Содержание

[Аннотация 5](#_Toc92400728)

[Лист технического задания 6](#_Toc92400729)

[Введение 7](#_Toc92400730)

[1. Обзор рынка 8](#_Toc92400731)

[2. Разработка устройства 10](#_Toc92400732)

[2.1. Последовательность действий 10](#_Toc92400733)

[3.2. Структурная схема прибора и ее описание 11](#_Toc92400734)

[2.3. Структура алгоритма программы и описание основных функций 12](#_Toc92400735)

[3. Конструкторская глава 13](#_Toc92400736)

[3.1. Выбор источника питания 13](#_Toc92400737)

[3.2. Микропроцессорный блок 13](#_Toc92400738)

[3.3. Цепи подключения датчика 14](#_Toc92400739)

[3.4. Устройства управления и индикации 14](#_Toc92400740)

[3.5. Связь микроконтроллера и микросхемы АЦП 15](#_Toc92400741)

[4. Расчет стоимости 17](#_Toc92400742)

[Заключение 20](#_Toc92400743)

# Аннотация

В данной работе рассматривается задача разработки датчика для замера температуры и влажность с последующей отправкой данных по Wi-Fi с помощью модуля ESP-01S, либо отображении этих данных на встроенном OLED дисплее.

Составляется структурная и принципиальная схема устройства, производится подбор элементной базы, трассировка, размещение элементов на плате, создание прототипа корпуса прибора, а также сравнение с уже имеющимися прототипами на рынке и с серийными аналогами.

# Лист технического задания

1. Прибор – датчик температуры и влажности;

2. Назначение – измерение температуры и влажности окружающей среды;

3. Тип датчика или сенсора – датчик измерения температуры и влажности;

4. Аналоговая часть – отсутствует;

5. Тип микроконтроллера – MSP430;

6. АЦП – измерение напряжения аккумулятора для контроля разряда;

7. Устройство ввода – кнопки;

8. Устройство вывода – OLED дисплей;

9. Интерфейс связи с ПК – Wi-Fi;

10.Тип питания – автономное;

11.Габариты устройства не должны превышать 40 мм х 100 мм х 40 мм (ШВГ);

12.Устройство должно быть защищено от помех и иметь защиты от перехвата информации по беспроводной связи.

# Введение

С помощью датчика температуры и влажности можно обеспечить комфортные условия в доме, потому что его показатели помогут вовремя проветривать комнаты, регулировать отопительную систему.

Датчик – небольшая микросхема, которая оснащена термистором и емкостным определителем влажности. Эти элементы и определяют влажность и температуру воздуха.

В рамках данного курсового проекта разрабатывается устройство измерения температуры и влажности с возможностью передачи данных по беспроводному каналу связи и возможностью индикации текущих показаний на встроенном OLED дисплее, выполненном на основе модулей AHT20 (датчик температуры и влажности), ESP-01S (Wi-Fi модуль) и WEA012864MX (дисплейный модуль фирмы «Winstar»).

# 1. Обзор рынка

В зависимости от назначения стетоскопы можно классифицировать на следующие категории:

Общего назначения. Это универсальный инструмент. Благодаря нескольким режимам подходит для прослушивания сердца, бронхов, легких, сосудов, кишечника.

Педиатрический стетоскоп. Уменьшенный размер мембраны позволяет использовать его для осмотра детей с рождения и до 1 года.

Фетальный стетоскоп. Предназначен для прослушивания сердцебиения и других звуков жизнедеятельности плода в животе у беременных.

Также стетоскопы различаются по техническим характеристикам:

 С двойной головкой. Это общие или педиатрические приборы, в

которых предусмотрена возможность поворота головки. Стетоскоп данного типа изображен на рисунке 1.

 С одинарной головкой. Широко востребован среди кардиологов. Обеспечивает хорошее качество звука.

 С настраиваемой диафрагмой. Данная модель является одной из наиболее прогрессивных и отличается хорошими показателями акустики и чувствительности. Позволяет прослушивать звуки в различных диапазонах частот, не переворачивая головку прибора.

 Электронный. Этот инструмент популярен среди врачей, страдающих проблемами слуха: наушники для стетоскопа данного вида имеют специальный усилитель, который позволяет увеличивать объем звука в 10 раз. Тем не менее, в точности передачи звука уступает обычным акустическим стетоскопам. Существуют также специальные электронные стетоскопы для беременных, с помощью которых можно прослушивать и записывать звуки жизнедеятельности малыша. Полностью соответствуют критериям безопасности как для будущей мамы, так и для ребенка [2]. Стетоскоп данного типа изображен на рисунке 2.

7

Рисунок 1 – Стетоскоп с двойной головкой

8

Рисунок 2 – Электронный стетоскоп

Поскольку разрабатываемый стетоскоп относится к электронным, то мы также будем рассматривать рынок электронных стетоскопов. Сведем информацию в таблицу 1.

Таблица 1 Сводная информация о стетоскопах

Тип Наименование Стоимость

Электронный Force 1926 р

Электронный Snap on 34675 р

Электронный Littmann Cardiology 4 17900 р

Электронный Littmann 3200 42900 р

Поскольку информация о разрабатываемых устройствах недоступна, то мы не можем сравнить их с уже выпущенными в серийное производство.На основании полученной таблицы можно сделать вывод, что разница в стоимости между различными вариантами огромна. Это обусловлено их функционалом и качеством исполнения. Можно сделать вывод, что для разрабатываемого устройства с невысоким функционалом найдется ниша в области низких и средних цен на стетоскопы.

# 2. Разработка устройства

# 2.1. Последовательность действий

Следующим шагом после получения технического задания являлось составление структурной схемы устройства с описанием основных узлов.

Далее была составлена укрупненная блок-схема требуемого кода и имена основных функций. После были произведены расчеты и подобраны компоненты по основным узлам устройства. Финальным шагом являлся расчет производства единичного и серийного экземпляров.

# 3.2. Структурная схема прибора и ее описание

Структурная схема разрабатываемого прибора изображена на рисунке 3.

Рисунок 3 – Структурная схема разрабатываемого прибора

Bluetooth

Питание DC

PIC18

XTAL

Аудиокодек Микрофон

Дадим ее краткое описание. Источником питания является литийполимерный аккумулятор.

Тактирование микроконтроллера осуществляется от внешнего кварцевого резонатора XTAL, тактирование АЦП от выхода OCLK микроконтроллера.

Bluetooth-модуль является устройством беспроводного ввода и вывода информации.

Аналоговые данные от электретного микрофона поступают на микросхему аудиокодека и после оцифровки с фильтрацией поступают на микроконтроллер.

# 2.3. Структура алгоритма программы и описание основных функций

Структура программы разрабатываемого устройства изображена на рисунке 4 с именами основных функций. Дадим краткое описание работы программы.

Рисунок 4 – Структура программы разрабатываемого устройства

Установка состояния портов и тактированияPin\_init(), CLK\_init()

Настройка протокола передачи Bluetooth и организация передачи BL\_send\_command(), BL\_recieve\_data()

Передача и прием данных на Bluetooth

BL\_send(), BL\_recieve()

Получение данных от кодека

Codec\_recieve\_data()

Изначально настраиваются порты ввода вывода и настройка тактирования микроконтроллера. Следующим шагом является протокола передачи данных Bluetooth. Далее настраивается микросхема аудиокодека и производится прием информации с цифровых портов с последующий передачей на микроконтроллер и устройство Bluetooth.

# 3. Конструкторская глава

# 3.1. Выбор источника питания

Основные потребители энергии:

1. Микроконтроллер MSP430F2112;
2. Дисплейный модуль WEA012864MX;
3. Wi-Fi модуль ESP-01S;
4. Модуль измерения температуры и влажности AHT20.

**Потребление MSP430F2112.** Основную часть времени контроллер находится в режиме энергосбережения (LPM3), в котором потребление составляет примерно 0,8 мкА при напряжении питания 3,3 В, с периодическим выходом в активный режим, в котором потребление составляет 450 мкА при напряжении питания 3,3 В. Среднее потребление при нахождении в активном режиме 10 секунд каждую минуту составит 45,72 мкА при напряжении питания 3,3 В.

**Потребление модуля ESP-01S.** По аналогии с MSP430 модуль ESP-01S находится в режиме сна, выходя из него только для передачи данных. В режиме сна потребление составляет 20 мкА при напряжении питания 3,3 В. В активном режиме при мощности передатчика 20 мВт (13 дБм) потребление составляет 120 мА при напряжении питания 3,3 В. В активный режим передатчик переходит раз в минуту и находится в нём в среднем одну секунду благодаря чему среднее потребление составит 2,05 мА при напряжении питания 3,3 В.

**Потребление модуля AHT20.** В режиме бездействия потребление составляет не более 250 нА при напряжении питания 3,3 В. В режиме измерения потребление составляет 23 мкА при напряжении питания 3,3 В. Режим измерения длится 80 мс и производится один раз в минуту. Среднее потребление при этом составит примерно 280 нА при напряжении питания 3,3 В.

**Потребление дисплейного модуля WEA012864MX.** В режиме ожидания драйвер дисплея SSD1306 потребляет не более 10 мкА при напряжении питания 3,3 В. В активном режиме дисплейный модуль потребляет 15 мА при напряжении питания 3,3 В при 50% заполнении дисплея. Так как периодическое включение дисплея отсутствует, то среднее потребление составляет 10 мкА при напряжении питания 3,3 В.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Потребитель** | **Потребление в ждущем режиме при напряжении 3,3 В, мА** | **Потребление в активном режиме при напряжении 3,3 В, мА** | **Среднее потребление при напряжении 3,3 В, мА** | **Среднее потребление, мВт** |
| MSP430F2112 | 0,0008 | 0,45 | 0,0457 | 0,151 |
| ESP-01S | 0,02 | 120 | 2,02 | 6,7 |
| AHT20 | 0,00025 | 0,023 | 0,0003 | 0,0008 |
| WEA012864MX | 0,01 | 15 | 0,01 | 0,033 |

Таким образом примерное среднее потребление устройства составляет примерно 6,85 мВт.

Предполагается использование литий-полимерного аккумулятора 803040-950 ёмкостью 950 мА/ч и номинальным напряжением 3.7 В, или 3,515 Вт/ч. Без учёта саморазряда аккумулятора и в случае соответствия номинальной ёмкости время автономной работы устройства от одного заряда составит примерно 513 часов или 21 день и 9 часов в случае измерения и передачи данных один раз в минуту.

При этом максимальное потребление тока может составить примерно 136 мА при напряжении питания 3,3 В.

Рисунок 5 – Литий-полимерный аккумулятор

Блок питания литий-полимерного аккумулятора LP383450 с номинальным напряжением 3.7 В, изображенный на рисунке 5, является источником постоянного напряжения. Напряжение с блока поступает на линейный регулятор с малым падением. Стабилизатор состоит из самой микросхемы стабилизатора напряжения DA2, выполненной в пластиковом корпусе LM317, а также двух электролитических конденсаторов в корпусе CAPPR-2.54/3.81, номиналами 0.33мкФ и 0.1мкФ соответственно. Емкости призваны снабдить устройство стабилизированным напряжением, для предотвращения возможных всплесков напряжения питания от источника, а также исключение просадки напряжения при кратковременных переходных процессах.

# 3.2. Микропроцессорный блок

В качестве микроконтроллера для реализации проекта используется PIC18F442. На печатной плате данная микросхема представлена в корпусе DIP-28. Использование корпуса для ручного монтажа оправдано высокой плотностью монтажа поверхностных элементов и простотой устройства, не представляющего высоких требований к индуктивности линий.

Тактирование микроконтроллера осуществляется от внешнего кварцевого резонатора на 8 Мгц с использованием фазовращающих конденсаторов, номинал которых определяется согласно частоте генерации. Схема блока тактирования микроконтроллера изображена на рисунке 6.

Рисунок 6 - Схема генератора тактовых импульсов

К микроконтроллеру также подключены кнопки, с помощью которых осуществляется включение, настройка режима работы и измерений устройства.

# 3.3. Цепи подключения датчика

В качестве датчика для аускультаций используется электретный микрофон, подключенный к микросхеме аудиокодека BU26154MUV.

Микрофон подключается к соответствующим пинам микросхемы (SPOUT+ для положительного напряжения и SPOT- для отрицательного напряжения) через RC-фильтр, снижающий наложение шумовых составляющих на полезный спектр сигнала при его дискретизации. Размах сигнала задается связкой из резистора и двух параллельно включенных конденсаторов к портам MIN1, MIN2. На входах питания между линиями питания и земли стоят керамические конденсаторы, снижающие пульсации напряжения.

# 3.4. Устройства управления и индикации

В качестве устройства беспроводного ввода и вывода используется Blueetoth-модуль, принципиальная схема которого изображена на рисунке 7.

Рисунок 7 – Схема bluetooth-модуля

Для интерфейса связи с ПК используется Bluetooth-модуль HC-05 (DD1). На плате расположен чип BC417 от компании Cambridge Silicon Radio, который обеспечивает аппаратную поддержку Bluetooth 2.0+EDR, а также флэш-память ES29LV800DB-70WGI от Excel Semiconductor на 8 Мбит (1 МБ), хранящая прошивку и настройки. Передача данных идет по протоколу UART, выводы CTS и RTS в данном случае не используются.

Вывод PIO8 — для светодиода, показывающего состояние модуля: светодиод мигает с разной скоростью в зависимости от того, чем занят модуль — опросом Bluetooth-устройств, ожиданием или чем-то ещё. Резистор R3 используется для ограничения тока через светодиод VD4. Вывод PIO9 — для светодиода, показывающего статус соединения: горит, если установлено соединение с другим Bluetooth-устройством. Резистор R2 используется для ограничения тока через светодиод VD5. На плате установлен стабилизатор напряжения MC33269ST-3.3T3 на 3.3В, чтобы можно было запитать модуль стандартным напряжением 5В. подключив питание к выводу, обозначенному +5В. Электролитические конденсаторы C1, C2 играют корректирующую роль. C2 предназначена для сглаживания пульсации, а С1 – для защиты от вероятного высокочастотного возбуждения микросхемы.

Резистор R1 используется для ограничения тока через светодиод VD2, который показывает статус питания устройства.

# 3.5. Связь микроконтроллера и микросхемы АЦП

Передача данных между аудиокодеком и микроконтроллером PIC18F442 осуществляется через интерфейс I2C. Резисторы R5, R6 подтягивают линии к питанию и их номинал влияет на крутизну фронтов сигнала.

Тактирование микросхемы АЦП осуществляется от микроконтроллера через специализированный вывод T1CKL, также выходы микроконтроллера, имеющие настраиваемый таймер, подключены к тактовым портам микросхемы SAI\_LRCLK, SAI\_BCLK.

# 4. Расчет стоимости

Одним из важнейших компонентов конкурентоспособности и вероятности попадания в серию устройства является его стоимость.

Поскольку полученная печатная плата является двуслойной односторонней, то можно ожидать невысокой стоимости самой печатной платы, по сравнению с файлами гербера, по которым будет осуществляться подготовка к производству, и нанесением пасты. Произведем расчеты стоимости для единичных выпусков для компонентов, печатной платы, упаковки, монтажа и сборки, а также корпуса. Затем приведем цены с учетом серийности производства.

Таблица 2 Стоимость компонентов

№ Наименование Цена

SB1-SB4 Кнопка smd EVQ-11 10

GB1 Аккумулятор LP383450 350

C14

CAPPR-2.54/3.81-0,33

мкФ

14

C4

CAPPR-2.54/3.81-0,1

мкФ

13

ZQ1 Резонатор HC49-U 16

R1-R6, R9 Резистор 0603 4k7 1

C1,C2 Конденсатор 0603 20 pF 2

R8 Резистор 0603 2k 1

C12, C13

Конденсатор 0603 0.47

uF

1.5

C3,C5-C8, C14,C15 Конденсатор 0603 1 uF 1.5

C3 Конденсатор 0603 2.2 uF 1.5

C11 Конденсатор 0603 4.7 uF 1.5

U1 Микросхема PIC18F442 650

DA1 LM317 37

HC-05 890

U2 PLD-4 3

BM1 HMO0603A-60 92

U3 BU26154MUV 170

17

При разработке корпуса основными требованиями для него являлись жесткость и малая шероховатость. Также необходимо учитывать малые габариты устройства и наличие отверстия, через которое осуществляется связь электретного микрофона и звуковода. Корпус было решено напечатать на 3Д принтере.

Таблица 3 Стоимость корпуса

Единица Стоимость

Пластик 1750 р

Печать 2800 р

Таблица 4 Стоимость упаковки

Единица Стоимость

Гофрокорб 400х400х400 мм 570 р

Ложемент из пенопласта 670 р

Таблица 5 Стоимость монтажа

Единица Стоимость

Поверхностный монтаж 490 р

Ручной монтаж 250 р

Итоговая стоимость компонентов составляет: 1182 р.

Согласно данным с сайта Резонит стоимость производства данной двуслойной печатной платы с односторонним монтажом с учетом двустороннего нанесения маски и шелкографии, а также пасты для поверхностного монтажа пасты и самого монтажа составит 7327.4 р, из которых 1800 р это стоимость нанесения пасты, 2300 р это трафарет и 740 р это стоимость монтажа [3]. В качестве упаковочной коробки используется гофрокорб из картона с габаритами 400х400х400 мм стоимостью 570 р и заказной пенопластовый ложемент стоимостью 670 р. Корпус стетоскопа было решено напечатать на 3Д принтере из ударопрочного пластика.

Стоимость данного корпуса ввиду его технической сложности с учетом печати составляет 4550 р.

Итоговая стоимость для единичного производства составляет 14999,4 р, что значительно больше чем стоимость аналогов схожей технической сложности конкурентов. Однако, при введении в серию данного устройства можно ожидать снижения цены до 80% до 2999,88 р. Такая цена уже может конкурировать на рынке.

# Заключение

В ходе работы был разработан стетоскоп и оценена его стоимость как при единичном, так и при серийном исполнении. Полученные результаты позволяют предположить о возможности конкуренции с аналогами при серийном производстве. Стоит отметить, что при разработке не учитывалась стоимость звуковода и головок.

Приложение А............................................................................................................................................19

Приложение Б............................................................................................................................................22

Приложение В............................................................................................................................................24

Приложение В............................................................................................................................................25

Библиография ............................................................................................................................................33