

УДК 004+62-52

А.А. Козинский¹, А.В. Цанда²¹канд. пед. наук, доц. каф. прикладной математики и технологий программирования
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина²магистрант физико-математического факультета
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина**СЕТЕВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ПОМЕЩЕНИЯ**

В основе настоящей работы лежит концепция вычислительной сети физических объектов, получившая название «Интернет вещей». Работа посвящена управлению микроклиматом на основе микроконтроллерной лаборатории на базе платы Arduino. Микроконтроллерная лаборатория включает две составляющие: аппаратную и программную. Статья содержит описание результатов проектирования некоторых аппаратных компонентов системы управления микроклиматом. В работе представлены: структурная и принципиальные схемы, разработанные в процессе реализации сетевой системы; описан способ подключения шагового двигателя средней мощности к плате Arduino; приведены примеры программных кодов управления модулем нагрузки и шаговым двигателем.

«Интернет вещей» (Internet of Things, IoT) [1] – одно из наиболее перспективных и популярных сегодня направлений развития информационных технологий. Смысл его заключается в тесной интеграции реального и виртуального миров. Считается, что в будущем вещи станут активными участниками информационных и социальных процессов, смогут взаимодействовать и «общаться» не только с людьми, но и между собой, обмениваясь информацией об окружающем мире без участия человека. Сегодня эта тематика вызывает интерес не только потребителей, но и ведущих ИТ-компаний [2].

Настоящее исследование посвящено проектированию сетевой системы управления метеорологическим состоянием на основе микроконтроллерной лаборатории. В качестве основного управляющего компонента лаборатории выбрана плата Arduino с одноименной интегрированной средой разработки (IDE) [3–5]. Цель работы – создать сетевую программно-аппаратную систему для управления микроклиматом. Для достижения указанной цели необходимо решить ряд задач, связанных с проектированием аппаратной и программной составляющих указанной системы.

Первая составляющая (аппаратная) представлена набором электронных элементов для контроля за температурой, влажностью и другими климатическими параметрами. В качестве дополнительных параметров контроля могут выступать уровень радиации и (или) теплового излучения, состав воздуха и (или) скорость его перемещения, освещенности, давления и др. Кроме Arduino в состав аппаратной составляющей включены платы расширения (Shields). Примером такой платы является Ethernet Shield [6] для поддержания Ethernet интерфейса.

Вторая составляющая (программная) представлена сетевым приложением для управления аппаратной составляющей.

Под «микроконтроллерной лабораторией» будем понимать совокупность аппаратной и программной составляющих единой системы, управление которой осуществляется средствами микроконтроллера(-ов). В общем случае микроконтроллерная лаборатория может быть использована для решения различных практических задач: контроль микроклимата, управление роботами или беспилотными аппаратами, производственными процессами и т.д.

Микроклимат [7] – это метеорологические условия внутренней среды помещения, которые определяются действующими на живой организм физическими факторами (освещенность, атмосферное давление, состав воздуха и др.). Ниже представлены

результаты проектирования компонентов системы обеспечения микроклимата ограниченного пространства. Управление микроклиматом требует анализа многих физических факторов. В отдельном экспериментальном случае такими факторами выбраны температура и влажность.

Таким образом, управление микроклиматом включает контроль за состоянием выбранных параметров. Пусть имеется помещение, в котором нужно поддерживать заданную температуру, влажность в соответствии с программой на протяжении конечного промежутка времени. Контроль параметров должен происходить с использованием вычислительной сети.

Первичный анализ постановки задачи показывает, что функционирование сетевой системы управления микроклиматом сводится к измерению состояния температуры и влажности с помощью соответствующих датчиков и изменению перечисленных параметров при помощи соответствующих устройств. Анализ задач создания микроконтроллерной лаборатории для управления микроклиматом позволил представить ее решение следующей структурной схемой (рисунок 1).

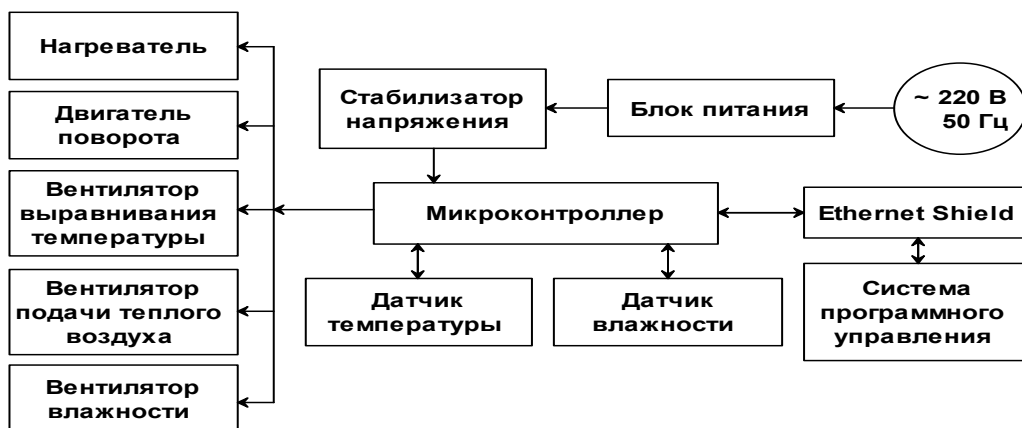


Рисунок 1. – Структурная схема сетевой системы управления микроклиматом помещения

Анализ первоисточников по теме исследования позволил уточнить структурную схему. Детализированная структурная схема микроконтроллерной лаборатории представлена на рисунке 2.

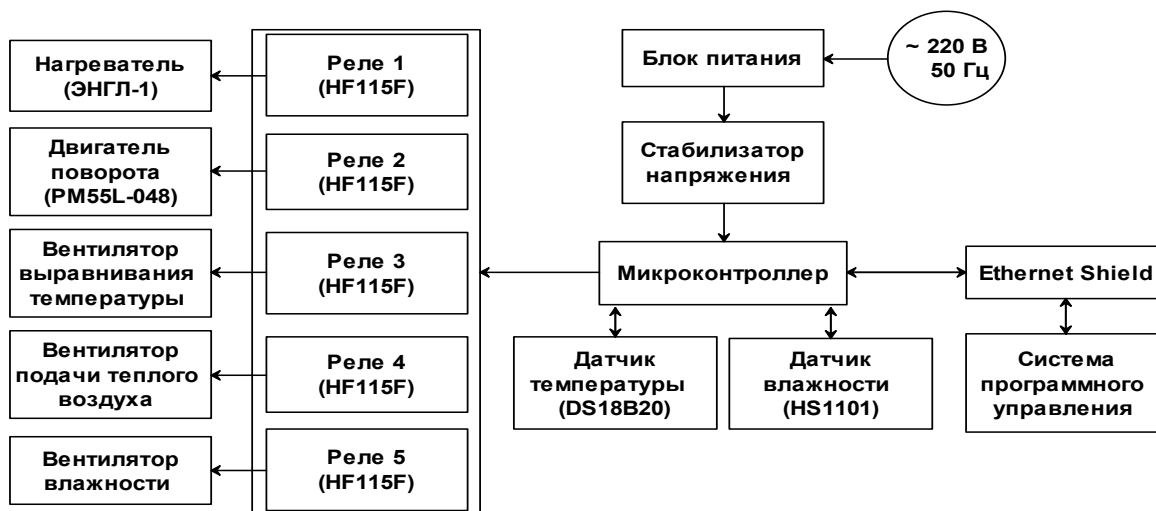


Рисунок 2. – Детализированная структурная схема микроконтроллерной лаборатории

Опишем результаты проектирования отдельных компонентов, представленных на детализированной структурной схеме. Одним из обязательным компонентом лаборатории является блок питания. Блок питания должен обеспечивать выходные напряжения +24 В, +10 В, +12 В и ~230 В. Условия универсальности изготовления блока питания состоит в том, что в его состав должны входить распространенные элементы.

Для реализации блока питания применен обычный понижающий трансформатор, напряжение на вторичной катушке которого равно ~24 В и сила тока составляет 2 А. Для получения напряжения ~13 В на понижающем трансформаторе использована дополнительная катушка из медного провода сечением 0,5 мм с числом витков 80. Принципиальная схема блока питания показана на рисунке 3.

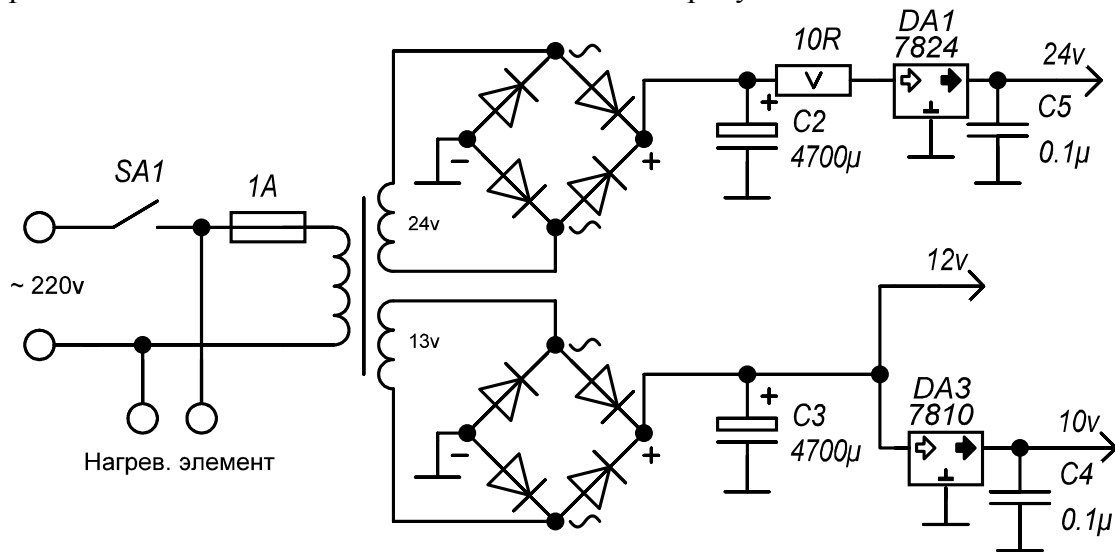


Рисунок 3. – Принципиальная схема блока питания

Как видно из схемы, для получения +10 В из ~13 В использован стабилизатор на микросхеме L7810cv [8], а для получения напряжения +24 В – L7824cv [9].

Результат проектирования блока питания представлен на фото (рисунок 4).

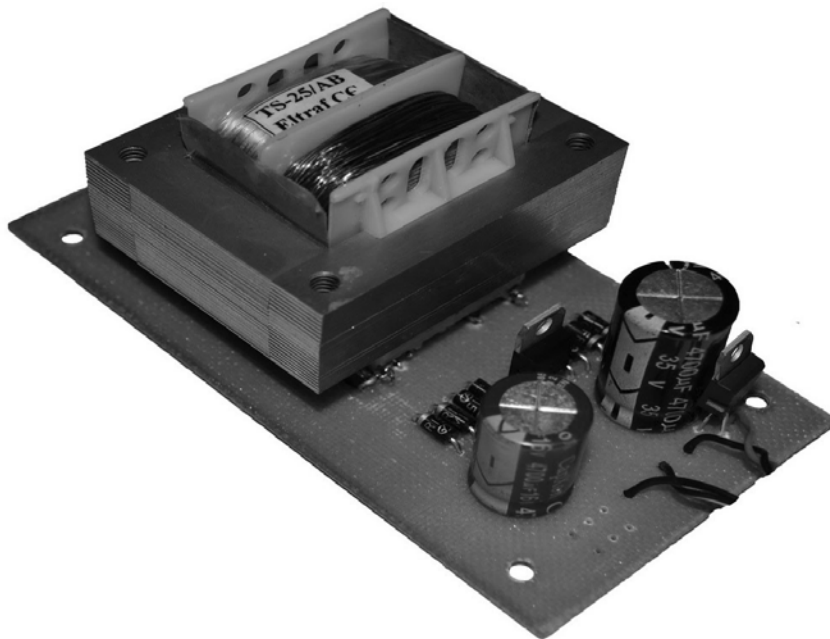


Рисунок 4. – Блок питания

Необходимым узлом микроконтроллерной лаборатории является устройство управления нагрузкой. Устройство управления нагрузкой представлено набором реле. Принципиальная схема модуля управления нагрузкой показана на рисунке 5. Реле имеет управляющее напряжение +5 В и коммутируемое напряжение до 250 В. Приведенным характеристикам удовлетворяет реле HF115F [10]. Управляющий сигнал поступает через биполярный р-п-р транзистор КТ3107 (аналог BC556, BC307) [11], который используется в качестве ключа. Модуль управления нагрузкой снабжен светодиодной индикацией, которая показывает состояние каждого реле.

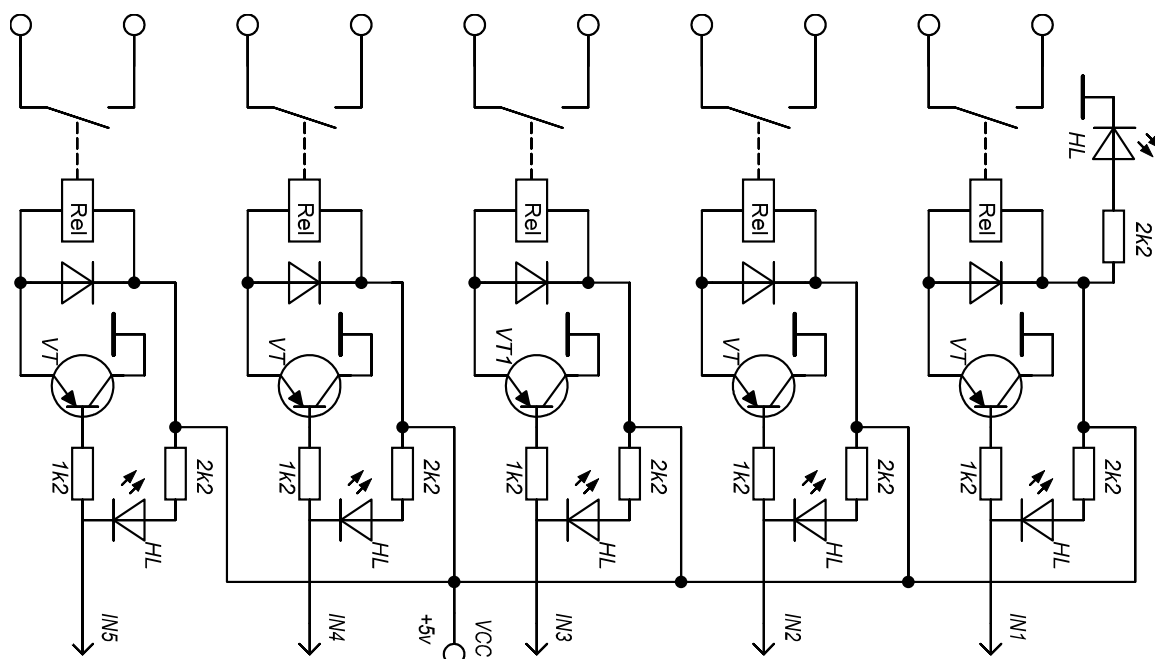


Рисунок 5. – Принципиальная схема модуля управления нагрузкой

Изготовленный модуль управления нагрузкой представлен на фото (рисунок 6).

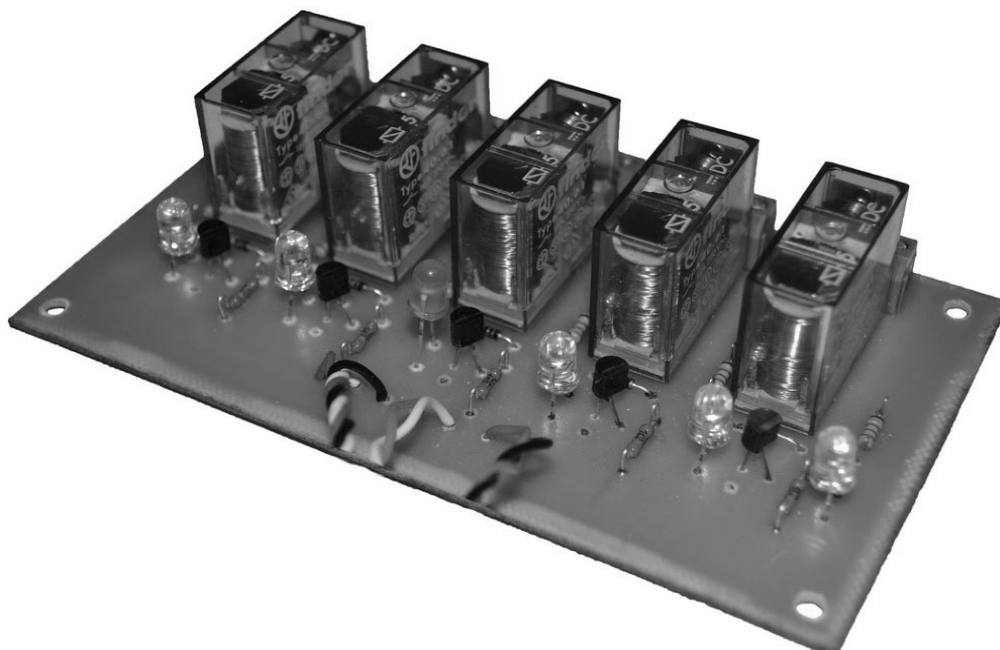


Рисунок 6. – Модуль управления нагрузкой

Управление каждым компонентом аппаратной составляющей микроконтроллерной лаборатории предполагает написание соответствующих программ. Программа, написанная в среде программирования Arduino, называется скетч (sketch) [12].

Пример кода скетча для управления нагрузкой приведен в листинге 1.

Листинг 1. – Пример программного кода управления нагрузкой.

```
int Relay1 = 3;
int Relay2 = 4;
int Relay3 = 5;
int Relay4 = 6;
int Relay5 = 7;

void setup() {
    pinMode(Relay1, OUTPUT);
    pinMode(Relay2, OUTPUT);
    pinMode(Relay3, OUTPUT);
    pinMode(Relay4, OUTPUT);
    pinMode(Relay5, OUTPUT);
}
void loop() {
    digitalWrite(Relay1, LOW); // реле1 включено
    digitalWrite(Relay3, LOW); // реле3 включено
    digitalWrite(Relay5, LOW); // реле5 включено
    delay(2000);
    digitalWrite(Relay1, HIGH); // реле1 выключено
    digitalWrite(Relay3, HIGH); // реле3 выключено
    digitalWrite(Relay5, HIGH); // реле5 выключено
    delay(2000);
    digitalWrite(Relay2, LOW);
    digitalWrite(Relay4, LOW)
    delay(2000);
    digitalWrite(Relay2, HIGH);
    digitalWrite(Relay4, HIGH);
    delay(2000);
}
```

Еще одним элементом лаборатории, требующим программного управления, является шаговый двигатель. Для управления шаговым двигателем необходимо сформировать управляющие напряжения, с заданной временной зависимостью, которое поступает на выводы его обмоток. Задачу формирования управляющих напряжений выполняет микроконтроллер ATmega328p [13]. Он является основной микросхемой платы Arduino [14].

Сформированные микроконтроллером управляющие напряжения поступают на контроллер шагового двигателя. В качестве контроллера могут быть использованы L293, ULN2003, A3967SBL и т.д. [15]. Нами выбран контроллер ULN2003A [16; 17]. Разработанная принципиальная схема подключения шагового двигателя показана на рисунке 7.

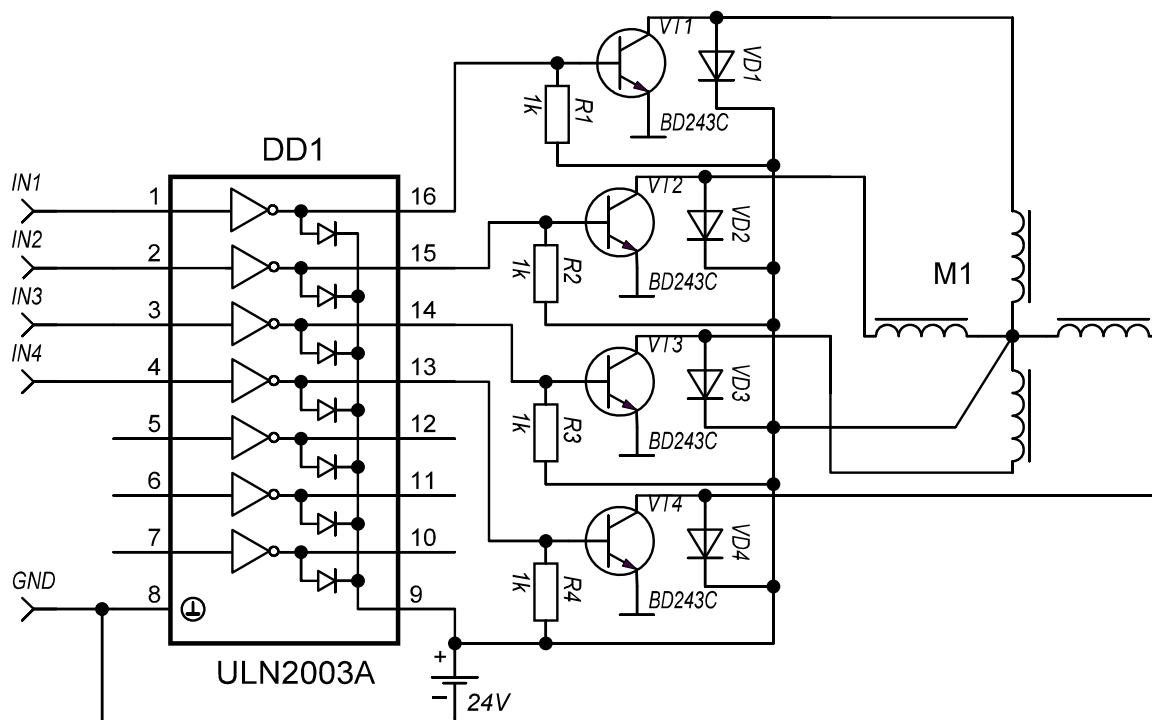


Рисунок 7. – Принципиальная схема контроллера шагового двигателя

Шаговый двигатель и контроллер представлен на фото (рисунок 8).

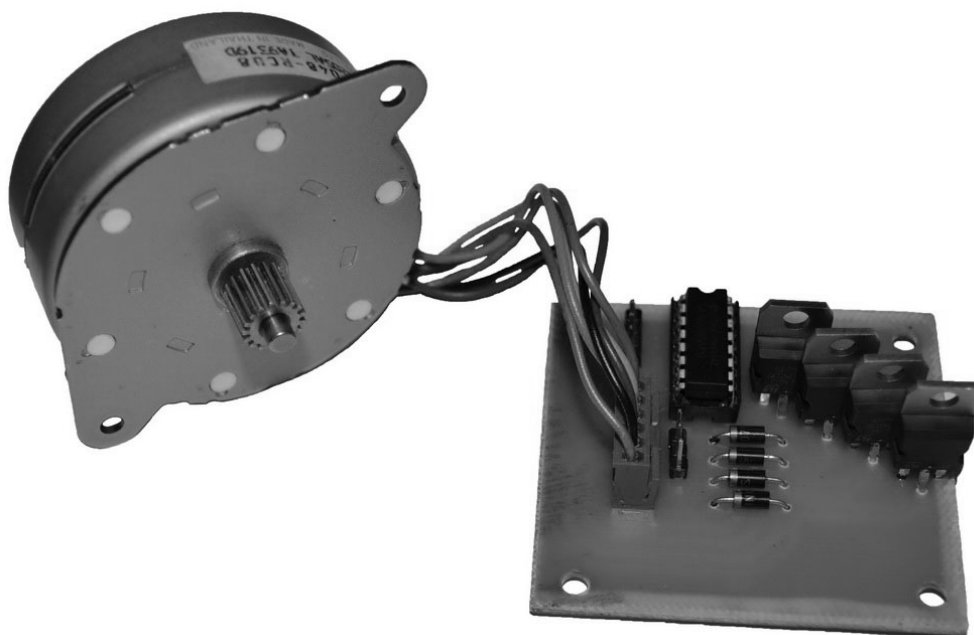


Рисунок 8. – Шаговый двигатель и контроллер в сборе

Пример кода скетча для управления шаговым двигателем приведен в листниге 2.

Листинг 2. – Пример программного кода управления шаговым двигателем.

```
#include <Stepper.h>
const int stepsPerRevolution = 500; //количество шагов
Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8,9,10,11);
void setup() {
  myStepper.setSpeed(10);
  Serial.begin(9600);
}
void loop() {
  Serial.println("clockwise");
  myStepper.step(stepsPerRevolution); //вращение по часовой стрелке
  delay(1000);
  Serial.println("counterclockwise");
  myStepper.step(-stepsPerRevolution); // против часовой стрелки
  delay(1000);
}
```

Реализацию аппаратной составляющей микроконтроллерной лаборатории управления микроклиматом можно считать в основном законченной. Для достижения конечной цели требуется представить программные коды управления отдельными компонентами. Весьма перспективным, по нашему мнению, может быть включение в состав микроконтроллерной лаборатории компонентов контроля и управления такими физическими параметрами, как радиация, тепловое излучение, состав и скорость перемещения воздуха, освещенность и т.д. Эти задачи решаются увеличением количества датчиков и не требуют принципиальных изменений в составе описанной системы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Internet of Things [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://itunews.itu.int/ru/Note.aspx?Note=4373>. – Дата доступа : 26.02.2015.
2. «Умная» теплица [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dev.by/lenta/main/razrabotchiki-eram-sozdali-umnuyu-teplitsu-revolyutsiya-v-selskom-hozyaystve-ne-za-orami>. – Дата доступа: 26.02.2015.
3. Гололобов, В. Н. С чего начинаются роботы. О проекте Arduino / В. Н. Гололобов. – М., 2011. – 189 с.
4. Руководство по освоению Arduino / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://solarbotics.com/download.php?file=1540>. – Дата доступа: 26.02.2015.
5. Цанда, А. В. Структурная схема сетевой системы управления метеорологическим состоянием / А. В. Цанда // Вычислительные методы, модели и образовательные технологии : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 15–16 окт. 2014 г. – Брест : БрГУ, 2014. – С. 170–172.
6. Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>. – Дата доступа: 24.02.2015.
7. Яндекс словарь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://slovari.yandex.ru/~книги/Охрана%20труда/Микроклимат%20производственных%20помещений/>. – Дата доступа: 24.02.2015.

8. Datasheet L7810cv [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alldatasheet.com/datasheetpdf-pdf/22677/STMICROELECTRONICS/L7810CV.html>. – Дата доступа: 24.02.2015).
9. Datasheet L7824cv [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/22644/STMICROELECTRONICS/L7824CV.html>. – Дата доступа: 24.02.2015.
10. Datasheet HF115F [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/194106/HONGFA/HF115F.html>. – Дата доступа: 24.02.2015.
11. Справочник по транзисторам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.5v.ru/ds/trnz/kt3107.htm>. – Дата доступа: 24.02.2015.
12. Среда разработки Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://arduino.ru/Arduino_environment. – Дата доступа: 24.02.2015.
13. Datasheet ATmega328p [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.atmel.com/Images/doc8161.pdf>. – Дата доступа: 16.02.2015.
14. Arduino Uno [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. – Дата доступа: 16.02.2015.
15. Цифровая электроника [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://digitrode.ru/computing-devices/mcu_cpu/196-arduino-i-shagovyuy-dvigatel-byj48.html. – Дата доступа: 16.02.2015.
16. Datasheet ULN2003A [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/25566/STMICROELECTRONICS/ULN2003A.html>. – Дата доступа: 16.02.2015.
17. Поэлементный разбор ULN2003A [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/company/zeptobars/blog/189388>. – Дата доступа: 16.02.2015.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 16.03.2015

Kazinski A.A., Tsanda A.V. Network Management System Weather Condition of the Premises

At the core of this work is the concept of the computer network of physical objects, called «Internet of Things». The work is devoted to the climate control on the basis of laboratory microcontroller board based on Arduino. Microcontroller lab includes two components: hardware and software. The article contains a description of the results of designing some hardware components of the system for climate control. The paper presents: the structure and concepts developed during the implementation of the network system; describes a method for connecting stepper motor average power to the board Arduino; examples of program code module control a stepper motor and load.