

УДК 697.1

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ В ПОМЕЩЕНИИ И ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

**Дмитрий Валерьевич Гурьянов**

кандидат технических наук, доцент

[guryanov72@mail.ru](mailto:guryanov72@mail.ru)

**Максим Константинович Манаенков**

магистрант

[manaenkov.max@yandex.ru](mailto:manaenkov.max@yandex.ru)

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** Представлена схема интеллектуальной системы управления температурой в помещении. Дана характеристика оборудования тестового стенда, использованного для отладки алгоритма прогнозирования температуры на базе нейронных сетей.

**Ключевые слова:** интеллектуальная система управления температурой, тестовый стенд, интегральный датчик температуры, термостат.

Для моделирования интеллектуальной системы управления температурой в помещении был спроектирован тестовый стенд, состоящий из следующего оборудования:

- интегральный датчик температуры DS18B20;
- термостат, реализованный на Arduino;
- термоголовка для радиатора отопления с сервоприводом;
- Wi-Fi модуль;
- сеть интернет.

Интегральный датчик температуры DS18B20 – это цифровой измеритель температуры, с разрешением преобразования от 9 до 12 разрядов и функцией контроля температуры с тревожным сигналом [1] (рисунок 1). Параметры контроля могут задаваться пользователем и сохраняться в энергонезависимой памяти датчика.



Рисунок 1 – Интегральный датчик температуры DS18B20

Датчик DS18B20 обменивается данными с микроконтроллером по однопроводной линии связи, используя протокол интерфейса 1-Wire.

Диапазон измерения температуры составляет от  $-55$  до  $+125^{\circ}\text{C}$ . Для диапазона от  $-10$  до  $+85^{\circ}\text{C}$  погрешность не превышает  $0,5^{\circ}\text{C}$ .

У каждой микросхемы датчика DS18B20 есть уникальный серийный код длиной 64 разряда, который позволяет нескольким датчикам подключаться на одну общую линию связи. Таким образом, через один порт микроконтроллера можно обмениваться данными с несколькими датчиками, распределенными на значительном расстоянии.

На рисунке 2 представлена схема подключения датчика.

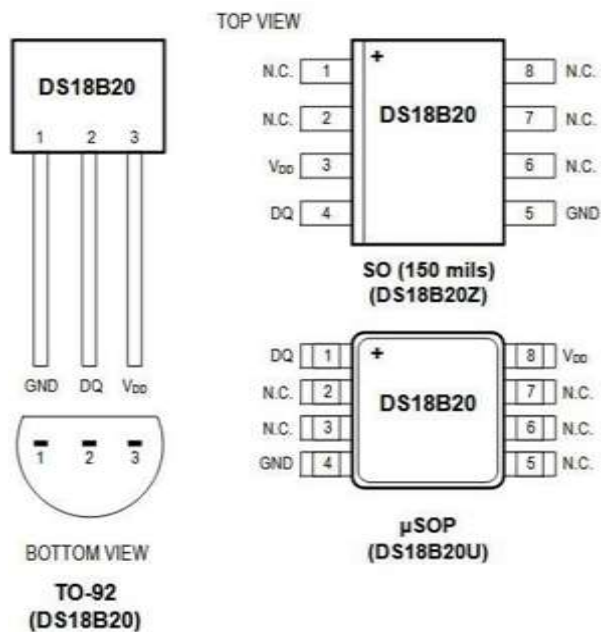


Рисунок 2 – Схема подключения датчика DS18B20

Сигнал GND (черный) – земля. Сигнал DQ (желтый, белый или синий) является выводящим сигналом данных (вход/выход), выход по типу открытый коллектор интерфейса 1-Wire. Также через сигнал DQ происходит питание за счет подключенного адаптера. Сигнал  $V_{DD}$  (красный) предназначен для вывода внешнего питания. Если питание идет от подключенного оборудования, то данный сигнал должен быть заземлен.

Для моделирования системы используется термостат, реализованный на платформе Arduino.

Для вывода температуры с датчика DS18B20, была использована плата NodeMCU на основе модуля ESP8266 с интерфейсом передачи данных Wi-Fi (рисунок 3).

Плата NodeMCU имеет следующие технические параметры [2]:

- одиннадцать цифровых входов и выходов;
- один аналоговый вход с максимальным входным напряжением 3,3В;
- micro USB разъем;
- поддержка Arduino IDE;
- flash память 4 Мб;
- беспроводная загрузка программного кода по интерфейсу Wi-Fi.



Рисунок 3 – NodeMCU на основе модуля ESP8266

Модуль ESP8266 является популярным инструментом для организации беспроводной связи в проектах «Интернета вещей» [3-5]. Модуль имеет следующие параметры:

- напряжение питания 3,3 В;
- сила тока в режиме передачи до 215 мА;
- сила тока во время приема до 62 мА;
- протокол 802.11 b/g/n;
- режимы сохранения энергии и сна;
- встроенный микроконтроллер;
- температура функционирования от -40°C до +125°C;
- максимальная дистанция связи до 100 м.

Для создания беспроводной сети в пределах помещения используется чип модуля ESP8266. С его помощью организуется связь по Wi-Fi, осуществляются сбор информации, дистанционное управление и выход в интернет.

Все данные, поступающие с датчиков, будут храниться в реляционной базе данных.

Для тестового стенда был выбран электротермический двухпозиционный сервопривод VT.TE3043, который применяется для автоматического управления радиаторным термостатическим клапаном [3] систем водяного отопления и охлаждения помещения (рисунок 4).



Рисунок 4 – Термоголовка радиатора отопления

Действие привода основано на расширении заполняющего сиффон армированного парафина, при протекании электрического тока через встроенный нагревательный элемент по сигналу от комнатного термостата или контроллера.

Исходя из функциональной модели, была спроектирована схема системы управления температурой в помещении, которая представлена на рисунке 5.

Устройство сбора и передачи данных (термостат) подключается к порту датчиков, которые установлены в помещении, с наружи помещения и на радиаторе отопления. Термостат передает данные на веб-сервер по средствам связи Wi-Fi.

Модуль ESP8266 подключается к тому же порту и преобразует импульсы, передаваемые с датчиков, в значения температуры. Данный модуль оснащен Wi-Fi передатчиком, который подключается к маршрутизатору по средствам беспроводной сети.

Роутер имеет доступ к сети интернет и перенаправляет данные от модуля ESP8266 на сервер по протоколу передачи данных HTTP. При отключении сети интернет, все данные хранятся во встроенной памяти устройства, до восстановления сети интернет. После восстановления, все накопленные данные передаются на сервер.

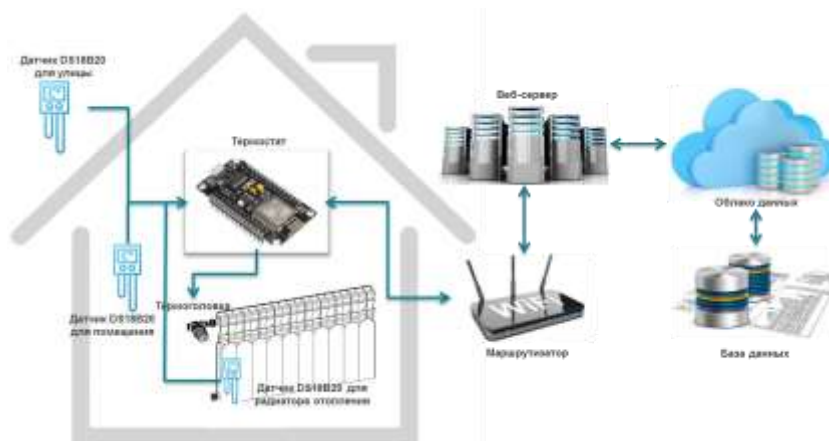


Рисунок 5 – Структурная схема системы управления температурой в помещении

На сервере развернуто веб-приложение, которое принимает данные, обрабатывает их, и устанавливает соответствие между установившейся температурой в помещении и уставной температурой, затем по разработанному алгоритму в помещении корректируется температура воздуха до уставной температуры в определенный момент к заданному времени (по сигналу от термостата регулируется состояние термостатической головки для регулирования температуры радиатора).

В качестве веб-сервера для развертывания сервиса были рассмотрены Apache и Nginx. Основное различие данных веб-серверов заключается в способе обработки соединений. Apache использует разветвленное многопоточное решение, которое поддерживает соединение для каждого пользователя. Nginx использует неблокирующий цикл событий, который объединяет соединения, работающие асинхронно через рабочие процессы.

Для системы управления веб-сервер Nginx, так как для обработки каждого нового соединения не создаются дополнительные процессы. При таком подходе даже при высокой нагрузке CPU и оперативная память не очень сильно расходуются.

Для реализации базы данных была выбрана свободная реляционная система управления базами данных MySQL.

При разработке серверной части использован фреймворк Flask – бесплатный фреймворк для создания веб-приложений на языке программирования Python, использующий набор инструментов Werkzeug, а

также шаблоны Jinja2.

Предложенная схема позволит провести отладку алгоритма прогнозирования температуры для интеллектуального термостата на базе нейронных сетей и сформировать оптимальные параметры микроклимата в производственном помещении с эффективными показателями энергосбережения.

### Список литературы:

1. DS18B20 – датчик температуры с интерфейсом 1-Wire – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mypractic.ru/ds18b20-datchik-temperature-s-interfejsom-1-wire-opisanie-na-russkom-yazyke.html>., свободный, (дата обращения: 22.02.2022)
2. Гурьянов Д.В., Попов А.Н. Модернизация электроснабжения котельной центра-колледжа прикладных квалификаций // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринск-наукоград РФ, 2021. С. 71-74.
3. Петров В.Ю., Рудашевская Е.А. Технология «Интернет вещей» как перспективная современная информационная технология – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://fundamental-research.ru/article/view?id=41775>. свободный, (дата обращения: 22.02.2022)
4. Устройство и принцип работы терморегулятора – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tproekt.com/ustrojstvo-i-princip-raboty-termoregulatora>, свободный, (дата обращения: 22.02.2022)
5. Гурьянов Д.В., Попов А.Н. Методы повышения качества электроснабжения // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринск-наукоград РФ, 2021. С. 66-71.

**UDC 697.1**

**INDOOR TEMPERATURE CONTROL SYSTEM AND TOOLS FOR ITS  
IMPLEMENTATION**

**Dmitriy V. Guryanov**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

guryanov72@mail.ru

**Maxim K. Manaenkov**

undergraduate

manaenkov.max@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Annotation.** A diagram of an intelligent indoor temperature control system is presented. The characteristic of the equipment of the test stand used for debugging the temperature prediction algorithm based on neural networks is given.

**Key words:** intelligent temperature control system, test bench, integrated temperature sensor, thermostat.

Статья поступила в редакцию 15.02.2022; одобрена после рецензирования 10.03.2022; принята к публикации 25.03.2022.

The article was submitted 15.02.2021; approved after reviewing 10.03.2022; accepted for publication 25.03.2022.