УДК 536.56

МНОГОТОЧЕЧНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ

Ст. преп. **Русинов В.Л.**[1]
Ст. преп. **Воловиков А.А.**[2]
Студент **Буровов А.В.**[1]
[1]*Амурский государственный университет, г. Благовещенск*
[2]*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород*

Аннотация. *Рассматривается разработка прибора для многоточечного измерения температуры воздуха в зданиях или на открытых площадках. Прибор выполнен на контроллере Arduino Nano с использованием цифровых преобразователей температуры DS18B20, для вывода показаний применены семисегментные индикаторы.*

Ключевые слова: *многоточечный, микроконтроллер, Arduino,цифровой преобразователь, измерение температур, схемотехническое моделирование, Proteus.*

Многоточечные измерители температуры (МИТ) востребованы на складах, хранилищах и других промышленных объектах, а также при проведении научных исследований. Предлагаемые производителями МИТ представляют собой сложные и дорогостоящие системы, нуждающиеся в предварительной настройке. В большинстве устройств отсутствует автономный режим работы и не производится сохранение данных на сменный накопитель, результаты измерений выводятся только на персональный компьютер [1, 2].

Цель работы. Разработать многоточечный измеритель температуры со следующими возможностями: изменять топологию точек измерения температуры; менять частоту измерений от долей секунды до десятков минут; работать автономно, от сети или USB разъема персонального компьютера (ПК); иметь возможность вывода результатов измерений в реальном времени на индикаторы (на самом приборе), на флеш-накопитель (установленный в прибор) и в порт USB ПК.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

– разработать электрическую принципиальную схему прибора;

– в программе схемотехнического моделирования исследовать работу схемы прибора, трассировать печатную плату и подготовить выходные файлы для её изготовления;

– разработать проводную сеть и способ подключения к ней цифровых преобразователей температуры;

– составить алгоритм и написать программу микроконтроллера для работы с сетью датчиков, кнопочным интерфейсом, часами реального времени и флеш-накопителем;

– разработать программу сбора показаний температуры от МИТ на персональный компьютер через USB интерфейс в реальном времени.

Описание разработки. Многоточечный измеритель температуры является программно-аппаратной системой, состоящей из трех частей: сети цифровых преобразователей температуры, модульного контроллера управления и программы обработки результатов измерений.

Соединение в сеть цифровых преобразователей выполняется коммутационным кабелем с промежуточными розетками для подключения к ним термодатчиков DS18B20 с использованием разъемов типа RJ-12.

Функционально модульный контроллер состоит из микроконтроллерной (МК) части и модулей расширения:

– микроконтроллерная часть построена на базе МК ATmega 328P. Реализует функции управления сетью преобразователей по сети 1-Wire, передачу данных на ПК по интерфейсу USB, выполняет алгоритмы управления, настройку многоточечного измерителя и обеспечивает работу с модулями расширения;

– модули расширения, подключаемые к микроконтроллерной части устройства, реализующие дополнительные возможности системы, такие как модуль автономного питания, часы реального времени, накопитель на SD карте.

Программа обработки результатов измерений работает на ПК под управлением MS Windows XP и выше. Предназначена для ведения архива и отображения показаний термодатчиков.

На данный момент прибор (рис. 1) состоит из основного модуля (микроконтроллер, индикаторы и кнопки) и сети цифровых термодатчиков [3]. В дальнейшем будут конструироваться дополнительные модули, расширяющие возможности измерителя.

Для непосредственного измерения температуры используется цифровой преобразователь DS18B20 от компании DALLAS, который представляет собой микросхему в корпусе TO-92 [4]. Разрядность

встроенного АЦП составляет от 9 до 12 бит и настраивается программно. Наименьшую погрешность измерений 0,5°С микросхема показывает в диапазоне от –10°С до +85°С, полный диапазон измерений находится в пределах от –55°С до +125°С. Напряжение питания – 3,0 ÷ 5,5 В. Для отображения информации применены два четырехразрядных семисегментных индикатора, работающих под управлением сдвиговых регистров TM74HC595D [5].

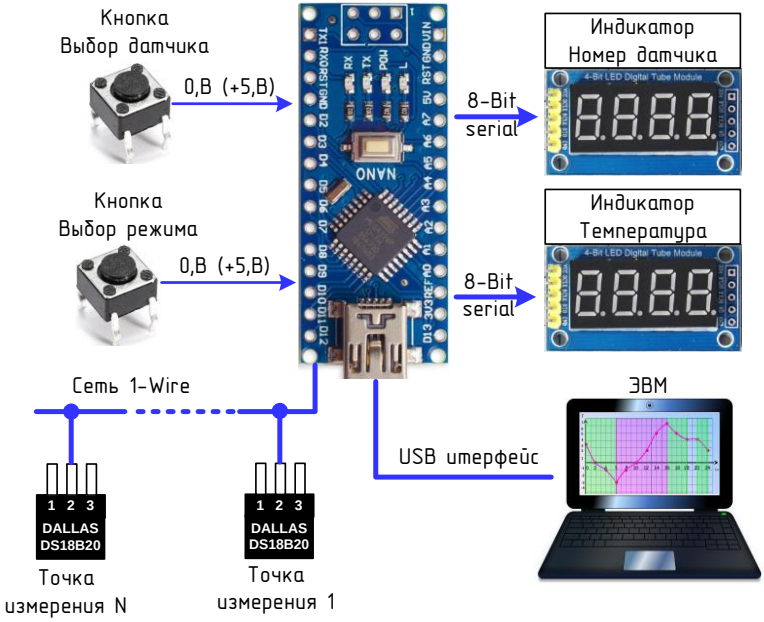

Рис. 1. Структурно-функциональная схема МИТ

Принцип действия прибора. Управление микросхемой DS18B20 и обмен данными производится с использованием протокола 1-Wire по трехпроводной шине. Наличие уникального 64-битного кода каждой микросхемы позволяет привязать её к определенному месторасположению в цифровой сети, т.е. программно присвоить ей порядковый номер. Этот номер выводится на индикатор "Номер датчика" (рис. 1), а на индикаторе температуры выводится считанная с этого датчика температура. Индикация номера датчика и температуры происходит цик-

лически, по каждому датчику в течение 2 секунд. Предусмотрена принудительная индикация показаний конкретного датчика с помощью кнопки "Выбор датчика". Кнопка "Выбор режима" позволяет выбрать режим циклической или постоянной индикации.

Принципиальная электрическая схема МИТ. Центральным элементом схемы (рис. 2) является контроллер D1 – Arduino Nano v3.3 [6]. Приборы D2 и D3 – модули четырехразрядных индикаторов, D4 – модуль цифрового термопреобразователя (микросхема DS18B20 и подтягивающий резистор R1), DN – микросхемы DS18B20, подключаемые к сети 1-Wire, кнопка SB1 – выбор датчика, кнопка SB1 – выбор режима.

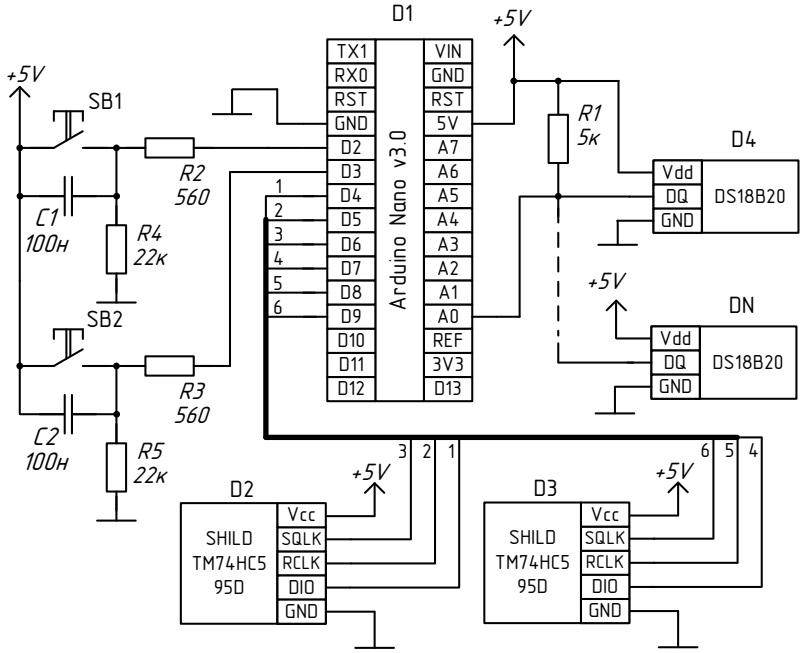

Рис. 2. Принципиальная электрическая схема МИТ

Программирование микроконтроллера. Программа для микроконтроллера ATmega 328P написана на языке C в виде скетча Ардуино в среде Arduino IDE v1.8.5. Используются библиотеки: OneWire.h – реализация протокола 1-Wire, TM74HC595Display.h – управление четырехразрядным индикатором и др. [7]. Алгоритм программы автома-

тически обнаруживает появление нового датчика и присваивает ему следующий по порядку незанятый номер, обеспечивает вывод номера датчика и значение измеряемой им температуры на индикаторы, а также контролирует состояние кнопок, производит переключение режимов индикации [8].

Выводы по работе. Разработанный многоточечный измеритель температуры позволяет увеличивать число одновременных измерений температуры в различных точках, прост в настройке и подключении новых термодатчиков, имеет модульную конструкцию, которая позволяет выбором модулей обеспечить необходимый функционал прибора и существенно меньшую стоимость. В дальнейшем планируется разработка дополнительных модулей и расширение функциональности системы для решения всех поставленных задач.

Статья подготовлена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

Библиографический список

1. Система многоточечного измерения температуры [Электронный ресурс]. URL: https://www.terratel.eu/ru/temperature-measurement-system.html (дата обращения 20.10.2020).

2. Многоточечный мониторинг температуры на складе [Электронный ресурс]. URL: http://sensor-tools.ru/projects/sklady/mnogotochechnyj-monitoring-temperatury-na-sklade/ (дата обращения 20.10.2020).

3. **Толстошеев В.В.** Цифровой измеритель температуры на ARDUINO // Молодёжь XXI века: шаг в будущее: мат. XXI рег. науч.-практ. конф. Благовещенск: ДальГАУ, 2020. С. 226-227. [eLIBRARY ID: 43806227]

4. Datasheet DS18B20 [Электронный ресурс]. URL: http://avr.ru/int/Files/Datasheet/ds18b20.pdf (дата обращения 20.10.2020).

5. Datasheet TM74HC595 [Электронный ресурс]. URL: https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/12198/ONSEMI/74HC595.html (дата обращения 20.10.2020).

6. Pinout Diagram [Электронный ресурс]. URL: https://store.arduino.cc/usa/nano-every (дата обращения 20.10.2020).

7. Arduino: Библиотеки/OneWire [Электронный ресурс]. URL: http://wikihandbk.com/wiki/Arduino_OneWire (дата обращения 20.10.2020).

8. Св-во о гос. рег. прогр. для ЭВМ № 2020610618. Программа для измерения температуры с применением цифровых преобразователей DS18B20 и микроконтроллерной платы Arduino Nano / В.Л. Русинов, А.В. Горковенко, А.А. Ильин; Амур. гос. ун-т., 17.01.2020. [eLIBRARY ID: 42497411]

MULTIPOINTED TEMPERATURE METER

V.L. Rusinov[1], A.A. Volovikov[2] and A.V. Burovov[1]
[1]*Amur State University, Blagoveshchensk*
[2]*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov*

Abstract. The paper examines the device development for multipointed air temperature measurement inside a building and open areas. The device is built on an Arduino Nano controller using digital temperature converters DS18B20, for measurements indication the seven-segment displays were used.

Keywords: multipointed, microcontroller, Arduino, digital converter, temperature measurement, circuit simulation, Proteus.