

Магистрант Чупахин А. П.,

Магистрант Литвинов А.И.,

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина,
Россия,*

*Санкт – Петербургский Национальный Исследовательский Университет
Информационных технологий, Механики и Оптики, Россия,*

Научный руководитель: ст. пр. Гусев А. В.

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина,
Россия.*

Система определения магнитного азимута для применения в устройстве ориентации узконаправленной антенны.

Введение.

В настоящий момент Уральским Федеральным Университетом производится разработка системы метеозондирования атмосферы. В составе этой системы предполагается применение двух типов зондов –навигационных и радиолокационных. Первые – определяют свои координаты с использованием GPS и ГЛОНАСС и по радиоканалу пересылают на станцию слежения телеметрическую и координатную информацию. При малых дальностях (до 100км) прием возможен при помощи антенны с круговой диаграммой направленности. В случае, если расстояние превышает 100км требуется использование антенны с узкой диаграммой направленности.

В связи с этим возникает необходимость ориентирования антенны по внешнему целеуказанию для принятия сигнала с отслеживаемого зонда и получения возможности дальнейшего его сопровождения.

Таким образом, появляется необходимость разработки максимально дешевого и простого устройства, обеспечивающего определение азимута и угла места.

Требования к устройству:

- 1) Напряжение питания схемы постоянное, 3.3 - 5В.
- 2) Возможность определения магнитного азимута и угла места, совмещенные в одном устройстве.
- 3) Наличие интерфейса для связи с ПК.
- 4) Малая стоимость.
- 5) Точность определения азимута и угла места не менее 3°

Было принято решение использовать трехосевой акселерометр - магнитометр LSM303DLHC от STMicroelectronix в связи с его низкой стоимостью, сочетающейся с достаточной функциональностью – возможна настройка диапазона измерений магнитометра от -1,3 до +1,3 Гаусса, что, с учетом разрядности(12) дает разрешение порядка 0,63 мГаусса и акселерометра от -2g до +2g, что дает разрешение 0,001g.

Вычислим теоретическую точность измерения магнитометра. Предполагается оснащение данной системой измерения координат АУДН, поставляемой на космодром Восточный для обеспечения запуска навигационных метеозондов. Координаты космодрома - 51°48' с. ш. 128°17' в. д. Параметры магнитного поля представлены на рисунке 1. При помощи [2] определим горизонтальную составляющую вектора магнитного поля Земли.

Magnetic Field							
Model Used: WMM2015							
Latitude: 51° N							
Longitude: 128° E							
Elevation: 0.0 m Mean Sea Level							
Date	Declination (+ E - W)	Inclination (+ D - U)	Horizontal Intensity	North Comp (+ N - S)	East Comp (+ E - W)	Vertical Comp (+ D - U)	Total Field
2015-02-24	-12.3848°	67.9925°	21,417.6 nT	20,919.2 nT	-4,593.6 nT	52,990.6 nT	57,155.2 nT
Change/year	-0.0409°/yr	0.0446°/yr	-38.7 nT/yr	-41.1 nT/yr	-6.7 nT/yr	22.9 nT/yr	6.7 nT/yr
Uncertainty	0.35°	0.22°	133 nT	138 nT	89 nT	165 nT	152 nT

Рис. 1. Параметры магнитного поля Земли на широте космодрома Восточный

Видим, что эта величина составляет 21,4нТл или же 214мГс. Таким образом, получаем, что теоретическое разрешение магнитометра на заданной широте - $\arctg(0,63/214)=0,2^\circ$, что полностью удовлетворяет требованиям.

Первичная обработка данных производится микроконтроллером STM32F303VCT6, связанного с LSM303DLHC посредством интерфейса I2C. Выбор микроконтроллера обусловлен наличием как аппаратного I2C, поддерживаемого датчиком, так и аппаратного USB для связи с PC.

Структурная схема устройства изображена на рисунке 2. На основании вышеизложенного, была разработана схема электрическая принципиальная, изображенная на рисунке 3.

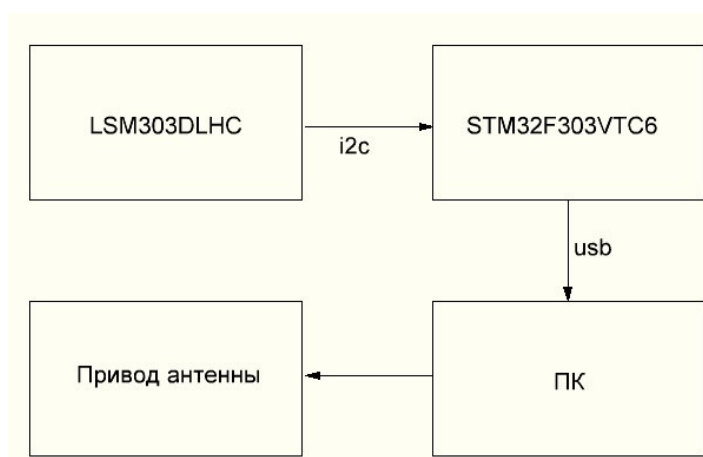


Рис.2. Структурная схема устройства

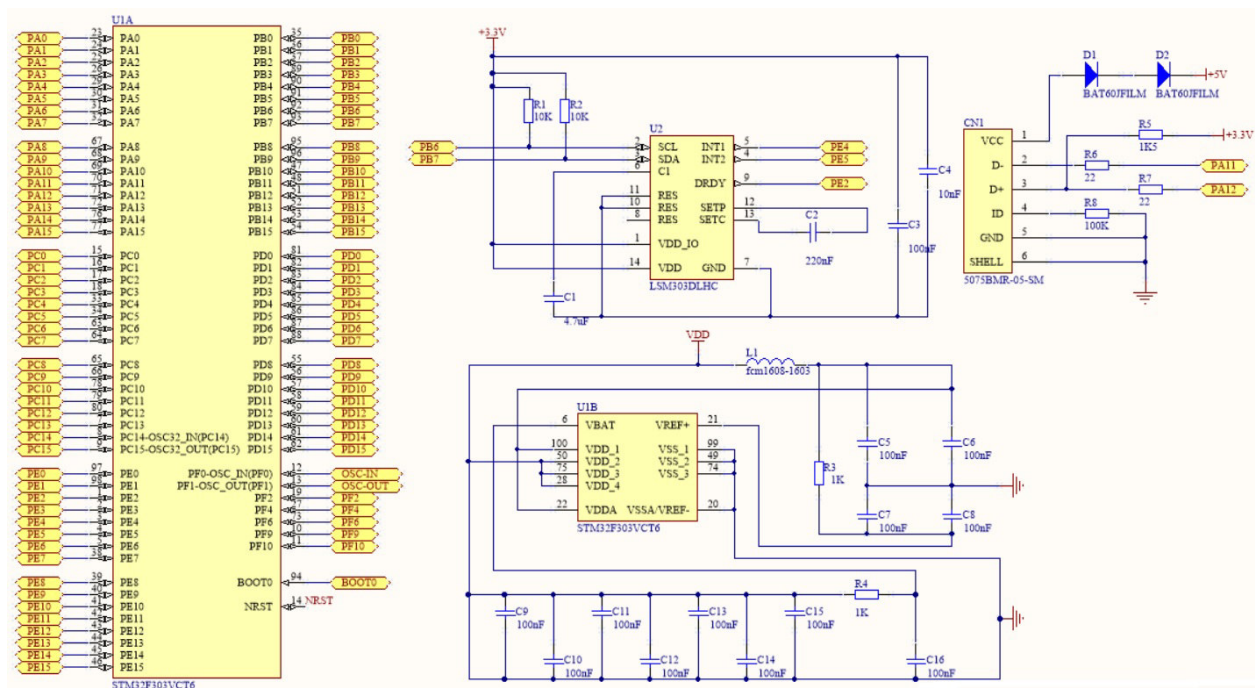


Рис. 3. Схема электрическая принципиальная

Алгоритм работы устройства выглядит следующим образом: изначально производится инициализация периферии МК (аппаратных I2C, USB, портов ввода – вывода, контроллера прерываний).

Далее выполняется конфигурация LSM303DLHC на режим непрерывной работы, запускается измерение. Затем в бесконечном цикле производится проверка флагов, сигнализирующих об окончании измерения, путем анализа данных в регистрах LSM303DLHC STATUS_REG_A, STATUS_REG_A, SR_REG_M. В случае готовности, производится считывание из всех регистров данных и первичная обработка на МК.

Обработанные данные записываются в буфер, из которого могут быть считаны посредством USB при получении команды с ПК.

Как уже упоминалось выше, необходимым требованием к разрабатываемому устройству является возможность связи с ПК посредством USB. Был применен следующий метод реализации данной задачи:

Со стороны микроконтроллера задействован аппаратный USB, а со стороны ПК применен специальный драйвер от STMicroelectronics, предназначенный для эмуляции виртуального COM-порта. Данная схема позволила упростить работу с USB, тем самым сократив время разработки.

Далее показания акселерометра и магнитометра передаются по USB на PC и принимаются специально разработанной программой.

Результаты работы: на данный момент изготовлен опытный образец устройства – проводятся испытания. Предполагается оснащение данной системой измерения координат антенны с узкой диаграммой направленности, поставляемой на космодром Восточный для обеспечения запуска навигационных метеозондов.