

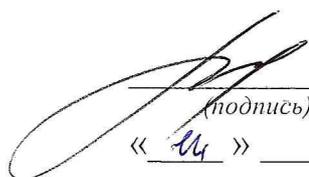
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Работа выполнена в СКБ «Электроника и робототехника»

СОГЛАСОВАНО

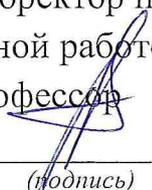
Начальник отдела ОНИПКРС



(подпись) Е.М. Димитриади
« 14 » 06 20 24 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инноваци-
онной работе, д-р техн. наук.
профессор



(подпись) А.В. Космынин
« 14 » 06 20 24 г.

Декан ФЭУ



(подпись) А.С. Гудим
« 3. » 06 20 24 г.

Анализатор спектра аудиосигнала

Комплект конструкторской документации

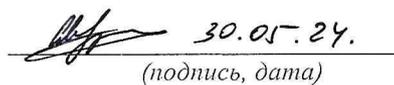
Руководитель СКБ



(подпись, дата)

В.В. Солецкий

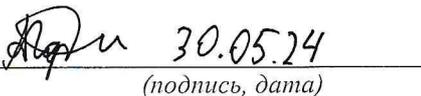
Руководитель проекта



(подпись, дата)

С.Г. Марущенко

Исполнитель проекта



(подпись, дата)

А.Н. Горовой

Комсомольск-на-Амуре 2024

Карточка проекта

Название	Разработка анализатора спектра аудиосигнала
Тип проекта	Техническое творчество (инициативный)
Исполнители	Студент группы 1ПЭб-1 <i>Данил</i> 30.05.24 А.Н. Горовой
Срок реализации	10.2023-05.2024

Использованные материалы и компоненты

Наименование	Количество, шт.
МК 8-бит STC15F204EA	1
Операционный усилитель TLC 272	1
Электролитический конденсатор 10 мкФ	4
Электролитический конденсатор 4,7 мкФ	1
Электролитический конденсатор 2,2 мкФ	3
Электролитический конденсатор 100 мкФ	2
Конденсатор 12 пФ	1
Конденсатор 68 нФ	2
Резистор 10кОм	5
Резистор 1МОм	1
Резистор 510 Ом	16
Диод Шоттки TL431	2
Диод 1N4007	1
Стабилизатор напряжения LM7805	1
Кнопка SW-РВ	2
Светодиод	32
Плата для сборки компонентов	1
Микрофон МІС 9,7 мм	1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



ЗАДАНИЕ на разработку

Название проекта: Разработка анализатора спектра аудиосигнала.

Заказчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Назначение: Отображение спектра аудиосигнала на светодиодном дисплее

Область использования: В звуковоспроизводящей и звукозаписывающей аппаратуре

Функциональное описание устройства: В устройстве применены светодиодные индикаторы, выполненные в виде цветной матрицы. С их помощью отображается спектрограмма звукового сигнала.

Техническое описание устройства: В качестве индикаторов будет использоваться светодиодная цветная матрица. Отображаемая на матрице информация снимается с микрофона, поступает на усилитель. Сигнал с усилителя поступает на микроконтроллер, который осуществляет вычисление спектра и отображает его на светодиодной матрице.

Требования: Устройство должно соответствовать техническому заданию, быть безопасным, надежным.

План работ:

Наименование работ	Срок
Изучение теоретического материала, лежащего в принципе работы анализатора спектра	02.2024
Разработка структурной и функциональной схемы устройства	03.2024
Разработка принципиальной электрической схемы	04.2024

План работ:

Наименование работ	Срок
Изучение теоретического материала, лежащего в принципе работы анализатора спектра	02.2024
Разработка структурной и функциональной схемы устройства	03.2024
Разработка принципиальной электрической схемы устройства	04.2024
Составление спецификации (перечня элементов) на принципиальную схему.	04.2024
Макетирование схемы и проверка работоспособности	05.2024
Составление конструкторской документации	05.2024

Комментарии:

План работ может изменяться с корректировкой новых сроков.

Перечень графического материала:

1. Принципиальная схема;
2. Чертежи изделия (или трехмерные модели изделия);
3. Внешний вид изделия;
4. Блок-схема алгоритмов (при наличии управляющих программ).

Руководитель проекта

 02.02.24
(подпись, дата)

С.Г. Марущенко

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

ПАСПОРТ

Анализатор спектра аудиосигнала

Руководитель проекта

 30.05.24

С.Г. Марущенко

(подпись, дата)

Исполнитель проекта

 30.05.24

А.Н. Горовой

(подпись, дата)

Комсомольск-на-Амуре 2024

Содержание

1	Общие положения	7
1.1	Наименование изделия	7
1.2	Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия.....	7
1.3	Перечень организаций, участвующих в разработке изделия	7
1.4	Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах	8
2	Назначение и принцип действия	9
2.1	Назначение изделия	9
2.2	Области использования изделия	9
2.3	Принцип действия изделия	10
3	Состав изделия и комплектность.....	12
4	Технические характеристики.....	13
4.1	Основные технические характеристики изделия	13
5	Устройство и описание работы изделия	14
5.1	Устройство изделия	14
6	Условия эксплуатации	17
6.1	Правила и особенности размещения изделия	17
6.2	Меры безопасности.....	17
6.3	Правила хранения и транспортирования.....	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	19
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	21

1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основными техническими характеристиками, устройством, правилами установки и эксплуатации устройства «Анализатор спектра аудиосигнала» (далее «изделие»).

Паспорт входит в комплект поставки изделия. Прежде, чем пользоваться изделием, внимательно изучите правила обращения и порядок работы с ним. В связи с постоянной работой по усовершенствованию изделия, повышающей его надежность и улучшающей условия эксплуатации, в конструкцию могут быть внесены изменения, не отраженные в данном издании.

1.1 Наименование изделия

Полное наименование изделия – Анализатор спектра аудиосигнала.

1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование изделия

Проектирование анализатора спектра аудиосигнала осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке изделия

Заказчиком проекта анализатора спектра аудиосигнала является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 27.

Исполнителями проекта анализатор спектра аудиосигнала являются конструкторы студенческого конструкторского бюро «Электроника и робототехника» (далее СКБ), студент группы 1ПЭб-1, Горовой А.Н.

1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах

ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации.
Общие положения.

ГОСТ 2.102-2013. Единая система конструкторской документации.
Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации.
Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.610-2006. Единая система конструкторской документации.
Правила выполнения эксплуатационных документов.

ГОСТ 2.004-88. Единая система конструкторской документации.
Общие требования к выполнению конструкторских технологических
документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.

ГОСТ 2.051-2006. Единая система конструкторской документации.
Электронные документы. Общие положения.

ГОСТ 2.052-2006. Единая система конструкторской документации.
Электронная модель изделия. Общие положения.

2 Назначение и принцип действия

2.1 Назначение изделия

Анализатор спектра аудиосигнала, имеет следующие основные назначения:

1. Визуальное отображение спектральной составляющей в выбранной полосе частот основная функция устройства. Заполнение столбца светодиодов производится снизу вверх пропорционально пиковому значению сигнала в соответствующем диапазоне частот.

2. Индикация перегрузок: анализатор спектра может также использоваться для обнаружения перегрузок звукового сигнала. Если уровень сигнала в выбранной полосе частот становится слишком высоким, индикатор фиксирует пиковое значение верхним светодиодом в линейке, предупреждая пользователя о возможном искажении звука.

3. Контроль качества звука: Устройство может быть использовано для контроля качества звука в аудио- и видеопроизводстве. Операторы могут следить за спектральным составом звука, чтобы гарантировать правильную запись или воспроизведение аудиосигнала.

4. Декоративная функция: Некоторые модели анализатора спектра могут также служить декоративным элементом в студиях звукозаписи, на концертных площадках или в домашних аудиосистемах, создавая интересный визуальный эффект в виде цветомузыкальной установки.

2.2 Области использования изделия

Анализатор спектра аудио сигнала, находит широкое применение в различных областях, например:

1. Звукозапись и студийная работа: В студиях звукозаписи и музыкальных студиях анализатор спектра используется для контроля качества звукового сигнала при записи и микшировании музыки.

2. Живые выступления и концерты: На концертных площадках и в студиях для живых выступлений анализатор спектра может использоваться

для мониторинга уровня звука и спектрального состава сигнала в реальном времени. Это позволит звукорежиссерам и музыкантам контролировать громкость и избегать искажений.

3. Домашние аудиосистемы: В домашних условиях анализатор спектра может быть установлен в аудиосистемах для визуального отображения уровня и состава звука при прослушивании музыки или просмотра фильмов.

4. Профессиональное аудиооборудование: анализаторы спектра звукового сигнала также используются в профессиональном аудиооборудовании, таком как микшерные пульта, аудиоинтерфейсы и процессоры звука. Они помогают инженерам и техникам контролировать и настраивать уровни и спектр сигнала.

5. Образовательные центры и тренинги: В учебных заведениях, обучающих звукорежиссеров, музыкантов и звукотехников, устройства анализа спектра аудио сигнала используются для демонстрации принципов работы звуковых сигналов и методов контроля уровня и спектрального состава звука.

2.3 Принцип действия изделия

Рассмотрим общий принцип работы спектроанализатора. Схема предназначена для графического отображения соотношения спектра сигнала по четырем полосам: 500Гц, 1кГц, 4кГц, 8кГц. Для отображения уровня сигнала используется светодиодная шкала из четырех столбцов по 8 светодиодов в каждом. Каждый столбик светодиодов отображает спектральную плотность для своей полосы частот: слева — нижние частоты, справа — верхние.

Принцип действия анализатора спектра позволяет реализовать две основные функции устройства:

1. Относительный уровень спектральных составляющих аудио сигнала: Когда на микрофон устройства поступает звуковой сигнал, индикаторы начинают реагировать на изменения уровня громкости и тональности

сигнала. При низком уровне звука и низкой тональности индикаторы могут быть практически выключены или мигать слабо. При увеличении уровня звука и изменении тональности индикаторы начинают светиться ярче а высота столбцов увеличивается.

2. Динамика звука: Кроме того, анализатор спектра также может отображать динамику звукового сигнала. Например, при резком увеличении громкости индикаторы могут быстро и ярко мигать, указывая на наличие пиковых значений или искажений в звуке.

3 Состав изделия и комплектность

В комплект поставки входит:

- Плата микрофонного усилителя – 1 шт.
- Плата микроконтроллера с индикацией – 1 шт.
- Паспорт.

4 Технические характеристики

Изделие предназначено для эксплуатации в нормальных климатических условиях.

4.1 Основные технические характеристики изделия

Основные технические характеристики платы приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики изделия

Наименование параметра	Значение
Номинальный уровень сигнала на входе	0 дБ (0,775В)
Диапазон измерения (режим 1)	44 дБ
Диапазон измерения (режим 2)	23 дБ
Рабочий участок шкалы (режим 1)	-40...0 дБ
Участок перегрузки (режим 1)	0...+4 дБ
Рабочий участок шкалы (режим 2)	-20...0 дБ
Участок перегрузки (режим 2)	0...+3 дБ
Длина шкалы	107 мм
Способ выделения участка перегрузки	цвет/яркость
Частотный диапазон (на уровне 0 Дб)	20...20 000 Гц
Анализируемые полосы частот	500Гц, 1кГц, 4кГц, 8кГц
Выделение частотных полос	программное
Количество дискретных элементов индикации (по каналам)	8
Напряжение питания	+8...+15В
Количество направлений индикации	4

5 Устройство и описание работы изделия

5.1 Устройство изделия

Структурная схема устройства изображена на рисунке 1. Устройство состоит из трех блоков: микрофонного усилителя, микроконтроллера и индикатора. Линейки индикатора выполнены на одной плате с микроконтроллером. Микрофонный усилитель реализован на отдельной плате.

Входной звуковой сигнал попадает на микрофон, с которого подается на микрофонный усилитель. Микрофонный усилитель выполнен на операционном усилителе (ОУ), включенном по инвертирующей схеме. Питание операционного усилителя униполярное 5 В, поэтому положительный вход ОУ смещен на половину напряжения питания. Переменный сигнал с выхода микрофонного усилителя изменяется от среднего уровня 2,5 В вверх и вниз. Таким образом, диапазон изменения выходного сигнала составляет 0-5 В, что попадает в динамический диапазон АЦП микроконтроллера.

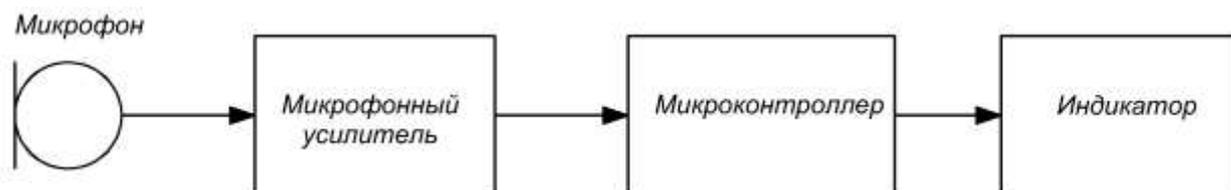


Рисунок 1 – Структурная схема изделия

С выхода микрофонного усилителя сигнал поступает на вход АЦП микроконтроллера. Микроконтроллер в процессе работы делает очень много измерений (сэмплов) сигнала с помощью встроенного аналого-цифрового преобразователя, после чего осуществляется программная фильтрация сэмплов по четырем основным полосам частот. Далее значения сэмплов не только суммируются для вычисления средней амплитуды, но также отлавливаются максимальные всплески сигнала. Период и логика усреднения

результатов подобраны таким образом, что в течении одной музыкальной композиции сигналы будут отображаться на всей шкале от 0 до максимума. Таким образом даже на малой громкости сигнал все равно будет "усиливаться" внутри микроконтроллера и масштабироваться на всю шкалу. Такая функция дает возможность быстрой адаптации индикатора при смене композиций или при отключении индикатора от одного источника и подключении его к другому источнику низкочастотного музыкального сигнала. После обработки полученных данных микроконтроллер выводит информацию на индикатор в виде светодиодной линейки.

Светодиоды последовательно включаются с задержкой при увеличении уровня входного сигнала. Так же с небольшой задержкой выключаются при снижении этого уровня. Расчетное время интеграции срабатывания и возврата выбрано соответственно 42 и 321 мс. Это время выбиралось визуально, для получения приятного эффекта на реальном звуковом сигнале.

5.2 Описание работы изделия

1. Подключение:

С помощью кабелей подключите микрофонный усилитель к входным разъемам платы микроконтроллера.

2. Питание:

Проверьте требования по напряжению питания, указанные в руководстве пользователя. Подключите микрофонный усилитель к источнику питания +5В с использованием предусмотренного кабеля или адаптера. Включите микрофонный усилитель согласно инструкциям.

Подключите плату микроконтроллера к источнику питания +8 - +12В с использованием предусмотренного кабеля или адаптера. На светодиодной линейке загорится по 1 индикатору.

3. Регулировка громкости:

Кнопками SB1 и SB2 настройте режим отображения и яркость индикатора.

Циклическими нажатиями на кнопки выберите необходимый вам режим отображения и яркость индикатора в соответствии с вашими предпочтениями и требованиями.

6 Условия эксплуатации

Изделие выпускается в климатическом исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69 и предназначен для использования в стационарных условиях в закрытых помещениях при соответствующих климатических условиях:

- интервал температур от +10 до +35 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25 °С;
- высота над уровнем моря не более 2000 м;
- атмосферное давление от 86,6 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт. ст.).

В помещении, где используется изделие не должно возникать условий для конденсации влаги (выпадения росы). Изделие является электронным прибором, требующим бережного обращения!!

Для обеспечения безотказной работы, сохранения точности и его бережения необходимо соблюдать следующие правила:

- изучить паспорт, прежде чем приступить к работе с изделием;
- предохранять изделие от ударов и повреждений;
- не допускать самостоятельную разборку изделия.

6.1 Правила и особенности размещения изделия

Изделие должно быть расположено на расстоянии не менее 1 м от нагревательных приборов.

ВНИМАНИЕ! При эксплуатации изделия запрещается проводить самостоятельно какие-то либо работы по извлечению и установке внутренних компонентов изделия.

6.2 Меры безопасности

Необходимо соблюдать требования техники безопасности и следующие меры предосторожности:

- не оставлять изделие включенным без наблюдения;
- после транспортировки в холодное время года изделие необходимо выдержать при комнатной температуре не менее двух часов;

- внутренние осмотры и ремонт изделия должны производиться только квалифицированными специалистами;

- не устанавливайте изделие на неустойчивой подставке, стойке или ненадежном кронштейне.

6.3 Правила хранения и транспортирования

Транспортирование изделия в упакованном виде может производиться железнодорожным, автомобильным (в закрытых транспортных средствах), воздушным, речным и морским видами транспорта в соответствии с правилами перевозок грузов, действующих на транспорт данного вида. Условия транспортирования изделия по части воздействия климатических факторов должны соответствовать группе 5 по ГОСТ 15150.

После транспортирования изделие должно быть выдержано не менее 2 часов в транспортной таре при температуре 20 ± 5 °С и относительной влажности воздуха не более 80 %.

Распакованное изделие должно храниться в отапливаемом и вентилируемом чистом помещении при температуре от +5 до +40 °С и относительной влажности воздуха не более 60 %. При температуре ниже 25 °С допускается увеличение относительной влажности до 80 %. Воздух в помещении не должен содержать примесей, вызывающих коррозию металлов, налеты на поверхностях оптических деталей.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

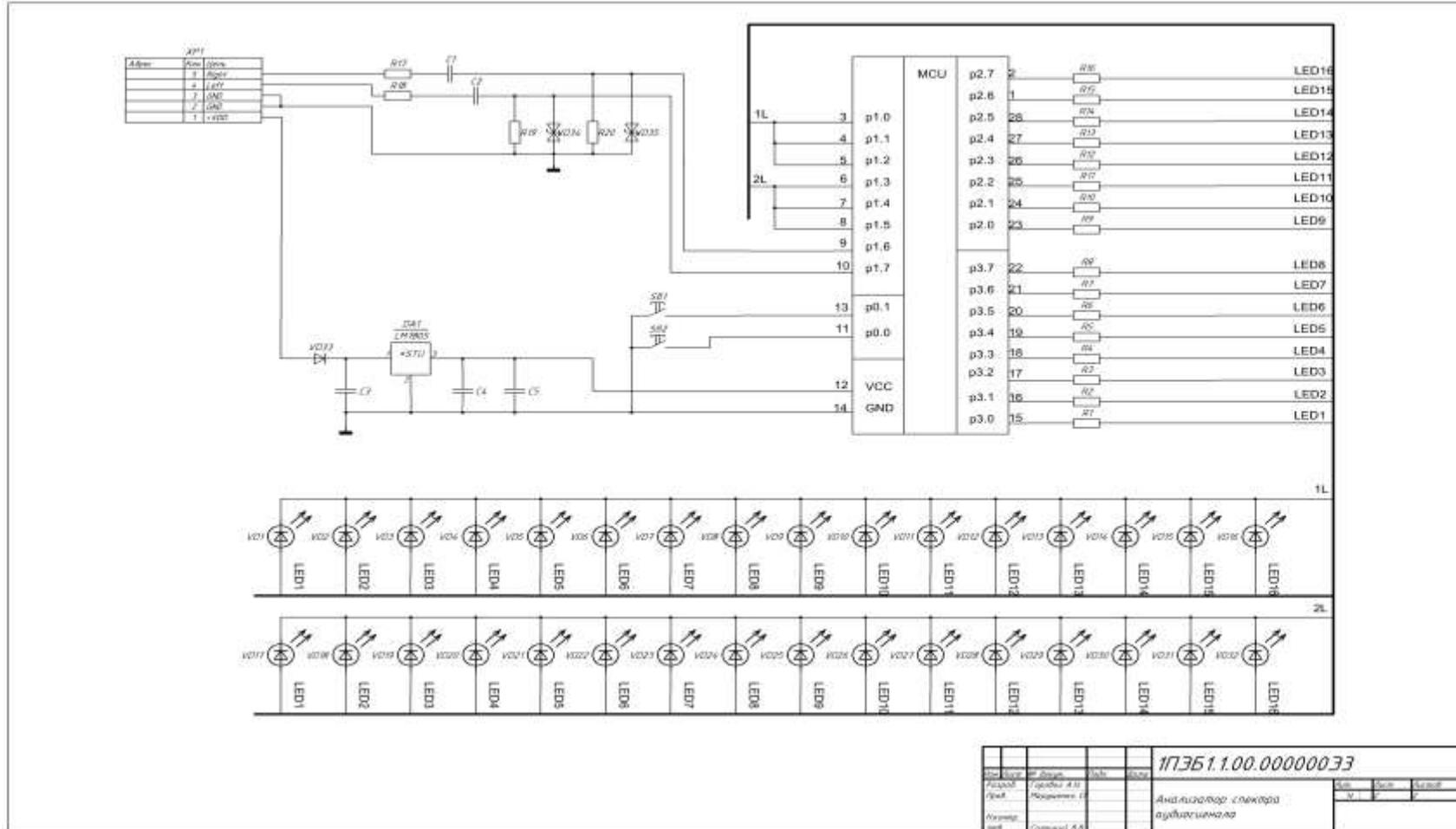


Рисунок 2 – принципиальная электрическая схема микроконтроллера

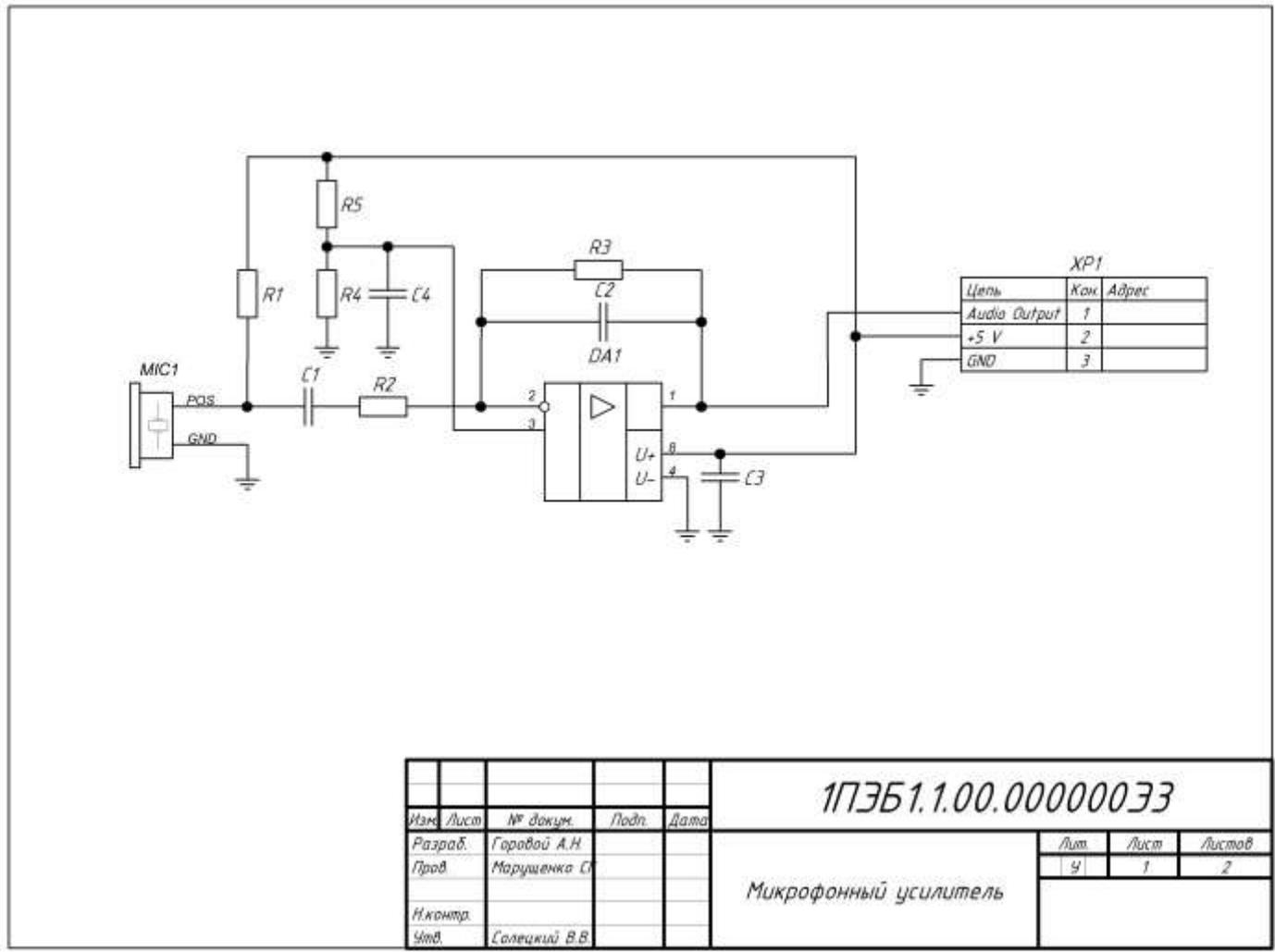


Рисунок 3 – принципиальная электрическая схема микрофонного усилителя

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

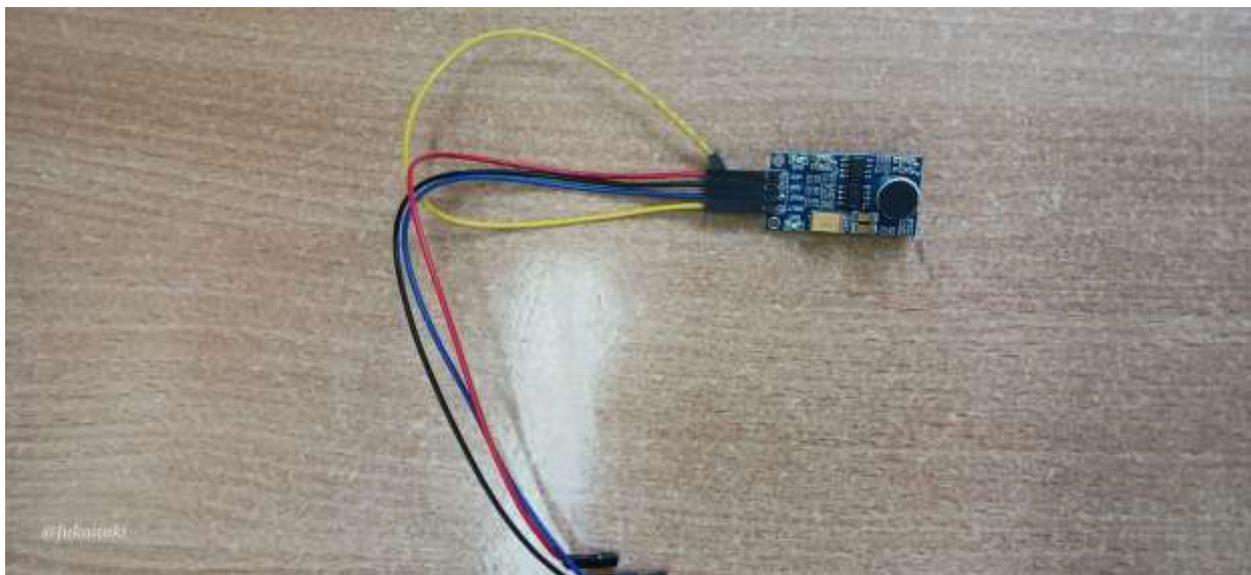


Рисунок 4 – Плата микрофонного усилителя

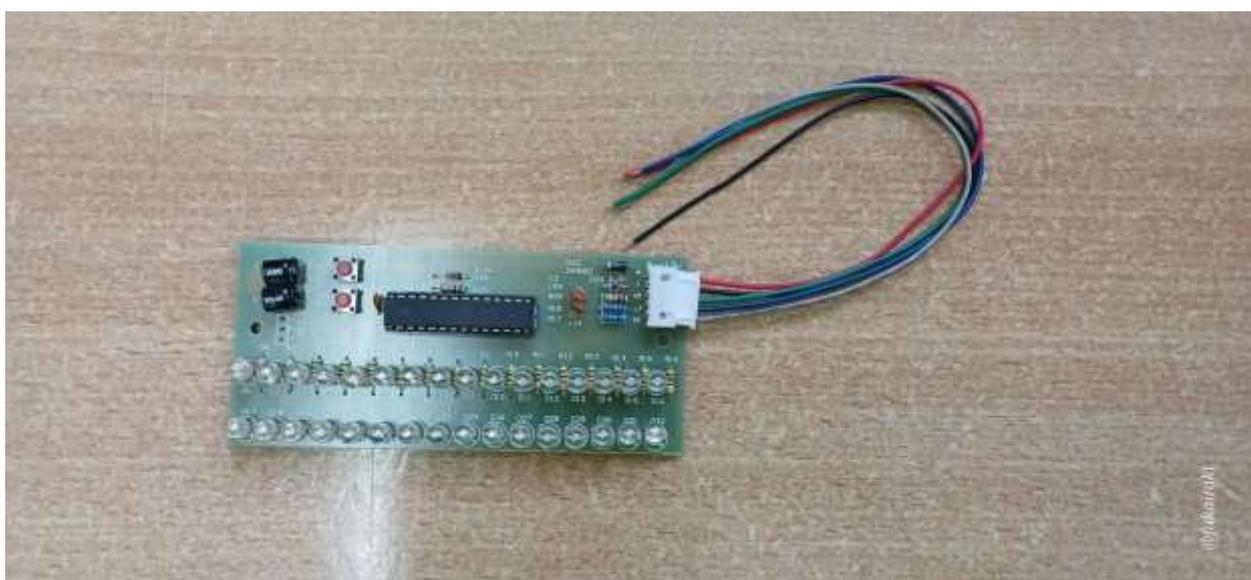


Рисунок 5 – Плата микроконтроллера



Рисунок 6 – Пример работы микрофонного усилителя

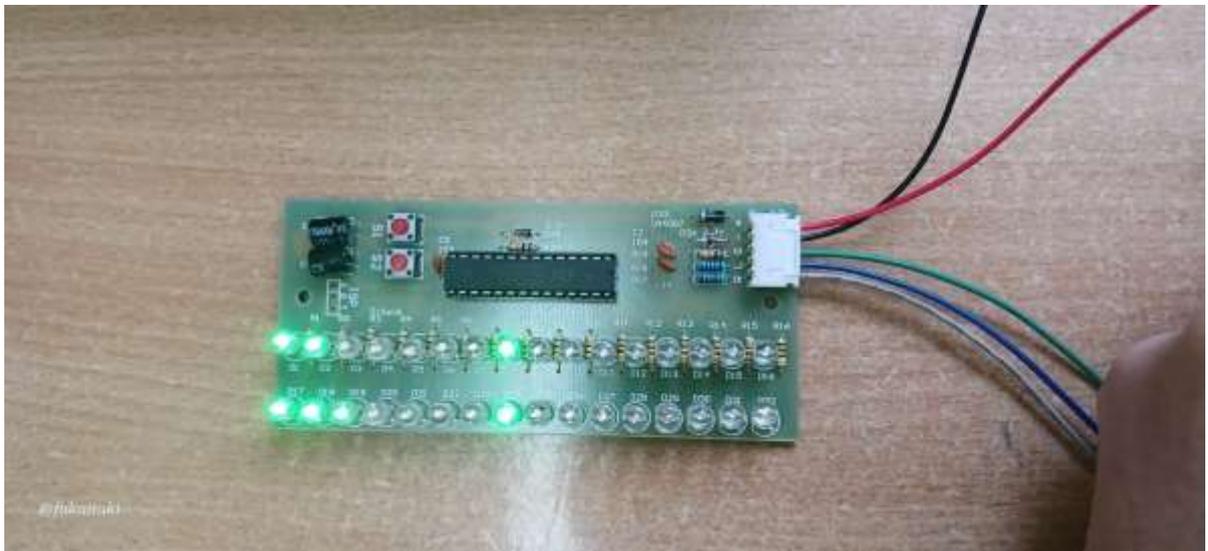


Рисунок 7 – Пример работы анализатора спектра(низкие частоты)



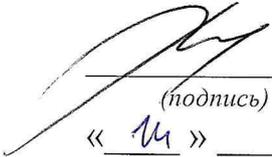
Рисунок 8 – Пример работы анализатора спектра(средние частоты)

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС



(подпись) Е.М. Димитриади
« 14 » 06 20 24 г.

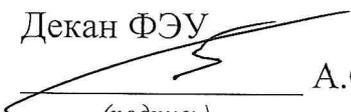
УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и инновационной работе, д-р техн. наук.
профессор



(подпись) А.В. Космынин
« 14 » 06 20 24 г.

Декан ФЭУ



(подпись) А.С. Гудим
« 3 » 06 20 24 г.

АКТ

о приемке в эксплуатацию проекта
«Анализатор спектра аудио сигнала»

г. Комсомольск-на-Амуре

« 30 » 05 20 24 г.

Комиссия в составе представителей:

со стороны заказчика

- В.В. Солецкий – руководитель СКБ,
- А.С. Гудим – декан ФЭУ

со стороны исполнителя

- С.Г. Марущенко – руководителя проекта,
- А.Н. Горовой – 1ПЭБ-1 – исполнитель,

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает проект «Анализатор спектра аудио сигнала», в составе:

1. Паспорт проекта;
2. Печатная плата с распаянными элементами;
3. Принципиальная схема печатной платы.

Руководитель проекта



(подпись, дата) 30.05.24

С.Г. Марущенко

Исполнитель проекта



(подпись, дата) 30.05.24

А.Н. Горовой