

## УСИЛИТЕЛЬ ЗВУКА С ЦИФРОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

Талатай В.Н., Соц И.К.

УО «Национальный детский технопарк», г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Гавриленко В.С. – преподаватель цикловой комиссии «Программируемые цифровые устройства» Учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» филиал «Минский радиотехнический колледж»

**Аннотация.** В данном проекте был спроектирован и собран усилитель звука с выходной мощностью  $2 \times 20$  Вт. Устройство оснащено цифровым управлением и удобным интерфейсом, что позволяет удобно настраивать звуковые параметры с высокой точностью. Собранный усилитель может быть использован как в домашних, так и в профессиональных аудио системах.

**Ключевые слова:** усилитель звука, микроконтроллер, звук, схема.

**Введение.** Звук – это один из видов информации, которую человек и другие живые существа, способные слышать, получает из окружающего мира. Он может быть приятным и мелодичным, как музыка, или неприятным и раздражающим, как шум городской улицы. Для того чтобы получить хорошее звучание музыки или других аудио-сигналов, необходимо использовать качественные аудиосистемы [1]. Одним из ключевых компонентов любой аудиосистемы является усилитель звука. Усилители звука позволяют увеличивать мощность звукового сигнала и улучшать качество звучания. Актуальность разработки усилителя звука с цифровым управлением обусловлена развитием электронных технологий, в том числе звуковой аппаратуры, и ростом требований к качеству воспроизводимого ею звука.

**Основная часть.** Для определения основных функциональных частей изделия и их взаимосвязи разработана схема электрическая структурная, представленная на рисунке 1.

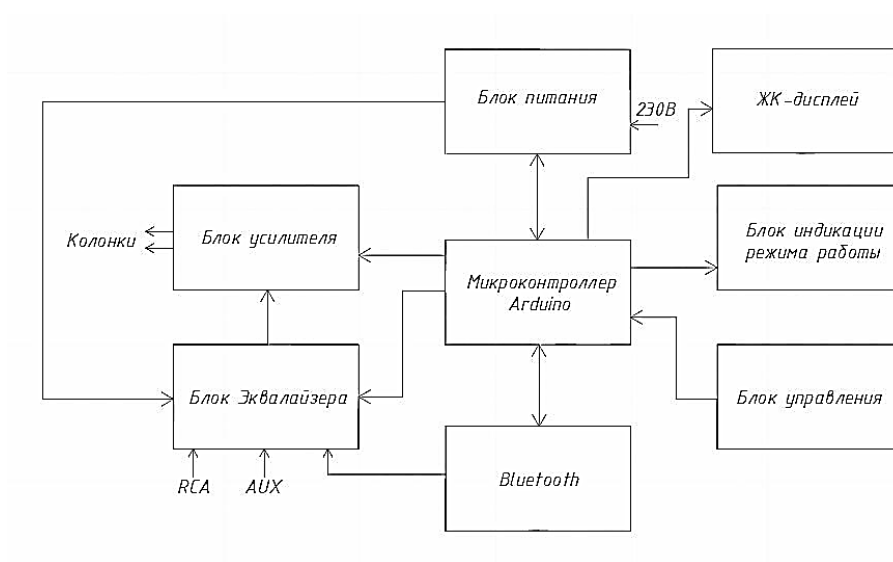


Рисунок 1 – Схема электрическая структурная

Схема электрическая структурная усилителя звука с цифровым управлением состоит из 8 блоков: блок питания, ЖК-дисплей, блок усилителя, блок индикации режима работы, микроконтроллер Arduino, блок эквалайзера, Bluetooth-модуль и блок управления.

Блок питания – единственный источник энергии для всех компонентов устройства. Устройство преобразует переменное сетевое напряжение в пониженное постоянное [2]. Блок питания имеет два выхода 5 В и один выход 15 В.

ЖК-дисплей – плоский дисплей на основе жидких кристаллов. Жидкокристаллический дисплей предназначен для отображения графической информации с различных устройств, например, с компьютера, цифрового фотоаппарата, калькулятора или часов. В разрабатываемом усилителе звука он показывает уровни громкости, баланса, тембра и номер звукового входа, например, AUX, Bluetooth или RCA.

Блок усилителя отвечает за усиление проходящего звука. К нему подается силовое питание, управляющий сигнал с микроконтроллера Arduino и слабый звук.

Блок индикации режима работы представлен красным светодиодом. Он показывает, когда устройство находится в режиме ожидания.

Микроконтроллер Arduino является основой всего усилителя звука. Он отвечает за все процессы, происходящие внутри схемы. Микроконтроллер получает сигналы от блока управления, обрабатывает их и в зависимости от полученных данных, подает сигналы управления на все остальные блоки.

Блок эквалайзера представлен микросхемой ET2314 и ее обвязкой. В зависимости от данных, полученных с микроконтроллера Arduino, он изменяет громкость, баланс, тембр звука, а также высокие или низкие частоты.

Блок управления состоит из нескольких кнопок, потенциометров и энкодера. Это главная часть схемы, с которой взаимодействует пользователь. Блок управления подает сигналы на микроконтроллер Arduino, который их обрабатывает. Основная задача этого блока – взаимодействие пользователя со всем устройством.

Модуль Bluetooth используется для подключения различных устройств и воспроизведения музыки или звуков. Он обменивается сигналами с микроконтроллером Arduino и является связующей частью между микроконтроллером и устройством, воспроизводящим звук.

При проектировании усилителя звука с цифровым управлением были разработаны две принципиальные схемы: принципиальная схема усилительного тракта и принципиальная схема модуля управления.

Схема электрическая принципиальная усилительного тракта, представленная на рисунке 2, основана на микросхеме TDA7375 (DD1). Данная микросхема является стереоусилителем класса АВ с мощностью 20 Вт на канал.

Она получает входной сигнал и сигнал включения от платы управления и эквалайзера. Выход звука осуществляется напрямую из микросхемы TDA7375. Напряжение питания, которое составляет 15 В, подается от силового блока питания. На линии питания стоят несколько конденсаторов, которые фильтруют помехи.

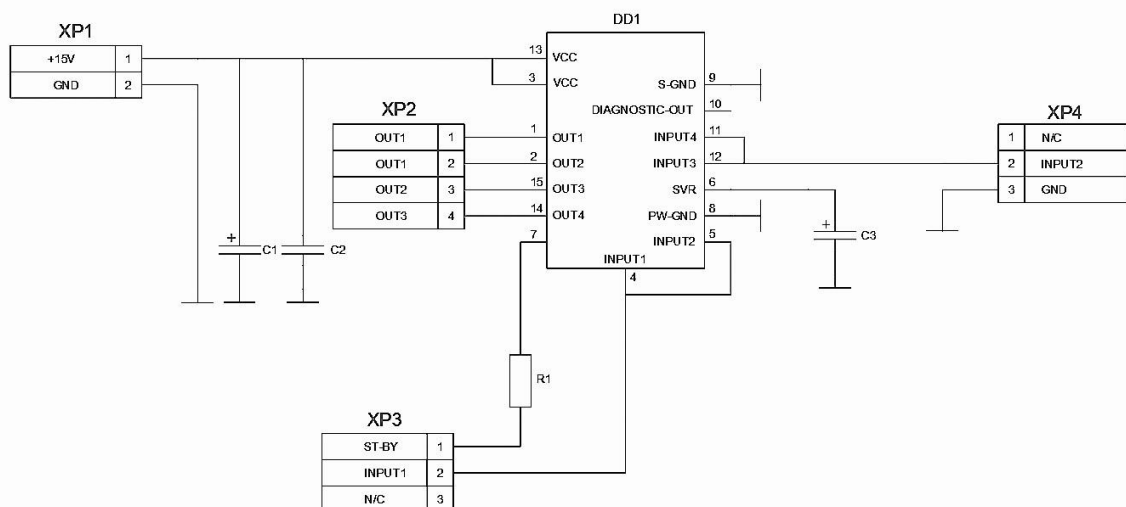


Рисунок 2 – Схема электрическая принципиальная усилительного тракта

Принципиальная схема проектируемого модуля управления и эквалайзера представлена на рисунке 3.

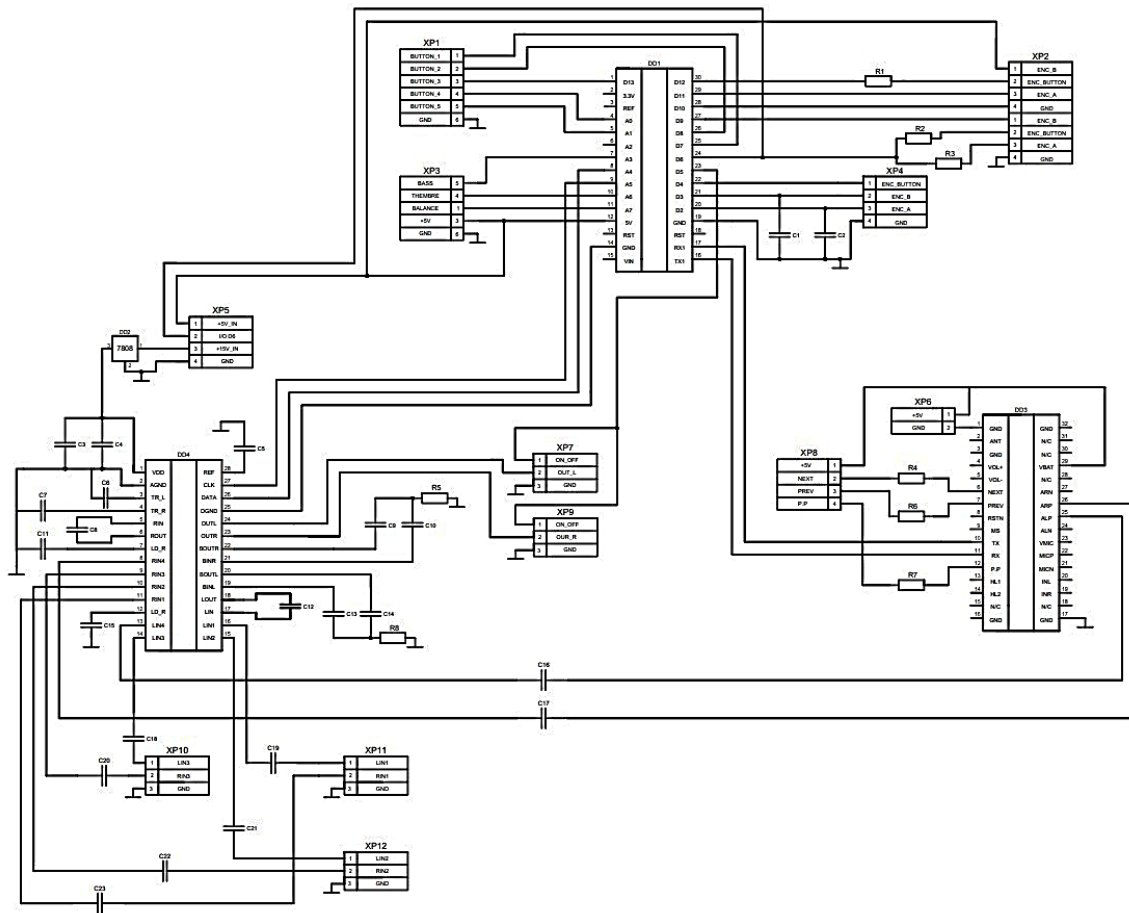
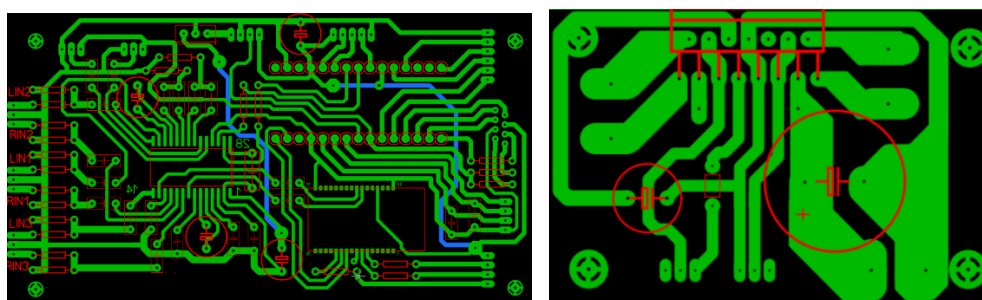


Рисунок 3 – Схема электрическая принципиальная модуля управления и эквалайзера

Схема состоит из следующего набора элементов: микроконтроллер Arduino Nano V3.0 CH340C (DD1); стабилизатор напряжения L7808CV (DD2); Bluetooth модуль BK8000L (DD3); микросхема эквалайзера ET2314 (DD4); резисторы (R1...R15), конденсаторы (C1...C23); разъемы (XP1...XP12).

Модуль блока питания представлен тремя отдельными блоками питания – силовым, который выдает 15 В и двумя 5 вольтовыми для питания логики. Также модуль блока питания имеет возможность отключения при помощи Arduino.

Трассировка печатной платы. Для создания рисунка токопроводящих дорожек была использована программа Sprint Layout. Результат трассировки представлен на рисунке 4.



а)

б)

Рисунок 4 – Результаты трассировки токопроводящих дорожек платы управления и эквалайзера (а) и платы усилительного тракта (б)

Для создания печатных плат использовалась лазерно-утюжная технология [3]. Для переноса на заготовку платы готовый рисунок токопроводящих дорожек необходимо распечатать на бумаге. Далее медный слой платы нужно очистить от любых загрязнений для лучшей адгезии. После этого нужно перенести рисунок токопроводящих дорожек при помощи утюга. Далее бумагу нужно удалить и поместить будущую плату в раствор для травления, как показано на рисунке 5.

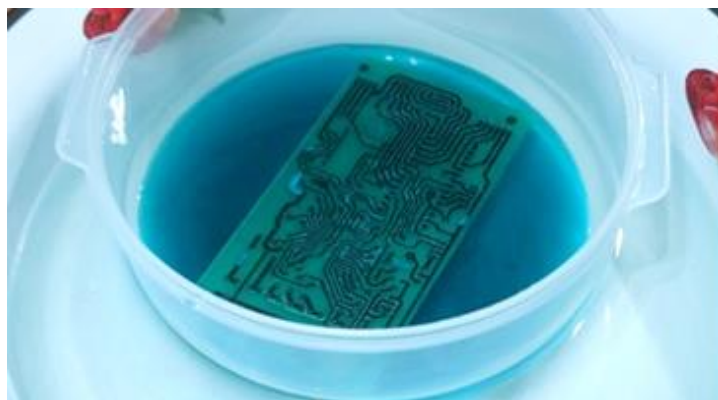


Рисунок 5 – Процесс травления печатной платы

После окончания процесса травления плату необходимо отмыть от раствора для травления, очистить от тонера и просверлить отверстия. Результат представлен на рисунке 6.

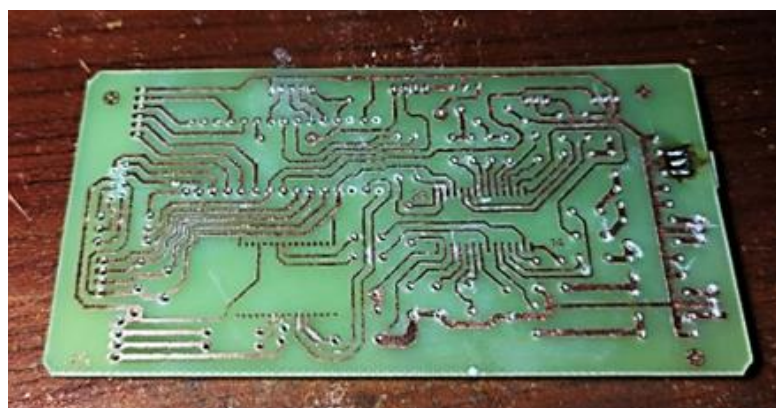
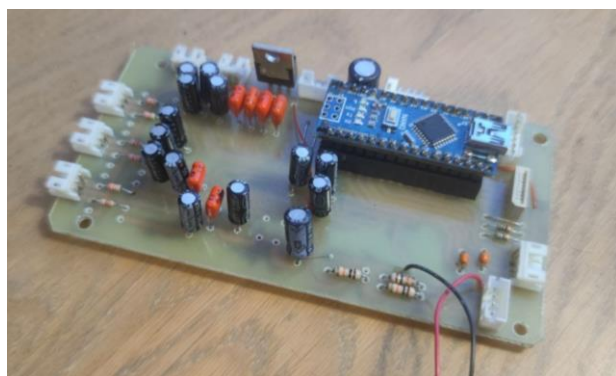
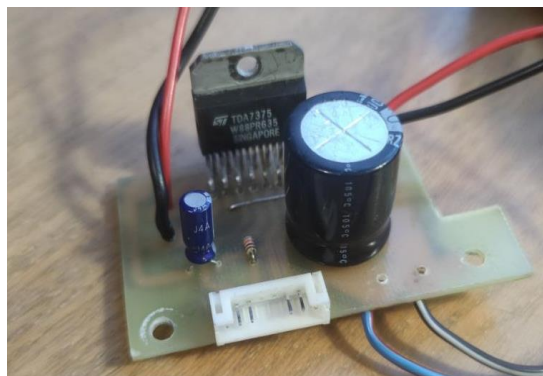


Рисунок 6 – Готовая печатная плата управления и эквалайзера с просверленными отверстиями

Далее остается только установить необходимые компоненты и запаять их. Таким образом было получено две работоспособные платы, представленные на рисунке 7.



а)



б)

Рисунок 7 – Готовые печатные платы управления и эквалайзера (а) и усилительного тракта (б)

Для усилителя был собран корпус, в котором были установлены и подключены все компоненты. Результат работы представлен на рисунке 8.



Рисунок 8 – Готовый усилитель звука с цифровым управлением

**Заключение.** Для разработки программного обеспечения было приведено описание инструментов и среды разработки. В ходе обзора различных инструментов разработки программного обеспечения для микроконтроллеров был выбран редактор исходного кода Visual Studio Code.

По итогу реализации проекта был разработан усилитель звука с цифровым управлением с использованием платформы Arduino. Проект включает в себя разработку электрической структурной схемы, электрических принципиальных схем и практическую реализацию усилителя звука с цифровым управлением.

#### **Список литературы**

- 1 Создание и обработка звука при разработке интерактивных приложений / А.И.Волковец – Минск: БГУИР, 2018 – 153 с.
2. V.Niemi, S.Balandin, V. Deart // *Emerging Topics and Questions in Infocommunication Technologies* – 2020
- 3 Брусницына, Л. А. Технология изготовления печатных плат : [учеб. пособие] / Л. А. Брусницына, Е. И. Степановских ; [науч. ред. В. Ф. Марков] ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 200 с.

UDC 004.357

## **DIGITALLY CONTROLLED AUDIO AMPLIFIER USING ARDUINO PLATFORM**

*Talatai V.N., Sots I.K.*

*Educational Institution “National Children's Technopark”, Minsk, Republic of Belarus*

*Gavrilenko V.S. - Lecturer of the cycle commission “Programmable Digital Devices” of the Educational Institution “Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics” branch “Minsk Radio Engineering College”*

**Annotation.** In this project, a sound amplifier with an output power of  $2 \times 20$  W was designed and assembled. The device is equipped with digital control and user-friendly interface, which allows you to conveniently adjust the sound parameters with high accuracy. The assembled amplifier can be used in both home and professional audio systems.

**Keywords:** sound amplifier, microcontroller, sound, circuit.