

РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ КВАДРОКОПТЕРА DJI PHANTOM

Т. В. Мальцева

*Белорусский государственный университет, г. Минск;
tanjamaltzevatanja@gmail.com;
науч. рук. – Н. Н. Кольчевский, канд. физ.-мат. наук, доц.*

Система Arduino при подключении модулей, предоставляющих возможности беспроводной связи, позволяет передавать экспериментальные данные удаленному пользователю. Рассматривается процесс разработки системы на основе микроконтроллеров Arduino и модулей радиосвязи HC-12. Корпус измерительной системы разработан в системе Компас 3D и изготовлен на 3D принтере Ultimaker 2+. Разработанная и изготовленная система предназначена для использования совместно с квадрокоптером DJI Phantom и позволит оперативно передавать получаемые в ходе измерений данные. В работе обсуждаются другие возможные способы организации беспроводных измерительных систем.

Ключевые слова: DJI Phantom 3; Arduino; Arduino Uno; Компас 3D; Ultimaker Cure 5.0; HC-12; радиосвязь; NodeMCU.

При проведении экспериментов нередко возникает потребность в беспроводной передаче получаемых данных. Использовать существующие компьютеризированные платы Arduino, STM, Rasbery PI и другие выгодно как с точки зрения финансовых расходов, так и с точки зрения отсутствия необходимости проектировать и создавать радиотехническую систему с нуля. Используя платы микроконтроллеров, микропроцессоров и миникомпьютеров, можно создать систему из уже существующих компонентов, что значительно сократит стоимость и время разработки.

Для выполнения данной задачи могут быть использованы платы Raspberry Pi Zero, NodeMCU, Particle Photon, но наиболее дешевым решением будет выбор Arduino. Arduino — разновидность процессорных плат для разработки аппаратно-программных средств на базе микроконтроллеров Atmel ATmega. Данный микроконтроллер является более распространенным среди своих аналогов, что существенно расширит количество доступной информации и упростит поиск необходимых деталей и модулей. Преимущество микроконтроллеров типа Arduino заключается в наличии прошитого в них загрузчика, то есть для работы не требуется наличия аппаратного программатора.

Среда разработки под Arduino находится в открытом доступе, существует также выбор альтернативных программных продуктов. После установки среды разработки Arduino ide 1.8.13 нужно подключить модуль Arduino к USB порту компьютера и удостовериться в диспетчере

устройств, что компьютер опознал устройство. Далее можно приступить к созданию программного функционала.

Для передачи экспериментальных данных с квадрокоптера DJI Phantom необходима система, работающая на расстоянии до 500 метров. Ниже представлена таблица, содержащая информацию о типах беспроводной связи. В ней представлены модули, на которых возможна реализация различных типов связи, в частности ИК [1], Bluetooth [2] и Wi-Fi [3], также их стоимости и максимально возможные скорости передачи. Таблица наглядно иллюстрирует, что наиболее выгодным решением будут являться радиомодули, например, модуль HC-12. Некоторые технические характеристики данной платы: частота приёма и передачи: 2,4 ГГц, напряжение питания: 1,9В – 3,6В.

В рамках проведения курсовой был также протестирован модуль ESP8266, однако расстояние передачи данных не является достаточным.

Таблица

Информация о типах беспроводной связи

Тип связи	Примеры модулей	Стоимость, доллары	Дальность передачи данных
ИК	HX1838	0,72	8 м
Bluetooth	HC-05	2,72	9 м
Wi-Fi	ESP8266	2	100 м
Радиосвязь	HC-12	0,9	100-1000 м (с антенной)

Структурная схема измерительного комплекса будет состоять из двух основных блоков: принимающий сигнал блока и передающего блока (рис. 1). Принимающий сигнал модуль должен быть подключен к компьютеру, мобильному телефону, или же к плате должен быть подключен экран, на самой плате должен находиться и радиопередатчик. Передающий сигнал блок будет состоять из платы Arduino и подключенного радиомодуля, которые будут находиться в едином корпусе, также к этой плате будет подключено измерительно устройство.

Для проверки работоспособностей модулей измерительного комплекса, была собрана следующая схема на макетной плате в двойном экземпляре. Один экземпляр предназначен для реализации принимающего блока, второй - для передающего блока. На принимающую и передающую сигнал платы был загружен код (рис. 2). Предполагалось, что на экране принимающей платы появится сообщение, передаваемое передающим блоком. Результатом загрузки кодов стало то, что можно увидеть сейчас на скриншоте справа. Удавшаяся передача сигнала через радиомодули подтверждает работоспособность отдельных элементов электрической схемы и программ, загруженных в платы Arduino.

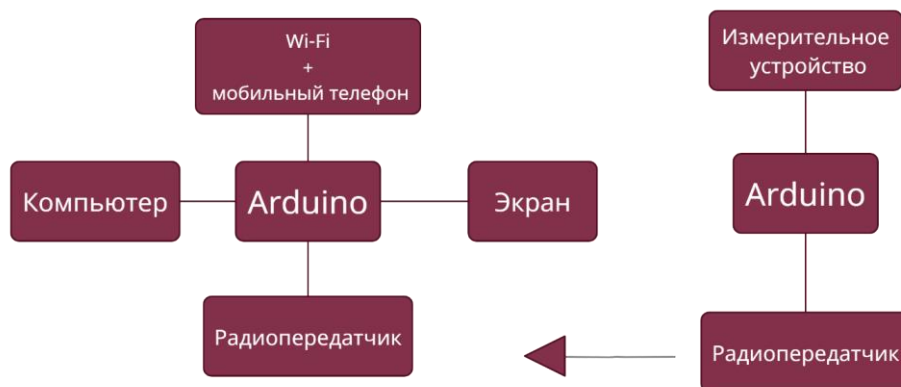


Рис 1. Структурная схема измерительного комплекса

```

#include <SoftwareSerial.h>

#define rxPin 2
#define txPin 3

SoftwareSerial HC12(rxPin, txPin);
long baud = 9600;

void setup() {
  // define pin modes for tx, rx:
  pinMode(rxPin, INPUT);
  pinMode(txPin, OUTPUT);

  Serial.begin(baud);
  while (!Serial) {
    ; // wait for serial port to connect. Needed for native USB port only
  }
  Serial.println("Serial monitor available... OK");

  Serial.print("Serial link available... ");
  HC12.begin(9600);
  if (HC12.isListening()) {
    Serial.println("OK");
  } else {
    Serial.println("NOK");
  }

  //test HC-12
  Serial.print("HC-12 available... ");
  HC12.write("AT+DEFAULT");
  delay(1000);
  while (HC12.available() > 0) {
    Serial.write(HC12.read());
  }
  Serial.println();
  Serial.println("Initialization done.");
}

void loop() {
  //data is waiting in the buffer
  if (HC12.available() > 0) {
    Serial.print("baillie");
    Serial.print(" RF: ");

    while (HC12.available() > 0) {
      Serial.print(char(HC12.read()));
    }
  }
  delay(100);
}
  
```

```

#include <SoftwareSerial.h>

#define rxPin 2
#define txPin 3

SoftwareSerial HC12(rxPin, txPin);
long baud = 9600;

void setup() {
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);

  // define pin modes for tx, rx:
  pinMode(rxPin, INPUT);
  pinMode(txPin, OUTPUT);

  Serial.begin(baud);
  while (!Serial) {
    ; // wait for serial port to connect. Needed for native USB port only
  }
  Serial.println("Serial monitor available... OK");

  Serial.print("Serial link available... ");
  HC12.begin(9600);
  if (HC12.isListening()) {
    Serial.println("OK");
  } else {
    Serial.println("NOK");
  }

  //test HC-12
  Serial.print("HC-12 available... ");
  HC12.write("AT+DEFAULT");
  delay(1000);
  while (HC12.available() > 0) {
    Serial.write(HC12.read());
  }
  Serial.println();
  Serial.println("Initialization done.");
}

boolean state = false;

void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, state);

  HC12.println("3 кафедра передает планетный привет.");
  delay(1000);

  state = !state;
}
  
```

Рис 2. Загруженные коды, программа передачи сигнала (слева) и программа приема сигнала (справа)

Схема измерительного комплекса предполагает, что блоки представляют корпус с размещенными в нём элементами и модулями. Разработанный в среде Компас 3D корпус состоит из двух частей и двух элементов крепления к стойке квадрокоптера DJI Phantom 3. Корпус содержит элементы крепления платы Arduino, отверстия для крепежа, технические отверстия для датчиков, отверстие под провод электропитания, два отверстия под соединение с нижней частью корпуса, крепление для радиомодуля HC-12 и отверстия для антенны.

Файлы, сгенерированные в системе проектирования Компас 3D, были загружены в программу для работы с 3D принтером Ulitimaker Cure 5.0 (рис. 3). В программе настраивается процесс и параметры изготовления,

положение и ориентация корпуса и рассчитывается время выполнения, масса и количество слоев. В результате формируется исполняемый файл в формате .gcode, который непосредственно загружается в 3D принтер.

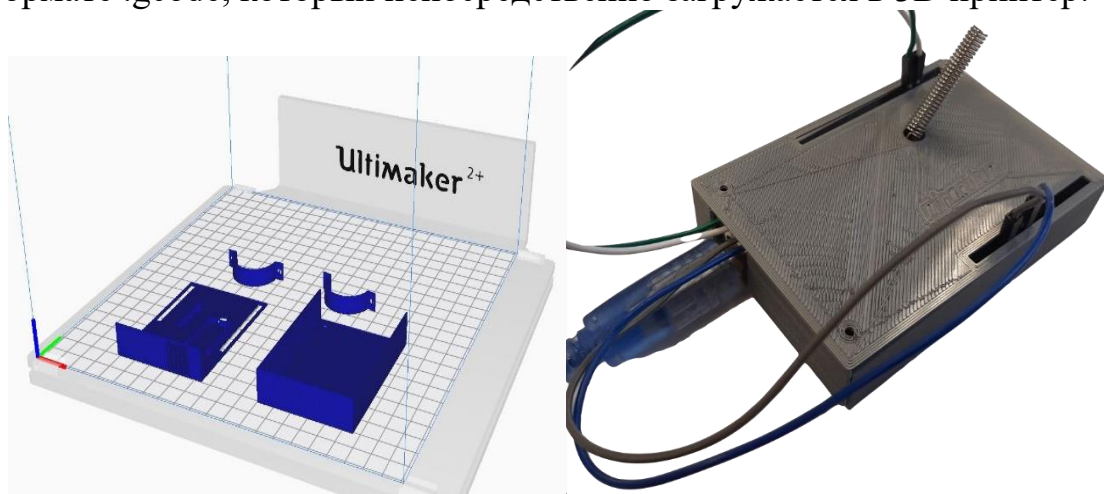


Рис 3. Рабочее окно моделирования работы 3D принтера Ultimaker Cure 5.0 и фотография изготовленного модуля передатчика

Корпус (рис. 3) выполнен из пластика PLA, время его выполнения на 3D принтере составляет 5 часов и 1 минуту. Корпус состоит из 168 слоев пластика PLA. Вес изделия составил 17 граммов.

В целом можно сделать вывод, что успешно освоены этапы проектирования, разработки и изготовления электронных систем на основе Arduino платформы. Изготовлена беспроводная система для передачи экспериментальных данных с квадрокоптера DJI Phantom 3, что в дальнейшем позволит проводить экспериментальные измерения с передачей данных удаленному пользователю.

Библиографические ссылки

1. Описание модуля HX1838 [Электронный ресурс]. URL: <https://robotchip.ru/obzor-modulya-hx1838-s-ik-pultom/> (дата обращения 28.04.2021).
2. Описание модуля HC-05 [Электронный ресурс]. URL: <https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/arduino-bluetooth-hc05-hc06/> (дата обращения 02.05.2021).
3. Описание модуля ESP-01 [Электронный ресурс]. URL: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/wi-fi-modul-esp-01/> (дата обращения 02.05.2021).