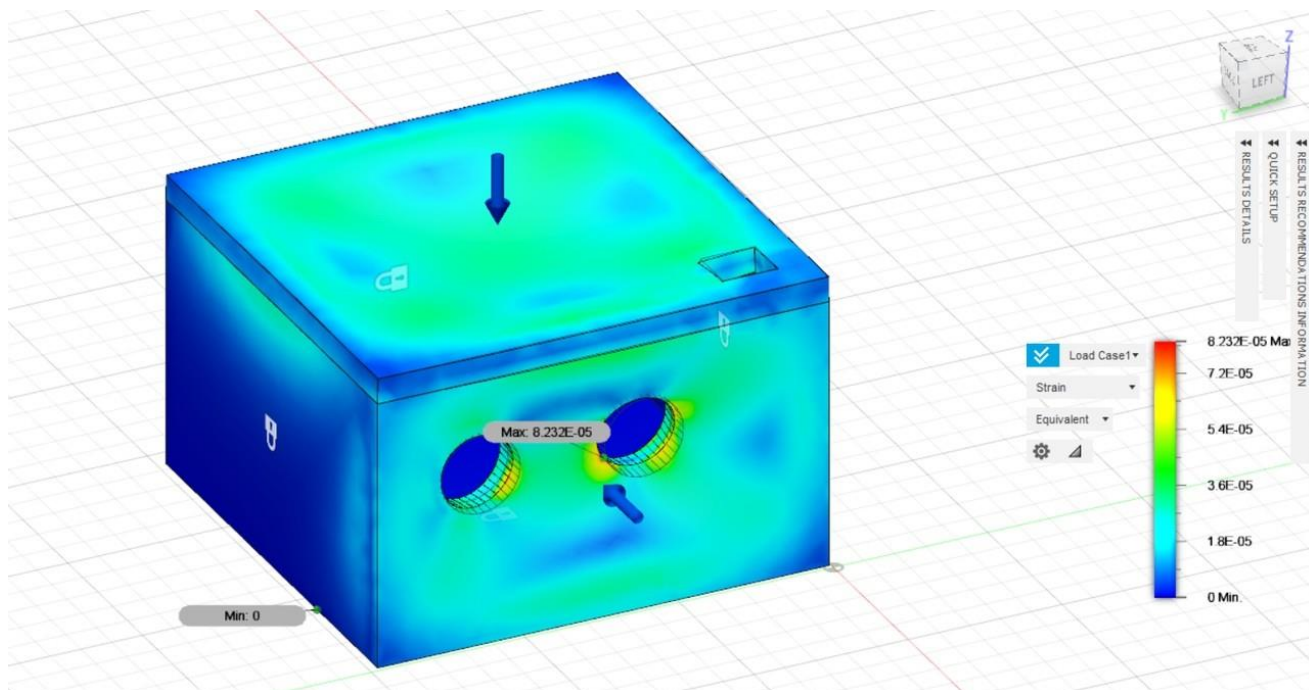


Рисунок 13. Деформация

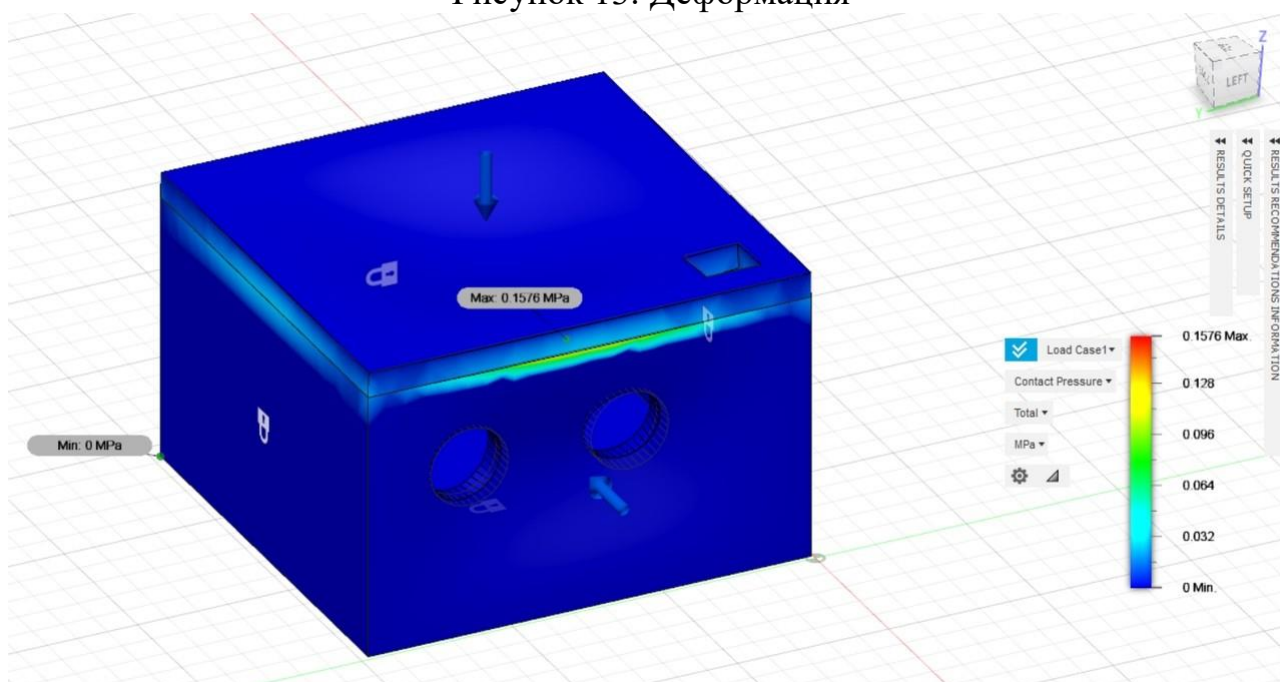


Рисунок 14. Контактное давление

|      |      |          |       |      |                 |            |
|------|------|----------|-------|------|-----------------|------------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | МИЭМ.468731.001 | Лист<br>14 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                 |            |



## 8. РАСЧЁТ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

При расчете экономических показателей учитывалась стоимость подобранных элементов, стоимость печати корпуса, оплата труда сборщика, а также стоимость разработки. В таблице 3 представлен расчет экономических показателей по разработке, созданию и сборке 1 усилителя для наушников.

Таблица 3. Расчет экономических показателей.

| №   | Наименование                           | Цена | Количество | Стоимость |
|-----|----------------------------------------|------|------------|-----------|
| 1.  | Резистор переменный 50 кОм             | 72   | 2          | 144       |
| 2.  | Резистор 47 кОм                        | 4    | 2          | 4         |
| 3.  | Резистор 200 кОм                       | 4    | 2          | 4         |
| 4.  | Резистор 10 Ом                         | 4    | 6          | 4         |
| 5.  | Электролитический конденсатор 1000 мкФ | 18   | 4          | 18        |
| 6.  | Электролитический конденсатор 100 мкФ  | 8    | 2          | 8         |
| 7.  | Электролитический конденсатор 10 мкФ   | 7    | 2          | 7         |
| 8.  | Электролитический конденсатор 4.7 мкФ  | 7    | 2          | 7         |
| 9.  | Конденсатор 0.47 мкФ                   | 5    | 4          | 5         |
| 10. | Операционный усилитель ОРА2134         | 410  | 1          | 410       |
| 11. | Линейный регулятор LM79L12             | 110  | 1          | 110       |
| 12. | Линейный регулятор LM78L12             | 29   | 1          | 29        |
| 13. | Биполярный транзистор BC547            | 7    | 2          | 7         |
| 14. | Биполярный транзистор BC557            | 24   | 2          | 24        |
| 15. | Разъёмы MDN-3FR DIN 3                  | 77   | 2          | 154       |
| 16. | Нить для 3D-принтера, гр/гр. в катушке | 1290 | 0.253      | 1290      |
| 17. | Печатная плата 62.5x42.5 mm, дм^2      | 215  | 0.27       | 215       |
| 18. | Разработка                             | 500  | 46,5       | 23100     |
| 19. | Сборка                                 | 600  | 1.5        | 900       |

Итоговая цена по разработке, созданию и сборке 1 усилителя для наушников составляет 24569,42 рублей. Без учета разработки – 1469,42 рублей.

Себестоимость 1 усилителя для наушников составляет 1915,42 рублей.

Рекомендуемая цена для продажи составляет 3000 рублей. Прибыль с продажи 1 усилителя составляет 484,58 рублей. Разработка окупается при продаже 48 усилителей.

## 9. РАСЧЁТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И УНИФИКАЦИИ

Для расчета стандартизации и унификации необходимо разделить элементы по группам:

- Унифицированные - составные части изделия, входящие в классификатор “А” (детали и сборочные единицы общего применения), в том числе составные части изделия, разработанные на предприятии для

|              |              |              |                 |      |  |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|-----------------|------|--|--|--|------|
| Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. |                 |      |  |  |  | Лист |
|              |              |              |                 |      |  |  |  |      |
|              |              |              | МИЭМ.468731.001 |      |  |  |  | 15   |
| Изм.         | Лист         | № докум.     | Подп.           | Дата |  |  |  |      |



многократного заимствования и оформленные как обезличенные конструкторские документы.

- Заимствованные - составные части изделия, спроектированные ранее как оригинальные и примененные вновь в разрабатываемом изделии.
- Стандартные - составные части изделия, применяемые по государственным и отраслевым стандартам, указанные в спецификации в разделе “Стандартные изделия”.
- Покупные - составные части изделия, получаемые на предприятии в готовом виде (кроме составных частей, поставляемых в корпоративном порядке), указанные в спецификации в разделе “Прочие изделия”.
- Оригинальные - составные части изделия, разрабатываемые и изготавливаемые впервые для данного изделия.

Исходные данные, необходимые для проведения расчетов  $K_{пр}$  и  $K_{п}$  приведены в таблице 4:

Таблица 4. Составные части изделия

| Составные части изделия |         |             |                   |         |             |
|-------------------------|---------|-------------|-------------------|---------|-------------|
| Оригинальные            |         |             | Покупные          |         |             |
| Кол-во, шт              |         | Масса,<br>г | Кол-во, шт        |         | Масса,<br>г |
| типо-<br>размеров       | деталей |             | типо-<br>размеров | деталей |             |
| 2                       | 2       | 289,1       | 15                | 33      | 46,6        |

Унифицированные, заимствованные и оригинальные элементы отсутствуют.

Общее количество типоразмеров составных частей в изделии  $n = 17$

Общее количество составных частей в изделии:  $N = 35$

Общая масса составных частей:  $m = 335,7$  г

Определение коэффициента применяемости по группам составных частей:

$$K_{пр(ориг.)} = (n_{пр(ориг.)} / n) * 100\% = (2/17) * 100\% = 11,8 \%$$

$$K_{пр(п.)} = (n_{пр(п.)} / n) * 100\% = (15/17) * 100\% = 88,2 \%$$

$$K_{пр(ст.)} = (n_{пр(ст.)} / n) * 100\% = 0\%$$

$$K_{пр(з.)} = (n_{пр(з.)} / n) * 100\% = 0\%$$

$$K_{пр(у.)} = (n_{пр(у.)} / n) * 100\% = 0\%$$

Сметная стоимость разработки и изготовления всех групп составных частей одного изделия:  $C_{см} = 1915,42$  руб.

|              |              |              |       |      |                 |  |  |      |
|--------------|--------------|--------------|-------|------|-----------------|--|--|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |       |      |                 |  |  | Лист |
|              |              |              |       |      |                 |  |  |      |
| Изм.         | Лист         | № докум.     | Подп. | Дата | МИЭМ.468731.001 |  |  | 16   |
|              |              |              |       |      |                 |  |  |      |

Удельная стоимость разработки и изготовления одного грамма массы изделия:

$$C_{уд} = C_{см}/m = 1915,42 / 335,7 = 5,70 \text{ руб/г}$$

Затраты на разработку и изготовление составных частей:

$$C_{ориг.} = C_{уд} * m_{ориг.} = 5,70 * 289,1 = 1647,87 \text{ руб.}$$

$$C_{п.} = C_{уд} * m_{п.} = 5,70 * 46,6 = 265,62 \text{ руб.}$$

$$C_{ст.} = C_{уд} * m_{ст.} = 0$$

$$C_{з.} = C_{уд} * m_{з.} = 0$$

$$C_{у.} = C_{уд} * m_{у.} = 0$$

Определение коэффициента применяемости по стоимости:

$$K_{пр ст} = ((C_{см} - C_{ориг.})/C_{см}) * 100\% = ((1915,42 - 1647,87)/1915,42) * 100\% = 13,9\%$$

Определение коэффициента повторяемости:

$$K_{п} = N/n = 35/17 = 2,06$$

## 10. ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ

Таблица 5. Исследование надёжности

| Элементы                                     | Интенсивность отказов,<br>$10^{-6}, 1/ч$ |
|----------------------------------------------|------------------------------------------|
| Резистор переменный (2шт)                    | 0.053                                    |
| Резистор постоянный (10шт)                   | 0.03                                     |
| Электролитический конденсатор 1000 мкФ (4шт) | 0.035                                    |
| Электролитический конденсатор 100 мкФ (2шт)  | 0.029                                    |
| Электролитический конденсатор 10 мкФ (2шт)   | 0.023                                    |
| Электролитический конденсатор 4.7 мкФ (2шт)  | 0.019                                    |
| Конденсатор 0.47 мкФ (4шт)                   | 0.024                                    |
| Операционный усилитель ОРА2134 (1шт)         | 0.5                                      |
| Линейный регулятор LM79L12 (1шт)             | 0.5                                      |
| Линейный регулятор LM78L12 (1шт)             | 0.5                                      |
| Биполярный транзистор BC547 (2шт)            | 0.5                                      |

|      |      |          |       |      |                 |            |
|------|------|----------|-------|------|-----------------|------------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | МИЭМ.468731.001 | Лист<br>17 |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                 |            |



11.1.2. Настоящий документ разработан согласно ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1006, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.004, ГОСТ 12.2.006 и является обязательным к применению.

## 11.2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

11.2.1. Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

11.2.2. Устройство должно быть спроектировано так, чтобы при нормальной эксплуатации его работа была безопасной и не могла возникнуть опасность для человека даже в случае небрежного обращения с устройством, возможного при нормальном обслуживании.

## 11.3 КЛАССИФИКАЦИЯ

11.3.1. Данное устройство относится к классу защиты III, в который входят изделия без электрических цепей с напряжением свыше 42В постоянного тока или 36В переменного тока. Корпус устройства целиком выполнен из диэлектрического материала (пластик ABS), устройство защитного отключения не предусмотрено.

## 11.4 ОБОЗНАЧЕНИЯ

11.4.1. Устройство маркируются следующим рисунком (класс защиты III)



## 11.5 ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ

11.5.1. Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям применяются следующие способы и средства:

- Защитная оболочка (корпус) из изоляционного материала
- Изоляция токоведущих проводников
- Качественная батарея с высокой степенью защиты

## 11.6 ТЕХНИКА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С УСТРОЙСТВОМ

11.6.1. Запрещается разбирать устройство и снимать крышку корпуса во время его работы.

11.6.2. Не допускаются включение и работа с устройством при наличии повреждений корпуса или испорченной изоляции проводов, деформации разъёмов и/или конструкции.

11.6.3. Запрещается прикасаться к контактам разъёмов и штепсельным контактам подключенных к нему проводов во время работы устройства.

|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |          |       |      |                 |      |
|--------------|--------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|-------|------|-----------------|------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | <ul style="list-style-type: none"><li>• Защитная оболочка (корпус) из изоляционного материала</li><li>• Изоляция токоведущих проводников</li><li>• Качественная батарея с высокой степенью защиты</li></ul> <p>11.6 ТЕХНИКА ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С УСТРОЙСТВОМ</p> <p>11.6.1. Запрещается разбирать устройство и снимать крышку корпуса во время его работы.</p> <p>11.6.2. Не допускаются включение и работа с устройством при наличии повреждений корпуса или испорченной изоляции проводов, деформации разъёмов и/или конструкции.</p> <p>11.6.3. Запрещается прикасаться к контактам разъёмов и штепсельным контактам подключенных к нему проводов во время работы устройства.</p> |      |          |       |      |                 |      |
|              |              |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |          |       |      | МИЭМ.468731.001 | Лист |
|              |              |              | Изм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                 | 19   |

11.6.4. Данное устройство защищено по стандарту IP20 - нет защиты от проникновения инородных жидкостей и есть защита от проникновения посторонних твердых предметов диаметром, превышающим 12 мм. Защитная оболочка обеспечивает защиту от доступа к опасным частям пальцами руки. В связи с этим, при попадании воды в не предназначенные для этого части устройства, необходимо немедленно обесточить устройство, после чего удалить влагу.

## 12. ИНТЕРАКТИВНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО

Интерактивное электронное техническое руководство было выполнено в среде Cortona3D RapidManual. На рисунках 15-17 изображены информационная страница, инструкция для сборки и спецификация.

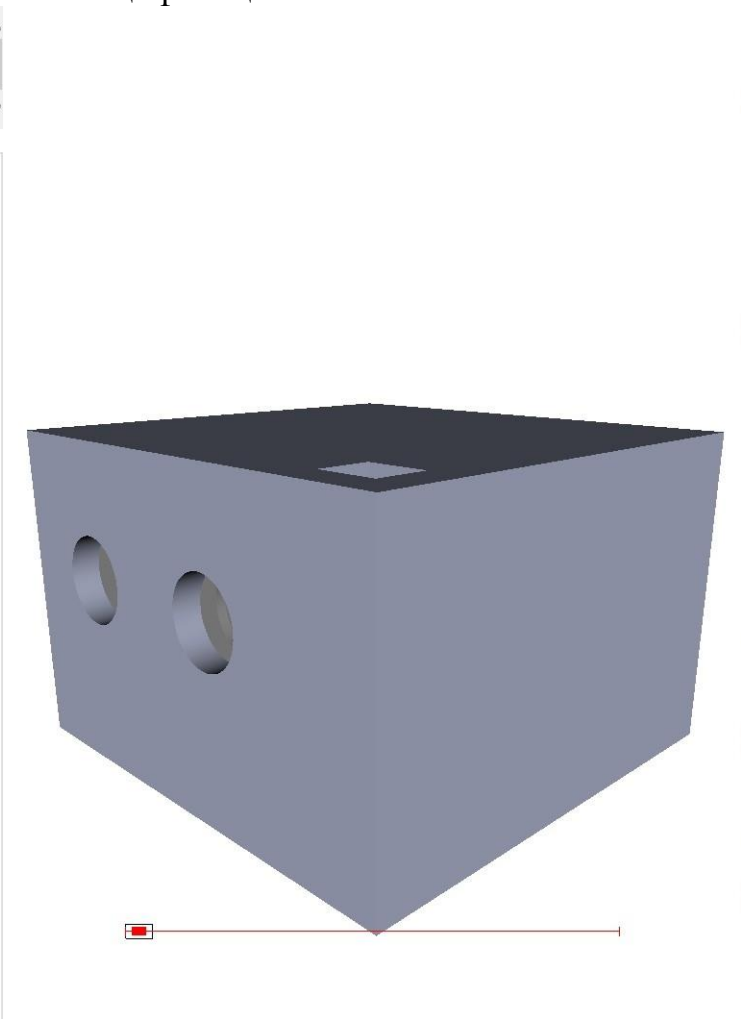


Рисунок 15. Информационная страница

|               |              |              |
|---------------|--------------|--------------|
| Инов. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|               |              |              |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

МИЭМ.468731.001

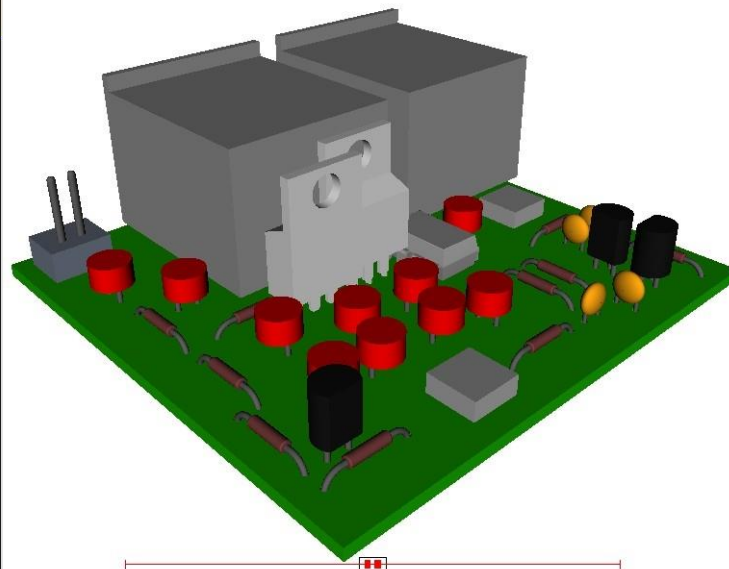
|      |
|------|
| Лист |
| 20   |

Код работы: МИЭМ.468731.001  
Заголовок: Усилитель аудиосигнала на ОУ  
Описание: Обзор устройства. Руководство по сборке.

Тип работы: Роль: Работник с неполным высшим или неполным профессиональным техническим образованием.  
Ожидаемое время: 30 м. Произв. модуль: АПР

Предусловия Спецификация Ресурсы Инструкции Документ

|                                                                           |                                             |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Презентация 3D-модели                                                     |                                             |
| Инспектировать Корпус.                                                    |                                             |
| Инспектировать Корпус.                                                    |                                             |
| 1                                                                         | Инспектировать Корпус.                      |
| Инспектировать Крышка корпуса.                                            |                                             |
| Корпус Крышка корпуса                                                     |                                             |
| Разборка корпуса                                                          |                                             |
| Снять Крышка корпуса.                                                     |                                             |
| 2                                                                         | Снять Корпус.                               |
| Инспектировать Печатная плата.                                            |                                             |
| Печатная плата Корпус Крышка корпуса                                      |                                             |
| Замена компонентов печатной платы                                         |                                             |
| Операционный усилитель Конденсатор 4.7 мкФ Линейный регулятор LM79L12     |                                             |
| Аудиоразъём DIN3 Сокет для подключения питания Резистор переменный 50 кОм |                                             |
| Замена резистора                                                          |                                             |
| Снять Резистор 200 кОм.                                                   |                                             |
| Установить Резистор 200 кОм (после удаления).                             |                                             |
| Замена электролитического конденсатора                                    |                                             |
| Снять Электролитический конденсатор 1000 мкФ.                             |                                             |
| Установить Электролитический конденсатор 1000 мкФ (после удаления).       |                                             |
| Замена транзистора                                                        |                                             |
| Снять Биполярный транзистор BC547.                                        |                                             |
| Установить Биполярный транзистор BC547 (после удаления).                  |                                             |
| Замена переменного резистора 50 кОм                                       |                                             |
| Снять Резистор переменный 50 кОм.                                         |                                             |
| Установить Резистор переменный 50 кОм (после удаления).                   |                                             |
| 3                                                                         | Замена линейного регулятора                 |
| Снять Линейный регулятор LM79L12.                                         |                                             |
| Установить Линейный регулятор LM79L12 (после удаления).                   |                                             |
| Замена операционного усилителя                                            |                                             |
| Снять Операционный усилитель OPA2134.                                     |                                             |
| Установить Операционный усилитель OPA2134 (после удаления).               |                                             |
| Замена конденсатора                                                       |                                             |
| Снять Конденсатор 4.7 мкФ.                                                |                                             |
| Установить Конденсатор 4.7 мкФ (после удаления).                          |                                             |
| Замена аудиоразъема                                                       |                                             |
| Снять Разъём MDN-3FR DIN 3 - вход.                                        |                                             |
| Установить Разъём MDN-3FR DIN 3 - вход (после удаления).                  |                                             |
| Замена сокета питания                                                     |                                             |
| Снять Сокет SIL-100-02.                                                   |                                             |
| Установить Сокет SIL-100-02 (после удаления).                             |                                             |
| Сборка корпуса                                                            |                                             |
| Установить Корпус (после удаления).                                       |                                             |
| 4                                                                         | Установить Крышка корпуса (после удаления). |
| Корпус Крышка корпуса                                                     |                                             |



Режим просмотра Режим задачи Воспр. Пауза Стоп Завершить PMI Сообщения Зафиксировать вид Скорость: x1/2 x1 x2

Рисунок 16. Инструкция для сборки

|              |              |              |       |      |  |  |  |                 |      |
|--------------|--------------|--------------|-------|------|--|--|--|-----------------|------|
| Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл. |       |      |  |  |  | МИЭМ.468731.001 | Лист |
|              |              |              |       |      |  |  |  |                 | 21   |
| Изм.         | Лист         | № докум.     | Подп. | Дата |  |  |  |                 |      |



13. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА

|                                           |                                                                            |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|----|-----------------|----------------------------|--------|------------|--------------|-------|----------------|--------|--------------|--|
|                                           |                                                                            |         |    |                 |                            |        |            |              |       | ГОСТ 3.1118-82 |        | Форма 4      |  |
| СГ                                        |                                                                            | 0000-00 |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        | Зап.№950     |  |
|                                           |                                                                            |         |    | МИЭМ.468731.001 |                            |        |            | Кол-во:      |       |                |        |              |  |
| Малошумящий усилитель для наушников на ОУ |                                                                            |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| В                                         | Цех                                                                        | Уч.     | РМ | Опер.           | Код, наименование операции |        |            |              |       |                |        |              |  |
| Г                                         | Обозначение документа                                                      |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| Д                                         | Код, наименование оборудования                                             |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| Е                                         | СМ                                                                         | Проф.   | Р  | УТ              | КР                         | КОИД   | ЕН         | ОП           | К шт. | Т пз.          | Т шт.  |              |  |
| П/М                                       | Наименование детали, сб. единицы или материала                             |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| О/М                                       | Обозначение, код                                                           |         |    |                 |                            | ОПП    | ЕВ         | ЕН           | КИ    | Н.расх.        |        |              |  |
| 01                                        | Внимание! Царапины и иные дефекты на поверхности деталей не допускаются.   |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 02                                        |                                                                            |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 03                                        | 1. Заготовительная.                                                        |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 04                                        | Паяльная станция ЗУБР МАСТЕР 55332 или аналог, 1 шт.                       |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 05                                        | Катушка припоя для паяльника, 1 шт.                                        |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 06                                        | Губка для чистки жала паяльника, 1 шт.                                     |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 07                                        | Лист шлифовальный, 1 шт.                                                   |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 08                                        | Кусачки с зажимом, 1 шт.                                                   |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 09                                        | Печатная плата, 1 шт.                                                      |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 10                                        | Клей Момент Пластик 30 мл, 1 шт.                                           |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 11                                        | Степлер ремонтный, 1 шт.                                                   |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 12                                        | Упаковка скоб для ремонтного степлера, 1 шт.                               |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 13                                        | Компоненты и детали согласно спецификации, 1 шт.                           |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 14                                        | 3D-принтер, 1 шт.                                                          |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 15                                        |                                                                            |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 16                                        | ОТК 2. Контрольная.                                                        |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 17                                        | Проверить наличие всех компонентов и инструментов.                         |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 18                                        | Проверить компоненты на отсутствие дефектов.                               |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 19                                        | Проверить паяльник и кусачки на работоспособность.                         |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 20                                        | 3. Подготовительная.                                                       |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 21                                        | Подготовить рабочее место.                                                 |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 22                                        | Подготовить печатную плату и компоненты платы.                             |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 23                                        | Зачистить поверхность контактов компонентов с помощью шлифовального листа. |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
| 24                                        | Очистить жало паяльника при помощи губки.                                  |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |
|                                           |                                                                            |         |    |                 |                            | Разраб | Щупак А.А. |              |       | 29.05.2020     | лист   |              |  |
|                                           |                                                                            |         |    |                 |                            | Пров.  |            |              |       |                | 1      |              |  |
|                                           |                                                                            |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                | листов |              |  |
| изм                                       | лист                                                                       | № докум |    | подпись         |                            | дата   |            | Н.конт       |       |                | 3      |              |  |
| Инв. № подл                               |                                                                            |         |    | Подп. и дата    |                            |        |            | Взам. инв. № |       | Инв. № дубл    |        | Подп. и дата |  |
| МК                                        |                                                                            |         |    |                 |                            |        |            |              |       |                |        |              |  |

|              |  |
|--------------|--|
| Взам. инв. № |  |
| Подп. и дата |  |
| Инв. № подл. |  |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
|------|------|----------|-------|------|

МИЭМ.468731.001



|              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № |
|              |              |              |

|                                                             |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------|----|-------|----------------------------|------|----|----|-------|--------------|-------|----|----|----|---------|--|--|--|--|--|
| ГОСТ 3.1118-82                                              |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       | Форма 36     |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| МИЭМ.468731.001                                             |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| В                                                           | Цех                                                                               | Уч.   | РМ | Опер. | Код, наименование операции |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Г                                                           | Обозначение документа                                                             |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Д                                                           | Код, наименование оборудования                                                    |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Е                                                           | СМ                                                                                | Проф. | Р  | УТ    | КР                         | КОИД | ЕН | ОП | К шт. | Т пз.        | Т шт. |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| П/М                                                         | Наименование детали, сб. единицы или материала                                    |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| О/М                                                         | Обозначение, код                                                                  |       |    |       |                            |      |    |    |       |              | ОПП   | ЕВ | ЕН | КИ | Н.расх. |  |  |  |  |  |
| 01                                                          | Разогреть паяльник до температуры 190°C                                           |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 02                                                          |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 03                                                          | 4. Пайка.                                                                         |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 04                                                          | При необходимости обрезать кусачками слишком длинные контакты элементов.          |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 05                                                          | Поднеси элемент U1 на соответствующее место на печатной плате.                    |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 06                                                          | Одновременно поднести к контакту элемента припой и паяльник.                      |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 07                                                          | Держать паяльник прижатым 2-4 секунды.                                            |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 08                                                          | Отодвинуть паяльник.                                                              |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 09                                                          | Повторить три предыдущих шага для всех контактов элемента.                        |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 10                                                          | После окончания пайки контактов и охлаждения шва обработать шов и удалить остатки |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 11                                                          | припоя с помощью шлифовального листа.                                             |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 12                                                          | Повторить пункт 4 для всех элементов платы.                                       |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 13                                                          |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 14                                                          | ОТК 5. Контрольная.                                                               |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 15                                                          | Проверить целостность печатной платы и её элементов.                              |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 16                                                          | Проверить компоненты корпуса на отсутствие дефектов.                              |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 17                                                          |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 18                                                          | 6. Подготовительная.                                                              |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 19                                                          | Подготовить печатную плату с элементами.                                          |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 20                                                          | Подготовить все детали корпуса с помощью 3D – принтера.                           |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 21                                                          |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 22                                                          | 7. Сборочная.                                                                     |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 23                                                          | Нанести небольшое количество клея на специальные выступы внутри корпуса.          |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 24                                                          | Разместить печатную плату внутри корпуса.                                         |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 25                                                          | Нанести на верхнюю грань нижней части корпуса клей.                               |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| 26                                                          | Соединить компоненты корпуса между собой.                                         |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
|                                                             |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       | лист         |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| изм лист № докум подпись дата изм лист № докум подпись дата |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       | 2            |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Инв. № подл                                                 |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       | Подп. и дата |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Взам. инв. №                                                |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       | Инв. № дубл  |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| Подп. и дата                                                |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |
| МК                                                          |                                                                                   |       |    |       |                            |      |    |    |       |              |       |    |    |    |         |  |  |  |  |  |

|              |              |
|--------------|--------------|
| Инв. № инв.  | Взам. инв. № |
| Подп. и дата |              |
| Инв. № подл. |              |

|                 |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------|-------|----------------------------|------|-------------|------|--------------|----------|---------|
| ГОСТ 3.1118-82  |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              | Форма 36 |         |
| МИЭМ.468731.001 |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| В               | Цех                                                                              | Уч.          | РМ      | Опер. | Код, наименование операции |      |             |      |              |          |         |
| Г               | Обозначение документа                                                            |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| Д               | Код, наименование оборудования                                                   |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| Е               | СМ                                                                               | Проф.        | Р       | УТ    | КР                         | КОИД | ЕН          | ОП   | К шт.        | Т пз.    | Т шт.   |
| П/М             | Наименование детали, сб. единицы или материала                                   |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| О/М             | Обозначение, код                                                                 |              |         |       |                            |      | ОПШ         | ЕВ   | ЕН           | КИ       | Н.расх. |
| 01              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 02              | ОТК 8. Контрольная.                                                              |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 03              | Проверить фиксацию платы через отверстия в боковой грани корпуса.                |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 04              | Проверить целостность корпуса.                                                   |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 05              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 06              | 9. Подготовительная.                                                             |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 07              | Подготовить собранное устройство к упаковке.                                     |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 08              | Подготовить степлер.                                                             |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 09              | Вставить скобы в степлер.                                                        |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 10              | Подготовить упаковочную коробку.                                                 |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 11              | Подготовить упаковочный картон.                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 12              | 10. Упаковка.                                                                    |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 13              | Упаковать персональный малошумящий усилитель для наушников в упаковочный картон. |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 14              | Упаковать получившееся изделие в коробку.                                        |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 15              | Закрыть коробку, закрепив крышку степлером.                                      |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 16              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 17              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 18              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 19              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 20              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 21              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 22              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 23              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 24              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 25              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
| 26              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |
|                 |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              | лист     |         |
| изм             | лист                                                                             | № докум      | подпись |       | дата                       |      | изм         | лист | № докум      | подпись  |         |
| Инв. № подл     |                                                                                  | Подп. и дата |         |       | Взам. инв. №               |      | Инв. № дубл |      | Подп. и дата |          |         |
| МК              |                                                                                  |              |         |       |                            |      |             |      |              |          |         |