

УДК 621.38:64.06

## УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ НА МИКРОКОНТРОЛЛЕРЕ ДЛЯ УМНОГО ДОМА



**Я.В. Лисовецкий**  
Студент кафедры  
теоретических основ  
электротехники БГУИР,  
lisovetskiy@bk.ru



**Т.Н. Дворникова**  
Старший преподаватель кафедры  
информационных радиотехнологий БГУИР,  
магистр технических наук  
dvornikova@bsuir.by

### **Я.В. Лисовецкий**

Студент кафедры теоретических основ электротехники БГУИР. Область научных интересов связана с программированием микроконтроллеров.

### **Т.Н. Дворникова**

Окончила Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. Область научных интересов связана с программированием встраиваемых систем, исследованием быстрого преобразования корректирующих кодов.

**Аннотация.** На базе микроконтроллера *ATMEGA* разработано устройство управления исполнительными механизмами для регулирования, поддержания и измерения температуры.

Микроконтроллеры широко применяется в различных областях науки и техники, в частности для управления различными исполнительными механизмами. В процессе решения поставленных задач использованы принципы системного подхода, теория схмотехнического проектирования радиоэлектронных средств, аналитические и физико-математические методы, методы компьютерной обработки данных.

Разработанное устройство управления исполнительными механизмами на микроконтроллере для умного дома виде макета может быть использовано в промышленных помещениях, школах, учебных заведениях, как решение в системах умного дома.

**Введение.** Внедрение новых технологий в современных системах, позволит автоматизировать различные виды устройств, используемых как в промышленности, так и в быту. В частности, это позволит пользователям управлять и контролировать работу устройств дистанционно и автоматически.

В настоящее время наиболее актуальным и перспективным направлением развития технологий современных систем является технология *IoT (Internet of Things)*, которая нашла свое применение в комплексных системах управления, таких как «умный дом».

Возлагать на человека задачу контроля и регулирования температуры технологических процессов в эпоху высоких компьютерных технологий просто не рационально. Сегодня все эти задачи возложены на микропроцессорные устройства.

Таким образом, задача разработки устройств с использованием микроконтроллеров для системы умного дома является актуальной задачей.

**Описание принципа работы устройства.** Устройство управления состоит из трех функциональных блоков и четырех внешних периферийных устройств, соединенных между собой.

Микроконтроллер *ATMEGA328P*, который является основным блоком платы расширения, имеет расширенный набор линий ввода/вывода общего назначения и периферийных устройств, подключённых к двум улучшенным периферийным шинам, две высокопроизводительные шины и 32-битную матрицу, состоящую из множества шин. Микроконтроллер *ATMEGA328P* имеет 8-канальный 10-разрядный АЦП в корпусах *TQFP* и *QFN/MLF*, два 8-битных Таймера\Счетчика с Отдельным Пред делителем частоты и Режимом сравнения, счетчик реального времени с отдельным генератором шесть ШИМ-каналов, также он имеет большое количество внешних интерфейсов, таких как *SPI*, *UART*, *I2C*. На рисунке 1 представлено модуль отладочной платы *ATMEGA328P*.

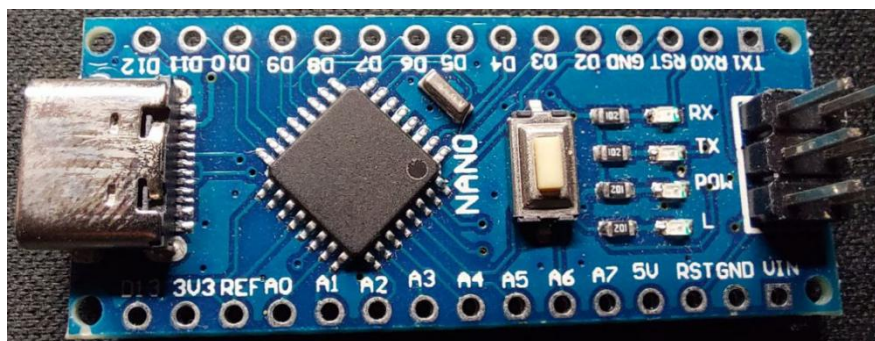


Рисунок 1. Модуль отладочной платы *ATMEGA328P*

Модуль *I2C* для управления *LCD* дисплеем ( $2 \times 16 / 20 \times 4$ ) с помощью *ATMEGA328P*. Данный модуль позволяет уменьшить количество используемых выводов контроллера, вместо 8 или 4-битного соединения, требуется только 2 вывода (*SDA* и *SCL*).

На рисунке 2 представлен модуль интерфейса *I2C*.



Рисунок 2. Модуль интерфейса *I2C*

Интерфейс *I2C* – последовательная асимметричная шина. Он используется для подключения датчиков и периферийных устройств.

Модуль, построен он на микросхеме *PCF8574T*. Резисторы *R8* (4.7кОм) и *R9* (4.7кОм) необходимы для подтяжки линий *SDA* и *SCL*, в идеале при подключении двух и более устройств по шине *I2C* необходимо использовать подтяжку только на одном устройстве, позже напишу почему. На плате предусмотрены три переключки (по схеме видно, что линии *A0*, *A1*, *A2* подтянуты к питанию через резисторы *R4*, *R5*, *R6*), необходимы они для смены адресации устройства, всего их 8 вариантов. Изменение адресации дает нам возможность подключения до восьми устройств по шине *I2C* с микросхемой *PCF8574T*, варианты адресов показаны на рисунке (по умолчанию адрес устройства 0x27). Так же модуль оснащен потенциометром *R11* с его помощью можно изменить контрастность *LCD* дисплея. На рисунке 3 представлен модуль *LCD 1602+I2C BLUE*.



Рисунок 3. Модуль *LCD 1602+I2C BLUE*

**Интерфейсы для программирования устройства управления исполнительными механизмами на базе микроконтроллера *ATMEGA328P*.** На рисунке 4 представлено расположение выводов отладочной платы относительно разъемов, а также интерфейсы взаимодействия.

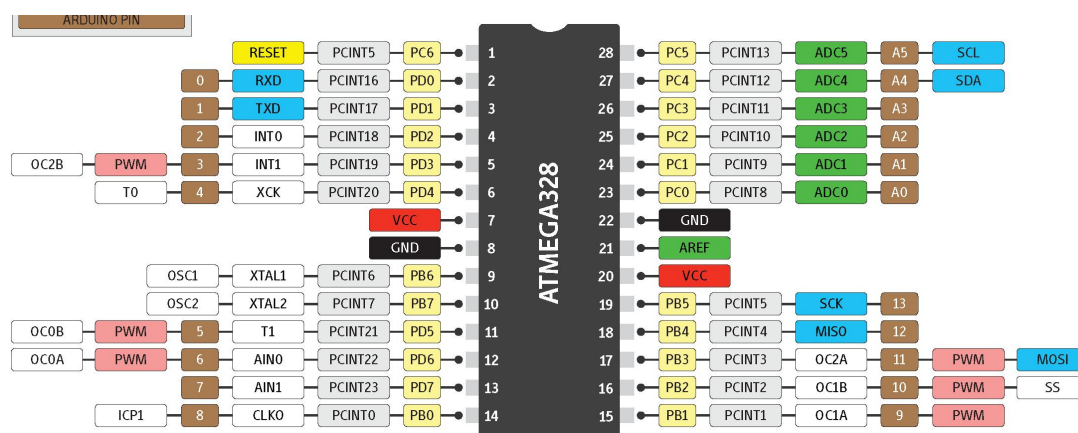


Рисунок 4. Расположение выводов и интерфейсы в отладочной плате на базе *STM32*

Метод программирования последовательных конфигурационных постоянных запоминающих устройств, который осуществляется через интерфейс *JTAG*, что упрощает

процесс отладки. Программа микроконтроллера, разработанная в программном обеспечении на персональном компьютере, поступает через интерфейс *mini-USB*, после чего программатор подключается к микроконтроллеру на плате, либо через *SWD*-интерфейс к иному устройству. Для программирования и отладки по интерфейсу *SWD* используются следующие выводы микроконтроллера:

- *SWDIO* – *Serial Wire Data Input/Output*;
- *SWCLK* – *Serial Wire Clock*;

Линии интерфейса имеют внутреннюю подтяжку, поэтому нет необходимости устанавливать внешние резисторы.

Модуль *LCD 1602+I2C BLUE* подключены напрямую к информационным выводам микроконтроллера.

Кнопка сброса представляет собой кнопку очистки памяти. При необходимости ее можно перепрограммировать на иное использование.

Для взаимодействия светодиодной индикации и кнопки сброса с контроллером используется интерфейс ввода/вывода общего назначения (*general-purpose input/output, GPIO*), который осуществляет прямое подключение компонентов к контроллеру.

Интерфейс *I2C* – последовательная асимметричная шина. Он используется для подключения датчиков и периферийных устройств.

Программа, разработанная в программном обеспечении на персональном компьютере, поступает через интерфейс *mini-USB*, после чего преобразуется в переходнике *USB-UART*, который осуществляет преобразование компьютерного интерфейса *USB* в последовательный интерфейс *UART*.

*UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)* – асинхронный последовательный интерфейс. У контроллера *ESP8266* два модуля *UART*. Один из которых устанавливает связь с отладочной платой на базе микроконтроллера *ATMEGA328P* по шине *UART*, а другой – для загрузки кода по последовательной связи.

*SPI (Serial Peripheral Interface)* – последовательный периферийный интерфейс. *ESP8266* имеет два *SPI (SPI и HSPI)* в ведущем и подчиненном режимах.

**Разработка программной части устройства управления.** Для разработки устройства управления исполнительными механизмами на микроконтроллере для умного дома используются аппаратные и программные средства. В процессе создания этапы проектирования и разработки неотделимы друг от друга. Решение конечной задачи достигается путем нахождения компромисса в выборе проектной платформы и среды разработки.

Проектные платформы, использующиеся для разработки устройства управления исполнительными механизмами на микроконтроллере для умного дома, определяют процесс проектирования и разработки. Широко используемыми в производстве платформами можно назвать промышленные персональные компьютеры, микроконтроллеры, сигнальные процессоры, программно-аппаратные комплексы и контроллеры с программируемой логикой, программируемые логические интегральные схемы и сверхбольшие интегральные схемы программируемой логики.

Одним из важнейших критериев при разработке устройства управления исполнительными механизмами на микроконтроллере для умного дома является выбор среды программирования.

Программирование микроконтроллеров *AVR* на языке *C* является одной из наиболее популярных и распространенных методик разработки встраиваемых систем. *AVR (Advanced Virtual RISC)* – это семейство 8-битных микроконтроллеров, разработанных компанией *Atmel* и используемых в различных применениях, включая индустрию, автомобильную отрасль, медицинскую технику и другие.

Основным преимуществом использования микроконтроллеров AVR является их простота в программировании и широкий набор интегрированных периферийных устройств. Большинство микроконтроллеров AVR имеют встроенную память программ и данных, а также различные модули, такие как АЦП, UART, SPI, I2C и другие, что делает их идеальным выбором для разработки различных электронных устройств.

Один из основных языков программирования, используемых для разработки на микроконтроллерах AVR, – это язык C. C – это язык высокого уровня, который обеспечивает простоту и гибкость в написании программ для AVR. Он позволяет разработчикам использовать все доступные функции и возможности микроконтроллера AVR, такие как GPIO, таймеры, прерывания и т. д.

Основные принципы программирования микроконтроллеров AVR на языке C включают в себя объявление и инициализацию переменных, использование операторов условия и циклов, работу с памятью, обработку прерываний и другие. Код на языке C затем компилируется с использованием специального компилятора, который превращает его в машинный код, понятный микроконтроллеру AVR.

Существует множество инструментов и сред разработки для программирования микроконтроллеров AVR на языке C, таких как Atmel Studio, AVR-GCC, AVRDUDE и другие. Эти инструменты предоставляют разработчикам удобную среду с отладчиками, эмуляторами, симуляторами и другими функциями, которые помогают в отладке и тестировании программного обеспечения для AVR.

Несмотря на свою простоту, программирование микроконтроллеров AVR на языке C требует от разработчиков хорошего понимания аппаратной архитектуры микроконтроллеров, умения работать с регистрами, битовыми манипуляциями.

**Заключение.** Данное устройство является актуальным, так как, с помощью разработанного устройства управления исполнительными механизмами на микроконтроллере для умного дома, решаются конкретные задачи пользователей. Данное устройство может применяться не только для умного дома, но и внедряться в производство.

Разработанное устройство обладает преимуществом относительно существующих решений, таким как:

- относительный режим работы;
- возможность управления устройством через Bluetooth и WiFi.

Имеется возможность модернизации и улучшения функций. Данное устройство интегрируется с другими системами умного дома.

### Список литературы

- [1] Керниган Брайан У. Язык программирования C / Ритчи Деннис М., Керниган Брайан У. – М. : Вильямс, 2017. – 288 с.
- [2] Марц Н, Уоррен Д. Большие данные. Принципы и практика построения масштабируемых систем обработки данных в реальном времени. М.: Вильямс, 2016. – 368 с.
- [3] Тейлор Дж, Рэйден Т. Получение конкурентных преимуществ путем автоматизации принятия скрытых решений. М.: Символ-плюс, 2009. – 448 с.

### Авторский вклад

**Дворникова Татьяна Николаевна** – постановка задачи разработки, руководство разработкой устройства управления исполнительными механизмами на микроконтроллере для умного дома.

**Лисовецкий Ярослав Владимирович** – написание программного кода, формирование структуры статьи.

## **MICROCONTROLLER-BASED ACTUATOR CONTROL DEVICE FOR SMART HOMES**

***U.V. Lisovetsky***

*Student at the Department of  
Theoretical Foundations of  
Electrical Engineering, BSUIR*

***T.N. Dvornikova***

*Senior lecturer of the Information  
Radio Technologies Department of  
BSUIR, Master of Technical  
Sciences*

**Annotation.** Based on the ATMEGA microcontroller, an actuator control device has been developed for regulating, maintaining and measuring temperature. Microcontrollers are widely used in various fields of science and technology, in particular to control various actuators. In the process of solving the assigned problems, the principles of the systems approach, the theory of circuit design of radio-electronic equipment, analytical and physical and mathematical methods, and methods of computer data processing were used. The developed device for controlling actuators on a microcontroller for a smart home in the form of a prototype can be used in industrial premises, schools, educational institutions, as a solution in smart home systems.