



УДК 621.317

РАЗРАБОТКА МЕТЕОСТАНЦИИ НА БАЗЕ ARDUINO С ИЗМЕРЕНИЕМ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Е.С. Гульматова, katerina.gulmatova@yandex.ru

Е.Н. Чернышова chernyshova.elena2016@yandex.ru

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова,
г. Новочеркасск

В настоящее время актуальна разработка метеостанции, по тому как немало факторов окружающей среды влияют в равной степени как на человека, так и на устройства, приборы, технику. В статье представлена разработка функциональной схемы метеостанции. Назначение метеостанции состоит в качественном измерении показателей окружающей среды, быстрой обработке, калибровке и передачи информации на устройство вывода. Существует аналоговые и цифровые метеостанции, которые в свою очередь имеют множество различных типов и видов, применяемых в различных сферах. Учеными многих стран доказано, что геомагнитные поля влияют на окружающую среду и здоровье людей. Во-первых, при магнитных бурях наблюдается возникновение электромагнитных шумов, нарушение радиосвязи на коротких волнах и т.д. Во-вторых, геомагнитное поле (ГМП) воздействует на живые организмы, растительный мир и на человека, что способствует развитию нарушений некоторых заболеваний. Магнитные и электромагнитные поля, то есть электромагнитное излучение присутствуют везде. Однако напряженность их компонентов разнообразна и зависит от источника излучения

Ключевые слова: геомагнитное поле, магнитная буря, Arduino

DEVELOPMENT OF AN ARDUINO-BASED WEATHER STATION WITH GEOMAGNETIC FIELD MEASUREMENT

E. S. Gulmatova, E. N. Chernyshova

Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk

Currently, the development of a weather station is relevant, as many environmental factors affect equally both a person and devices, and equipment. The article presents the development of a functional scheme of a weather station. The purpose of the weather station is to measure the quality of environmental indicators, quickly process, calibrate and transmit information to the output device. There are analog and digital weather stations, which in turn have many different types used in various fields. Scientists in many countries have proven that geomagnetic fields affect the environment and human health. First, during magnetic storms, electromagnetic noise is observed, short-wave radio communication is disrupted, and so on. Secondly, the geomagnetic field (GMP) affects living organisms, plant life and humans, which contributes to the development of disorders of certain diseases. Magnetic and electromagnetic fields, i.e. electromagnetic radiation, are present everywhere. However, the intensity of their components is diverse and depends on the radiation source

Keywords: geomagnetic field, magnetic storm, Arduino

Многие происходящие явления и процессы, так или иначе, связаны с магнитным полем. В современной технике существует немало различных объектов и устройств, работа которых основана на взаимодействии с магнитным полем или в которых последнее используется в качестве управляющей среды. Влияние магнитных полей настолько велико, что весьма актуальными являются задачи по контролю магнитного поля, их изучению и эффективному применению в науке, технике и быту.

Вспышки на Солнце вызывают магнитные бури на Земле, которые влияют на самочувствие людей. Наиболее остро их влияние ощущают люди с заболеваниями сердечно-сосудистой, нервной и дыхательной системы, опорно-двигательного аппарата, маленькие дети, пожилые люди, беременные женщины. Поэтому



будут полезны метеостанции с одновременным измерением температуры, влажности, атмосферного давления и геомагнитного поля [1].

Геомагнитные вариации служат одним из источников сведений о верхних слоях атмосферы. Магнитные возмущения, связанные, например, с магнитной бурей, наступают на несколько часов раньше, чем под ее воздействием происходят изменения в ионосфере, нарушающие радиосвязь. Это позволяет делать магнитные прогнозы, необходимые для обеспечения бесперебойной радиосвязи (прогнозы «радиопогоды»).

Магнитная буря – одно из проявлений сильных возмущений магнитосферы, возникающих при изменении параметров «солнечного ветра», особенно скорости его частиц и нормальной составляющей межпланетного магнитного поля относительно плоскости эклиптики. Характер изменения напряженности магнитного поля Земли в период возникновения магнитных бурь приведен на рисунке 1.

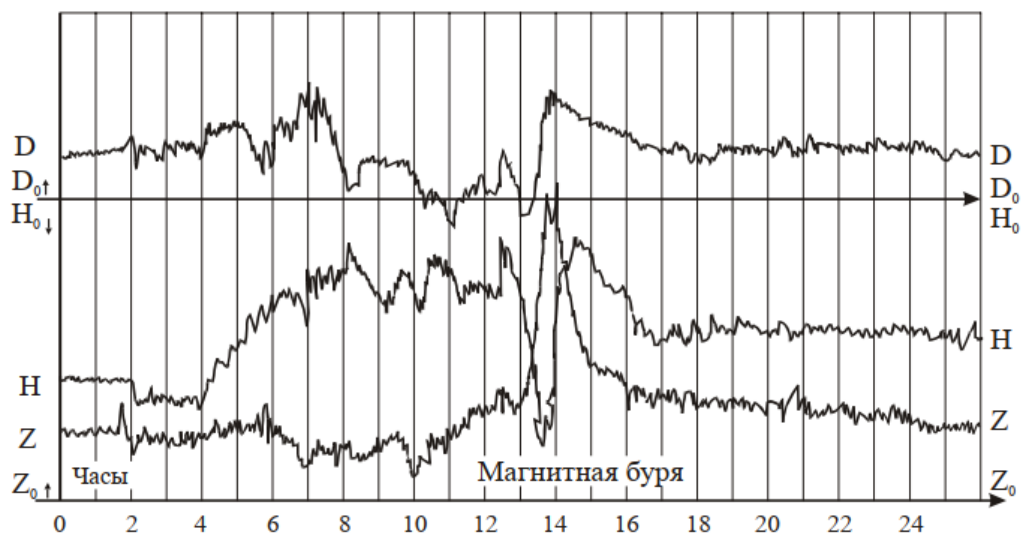


Рис. 1 - Характер изменения напряженности магнитного поля Земли в период возникновения магнитных бурь

Магнитосфера – область околоземного космического пространства, ещё контролируемая магнитным полем Земли, а не Солнца и других межпланетных источников; она отделяется от межпланетного пространства магнитопаузой, где динамическое давление солнечного ветра уравнивается давлением собственного магнитного поля.

Магнитные меридианы – это проекции силовых линий магнитного поля Земли на её поверхность, сходящиеся в северном и южном магнитных полюсах. Угол между направлениями магнитного и географического меридианов называют магнитным склонением, которое в сочетании с магнитным наклонением определяют направление магнитной индукции поля Земли. Оно может быть западным (часто обозначается знаком «-») или восточным (знак «+») в зависимости от того, к западу или востоку отклоняется северный полюс магнитной стрелки от вертикальной плоскости географического меридиана [1].

Таким образом, три этих параметра (рисунок 2) – магнитное склонение, наклонение и модуль вектора магнитной индукции B (либо вектора напряжённости магнитного поля) – полностью характеризуют геомагнитное поле в данном



месте. Их точное знание для максимально большого числа пунктов на Земле имеет чрезвычайно важное значение. Составляются специальные магнитные карты, на которых нанесены изогоны (линии одинакового склонения) и изоклины (линии одинакового наклонения), необходимые для ориентации с помощью компаса.

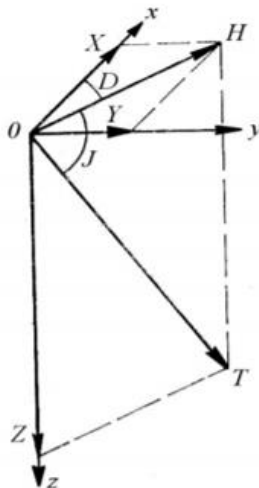


Рис. 2 – Элементы земного магнитного поля

В среднем интенсивность магнитного поля Земли колеблется от 25 до 65 мкТл (0,25-0,65 Гс) и сильно зависит от географического положения. Это соответствует средней напряжённости поля около 0,5 Э (40 А/м). На магнитном экваторе её величина около 0,34 Э, у магнитных полюсов – около 0,66 Э.

Однако такие магнитные излучения довольно слабы, но всё равно они оказывают влияние на различные устройства и приборы. Чтобы улавливать слабые магнитные поля используем 3-осевой магнитометр HMC5883L, датчик температуры и влажности HTS221TR, датчик атмосферного давления DPS368XTSA1, управляемые Arduino Mega. На рисунке 3 представлена функциональная схема разрабатываемого устройства, включающего блоки управления и индикации, измерения и вывода данных.

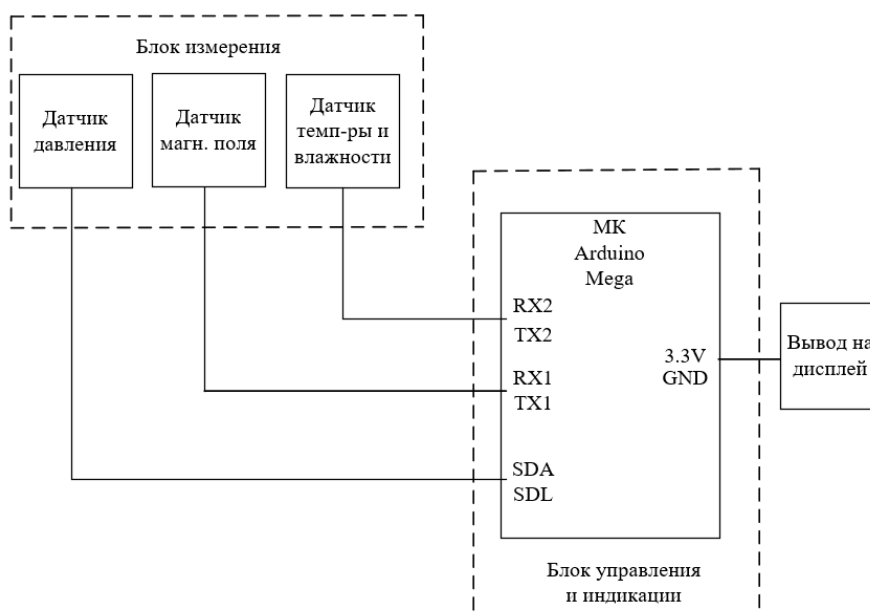


Рис. 3 – Функциональная схема метеостанции



С датчиков, упомянутых выше, информация о необходимых измерениях приходит на блок индикации и управления, где происходит калибровка магнитометра, обработка данных, их вывод на ЖК-дисплей. После чего происходит вывод данных в СОМ-порт с помощью среды разработки Arduino IDE. Изменив некоторые строки программы можно при необходимости сохранять информацию в память компьютера, выводить данные на экран ПК [2].

Arduino Mega 2560 – это расширенная версия Arduino Uno (см. рис.4.) построена на микроконтроллере ATmega2560, имеет больше контактов – 54 цифровых входа/выходов (14 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 16 аналоговых входов, большее количество аппаратных serial-портов – 4 последовательных порта UART, кварцевый генератор 16 МГц, USB коннектор, разъем питания, разъем ICSP и кнопка перезагрузки. Рабочее напряжение 5В, постоянный ток через вход\выход 40 мА [3, 4].



Рис. 4 – Arduino Mega 2560 R3 (вид спереди)

HTS221TR - это ультра-компактный датчик для измерения относительной влажности и температуры. Датчик HTS221 состоит из чувствительного элемента и цифровой микросхемы, которая обрабатывает аналоговые сигналы и предоставляет их в цифровом виде - SPI и I²C. Низкое энергопотребление 2 мкА на 1 Гц ODR, высокая чувствительность, точность измерения влажности $\pm 3,5\%$ гН, точность измерения температуры $\pm 0,5\%$ °C.

DPS368 - это цифровой барометрический датчик давления воздуха, предлагает высокую точность и низкое потребление тока, способный измерять как давление, так и температуру. Диапазон измеряемой влажности, max 100%, точность при 25°C 3.5 %.

HMC5883L, от компании Honeywell, представляет собой многокристальный модуль для поверхностного монтажа, разработанный для измерения слабо-выраженного электромагнитного поля и оснащенный цифровым интерфейсом. 12-битный АЦП обеспечивает работу компаса с точностью 1°-2°. Особенности данного магнитометра являются широкий диапазон измерений (± 8 Гаусса), разрешение 12 бит, малое потребление тока 100 мкА, точность 2 мГц. HMC5883L общается с микроконтроллером через шину I²C с максимальной частотой измерений 75 Гц в постоянном режиме.

На рисунке 5 представлен алгоритм работы микроконтроллера, выбранного типа. Программа реализована в среде разработки Arduino IDE, Arduino – это платформа для разработки устройств на базе микроконтроллера на понятном языке программирования в интегрированной среде Arduino IDE. Arduino выступает в качестве «мозга» для любой системы управления, из-за наличия огромных возможностей среды [5].



Рис. 5 – Алгоритм работы МК

Передачу осуществляется через шину I²C, которая обеспечивает устойчивую высокоскоростную двухстороннюю связь между устройствами и требует минимального числа контактов ввода-вывода. К шине I²C подключен микроконтроллер и одно или несколько устройств, которые получают информацию от ведущего. Необходимо описать протокол I²C и реализовать его для связи с используемыми датчиками и преобразовать получаемые данные из аналоговых значений.

Список цитируемой литературы

1. Бараночников М.Л. Микромагнитоэлектроника [Текст]: Т. 1. – М: ДМК Пресс, 2001. – 544 с.
2. Arduino [Электронный ресурс]: Arduino – Software – Режим доступа: <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> (дата обращения 22.10.2020).
3. Arduino.ru [Электронный ресурс]: Аппаратная платформа Ардуино – Режим доступа: <http://arduino.ru/Hardware/ArduinoBoardMega2560> (дата обращения 22.10.2020).
4. STMicroelectronics [Электронный ресурс]: STMicroelectronics – Режим доступа: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/hts221.pdf> (дата обращения 22.10.2020).
5. Блум Джемери Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства: Пер. с англ. – СПб.: БВХ-Петербург, 2015. – 336 с.
6. Е.С. Гульматова, Е.Н. Чернышова, А.В. Гороховатенко Разработка усилителя переменного напряжения для измерения слабых магнитных полей // Электронный научный журнал «Вестник молодёжной науки России», 2020. – №3 – С. 4.