

СОЗДАНИЕ МЕТЕОСТАНЦИИ НА БАЗЕ БПЛА

Барсуков Д.А., Волосатова Т.М.

*Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана,
г.Москва*

Ключевые слова: метеостанция, микро-лаборатория, гексакоптер, летательный аппарат.

Аннотация. В статье рассматриваются принципы и технология создания микро-лаборатории на базе беспилотного летательного аппарата, посредством которой будет осуществляться мониторинг экологических и климатических показателей в местах, недоступных для стационарных или автомобильных мониторинговых станций. Подробно исследовано: варианты существующих автономных метеостанций; возможности микроконтроллера arduino uno для создания метеостанции; устройство гексакоптера, его сборка и настройка; а также воздействие на здоровье человека углеводородных газов, угарного газа, освещенности и давления. В заключении представлены рекомендации по использованию данного аппарата, в частности, в каких случаях это будет наиболее эффективно.

В наше время проблема экологии приобрела особое значение. В районах, находящихся в непосредственной близости к сильно загруженным автомобильным дорогам, аэродромам, заводам, вопрос загрязненности окружающей среды является ключевым. В статье ТАСС от 8 февраля 2018 рассматривается вопрос создания системы экологического мониторинга в Подмосковье. «Система будет включать в себя датчики в трубах заводов... стационарные посты и передвижные лаборатории». По мнению авторов стационарные и передвижные лаборатории не смогут дать подробную информацию об экологическом состоянии в некоторых местах Подмосковья. Например, вблизи свалок мусора или в местах захоронения радиоактивных отходов, а также в других труднодоступных местах они не смогут провести замеры. Также на разных высотах концентрация газов изменяется, вследствие этого и измерения необходимо проводить на разной высоте, что не доступно для таких видов станций. В связи с этим целью работы стало создание локальной метеостанции с экологической функцией на базе беспилотного летательного аппарата.

В ходе работы были поставлены следующие задачи: создание микро-лаборатории, определение способа сбора данных и их записи на коптере, сборка летательного аппарата, установка метеостанции на борт коптера и проверка работоспособности аппарата. Был проведен сбор информации о предшествующих решениях проблемы, платформе arduino (микроконтроллер, взятый в качестве основы для микро-лаборатории), об устройстве и сборке коптера. Экспериментальный метод позволил проверить функциональность аппарата на практике.

Создание микро-лаборатории на платформе arduino

Обоснование актуальности создания автономной метеостанции

Исходя из цели работы, были рассмотрены различные готовые метеостанции. Большинство из них имеет ограниченный набор сенсоров, например, модели: Ea2 ED609 (имеет 3 датчика), RST 02777(5 датчиков). В рассмотренных станциях отсутствуют: возможность передачи данных на компьютер и возможность дальнейшей модернизации метеостанции.

Составляющие метеостанции

Самым простым в использовании и сравнительно дешевым решением оказалось создание метеостанции на базе платформы Arduino Uno. Она имеет неограниченный набор функций. По ходу дальнейших исследований возможно подключение других или замена используемых датчиков. Код программы, написанный в среде Arduino IDE, открыт. В зависимости от поставленной задачи он может быть изменен или дополнен.

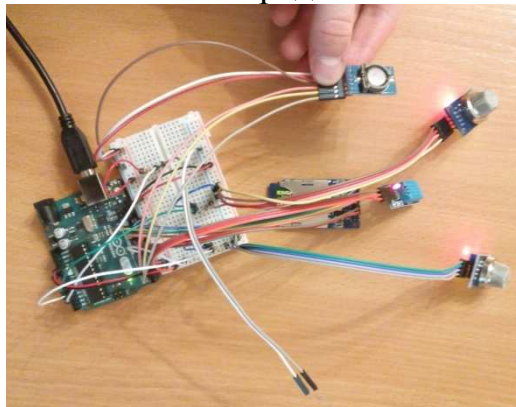


Рис. 1. Подключение датчиков к метеостанции

Составляющие микро-лаборатории, представленной на рисунке 1: плата управления arduino UNO, макетная плата, сенсоры: MQ-2 для фиксации: пропана C₃H₈, метана CH₄, н-бутана C₄H₁₀, MQ-4 для фиксации угарного газа, IMU-модуль для измерения высоты над уровнем моря и давления, датчик освещенности, датчик температуры и влажности, модуль реального времени, SD card модуль.

Программа на языке Arduino

Поставлена задача - написать в среде Arduino IDE программу для совместной работы всех сенсоров и модулей. Сначала были написаны программы для каждого сенсора и модуля отдельно, затем все программы соединены в основной скетч. На рисунке 2 представлен фрагмент кода, отвечающий за запись на SD карту. В void setup создана функция SDcardWrite() для записи данных: после открытия файла печатается: дата, время, влажность, температура и другие показания, затем функция void loop() итерационно повторяет запись в файл для постоянной регистрации данных.

```
void SDcardWrite() // Создаю функцию, для записи на SD card.
{
  myFile = SD.open("dimasens.txt", FILE_WRITE);
  // if the file opened okay, write to it:
  if (myFile) {
    Serial.print("Writing to dimasens.txt...");
    // начинается запись на SD card в файл dimasens.txt
    myFile.print(rtc.getDateStr()); // текущую дату.
    myFile.print(" -- ");
    myFile.print(rtc.getTimeStr()); // текущие время.
    myFile.print(" -- ");
    myFile.print("Humidity: ");
    myFile.print(dht.readHumidity()); // значения влажности.
    myFile.print(" %\n");
    myFile.print("Temperature: ");
    myFile.print(dht.readTemperature()); // значения температуры.
    myFile.print(" *C\n");
    myFile.print("    GasMQ4: ");
    myFile.print(Mq4Value);
  }
}
```

Рис. 2. Фрагмент кода, отвечающий за запись на карту памяти

Используемые библиотеки:

- 1) SD для записи полученных данных на карту памяти
- 2) DS1302 для регистрации реального времени
- 3) DHT для сопряжения датчика температуры и влажности

При дальнейшем развитии проекта возможно подключение других датчиков или замена установленных. Причем нет необходимости писать новую программу после каждого изменения.

Достаточно добавить в используемую программу часть кода для новых датчиков. Так был добавлен код для датчика температуры и влажности (рисунок 2). Благодаря этому легко можно установить неограниченное количество сенсоров, что является отличительной характеристикой и преимуществом данной метеостанции. В результате написания программы были получены данные в формате, представленном на рисунке 3.

COM21 (Arduino Uno)						
05.01.2016	00:00:11	Humidity: 15.00 %	Temp: 23.00°C	GasMq4: 138	GasMq2: 104	Osv: 103
05.01.2016	00:00:22	Humidity: 21.00 %	Temp: 22.00°C	GasMq4: 139	GasMq2: 107	Osv: 107
05.01.2016	00:00:33	Humidity: 20.00 %	Temp: 22.00°C	GasMq4: 143	GasMq2: 110	Osv: 108

Рис. 3. Полученные в результате измерений данные

Сборка гексакоптера

Пайка платы разводки питания



Рис. 4. Плата разводки питания

На плате разводки (рисунок 4) питания есть готовые разъемы для установки лучей и телеметрии. К каждому лучу припаял провода питания от регуляторов, к двум лучам светодиоды для определения перелета коптера в воздухе, затем переходник для аккумулятора и преобразователь напряжения, к левому лучу провод от антенны. Все необходимые отверстия на плате для установки лучей и телеметрии уже были сделаны производителем.

Сборка рамы и установка комплектующих

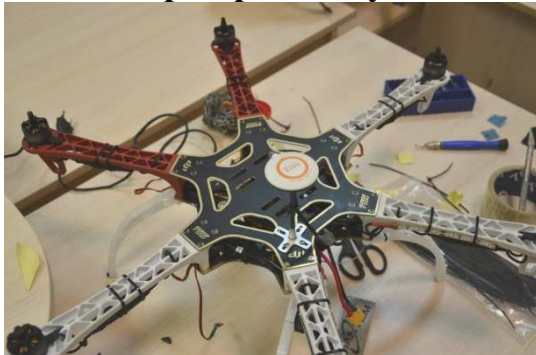


Рис. 5. Собранная рама

Была использована рама F550 с шестью лучами, обладающая повышенной устойчивостью. На рисунке 5 она уже собрана, моторы и телеметрия не отрегулированы. Антенна GPS установлена на верхней части коптера, для того чтобы другие элементы коптера не влияли на магнитное поле вокруг датчика. Моторы прямого и обратного вращения устанавливал произвольно.

Установка микро-лаборатории на борт коптера



Рис. 6. Установка метеостанции

При установке метеостанции на борт (рисунок 6) пришлось удлинить провода для датчиков газа, поскольку воздушный поток затягивается моторами коптера на расстоянии 20 см. К боковой части бокса потребовалось приклеить две гибкие трубки из стекловолокна, к ним приклеены провода от датчиков газа для закрепления их в необходимом положении. Сенсоры освещенности, температуры и влажности расположены на боковой части бокса, датчик давления и высоты — внутри. Бокс расположен на верхней части коптера.

Заключение

Создана метеостанция и осуществлена запись данных на карту памяти. Собран летательный аппарат, на него установлена метеостанция. Аппарат готов к работе. Проведены тестовые полеты с метеостанцией на борту в лабораторных и полевых условиях. Созданный гексакоптер-эколог (рисунок 7) будет актуален для детального мониторинга конкретного района. В зависимости от поставленной задачи возможно изменение ее конфигурации путем добавления новых или замены установленных сенсоров. При этом нет необходимости писать новую программу после каждого изменения. Достаточно добавить в используемую программу часть кода для новых датчиков. Это является ее основным преимуществом перед другими автономными метеостанциями.



Рис. 7. Гексакоптер-эколог

Список литературы

1. Карвинен Т., Карвинен К., Валтокари. Т. Make: Sensors: A Hands-On Primer for Monitoring the Real World with Arduino and Raspberry Pi, 2016. 448 с.
2. Килби Т., Килби К., Make: Getting Started with Drones, 2016. 192 с.
3. Эйкхофф Й. Бортовые компьютеры, программное обеспечение и полетные операции. Введение, 2014. 344 с.

Сведения об авторах:

Волосатова Тамара Михайловна – к.т.н., доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, г.Москва;
Барсуков Дмитрий Александрович – студент МГТУ им. Н.Э. Баумана, г.Москва.

THE CREATION OF MICRO-LABORATORY ON THE BASIS OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE

Volosatova T.M., Barsukov D.A.

Keywords: meteorological station, micro laboratory, hexacopter, aircraft.

Abstract. The article considers the creation of a micro-laboratory based on an unmanned aerial vehicle, through which environmental and climatic indicators will be monitored in not accessible to stationary or automobile monitoring stations places. In detail: the health effects of hydrocarbon gases, carbon monoxide, light and pressure; variants of other autonomous meteorological stations; the capabilities of the arduino uno microcontroller to create a weather station; the structure of hexacopter, its assembly and tuning. In conclusion, device recommendations are presented, in particular, in which cases this will be most effective.

References

1. Karvinen T., Karvinen K., Valtokari. T. Make: Sensors: A Hands-On Primer for Monitoring the Real World with Arduino and Raspberry Pi, 2016. 448 p.
2. Kilbi T., Kilbi K., Make: Getting Started with Drones, 2016. 192 p.
3. Eikhoff Y. Onboard Computers, Onboard Software and Satellite Operations, 2014. 344 p.