

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА TMEGA8535 В ПРОГРАММЕ PROTEUS

А.В. Полуэктов¹, А.И. Заревич¹, Ф.В. Макаренко¹, А.Н. Потапов¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. Данная статья посвящена моделированию работы микроконтроллера Atmega8535 в программе Proteus. Автор представляет подробную инструкцию по настройке и использованию данной программы для эмуляции работы микроконтроллера. В статье также представлены результаты моделирования и анализ их соответствия реальным показателям работы микроконтроллера.

Ключевые слова: микроконтроллер, Atmega8535, моделирование, Proteus, эмуляция, программирование, электроника, схемотехника.

SIMULATION OF THE OPERATION OF THE TMEGA8535 MICROCONTROLLER IN THE PROTEUS PROGRAM

A.V. Poluektov¹, A.I. Zarevich¹, F.V. Makarenko¹, A.N. Potapov¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract. This article is devoted to modeling the operation of the Atmega8535 microcontroller in the Proteus program. The author provides detailed instructions for setting up and using this program to emulate the operation of a microcontroller. The article also presents simulation results and an analysis of their correspondence to real performance indicators of the microcontroller.

Keywords: microcontroller, Atmega8535, modeling, Proteus, emulation, programming, electronics, circuit design.

Программа Proteus была разработана компанией Labcenter Electronics Ltd в 1996 году и стала одним из наиболее популярных инструментов который применялся при проектировании и моделировании электронных схем и микроконтроллерных систем.

Рассматривая программу Proteus можно выделить следующие характеристики:

- создание и отладка схем на микроконтроллерах для различных типов и от различных производителей;
- большое количество встроенных компонентов и элементов, включая множество микроконтроллеров, датчиков, дисплеев и т.д.;
- позволяет выполнять симуляции работы программного кода на микроконтроллере в режиме реального времени;
- создание трехмерной модели проектируемого устройства и его компонентов;
- присутствует множество инструментов и функций, используемых для анализа и оптимизации проектов, в том числе, автоматический поиск ошибок и конфликтов в схеме.

Положительными сторонами программы Proteus можно отметить:

- большой функционал и многообразие инструментов, это позволяет использовать программу для моделирования и проектирования систем различной степени сложности;
- создание трехмерных моделей для упрощения визуализации и понимания работы устройства;
- присутствуют в большом количестве готовые компоненты и элементы, что позволяет ускорить процесс проектирования и моделирования.

Среди отрицательных сторон можно отметить:

- нет возможности интеграции с другими программами и пакетами, используемыми для проектирования и моделирования электроники;
- слабая поддержка ряда типов микроконтроллеров и иных компонентов.

Выполняя сравнение с другими аналогичными программами для проектирования и моделирования электроники, можно указать следующие отличия Proteus:

- имеет более ограниченную функциональность и возможности для работы с большими проектами, чем у Altium Designer и Eagle;
- обладает большим количеством элементов и инструментов для моделирования и оптимизации проектов, чем у Multisim и LTSpice;
- имеет более простой и легко усваиваемый интерфейс, и делает его более доступным для начинающих разработчиков, чем у TINA и OrCAD.

Опираясь на выше сказанное можно сделать следующие выводы – программа Proteus является мощным и функциональным инструментом для проектирования и моделирования электронных схем и микроконтроллерных систем. Наиболее значимыми плюсами являются – широкий функционал, многообразие инструментов и возможность создания трехмерных моделей проектируемых устройств. Практически отсутствуют интеграционные казусы, но имеются определенные ограничения в поддержке некоторых типов микроконтроллеров и элементов. Также отличительной чертой Proteus является его «простой» и понятный интерфейс в сравнении с другими программами.

Для построения схемы сигнализации основанной на использовании микроконтроллера ATmega8535, потребуются следующие компоненты:

- микроконтроллер ATmega8535;
- внешние датчики, например, датчик движения PIR и датчик звука;
- резисторы;
- транзисторы;
- LCD-дисплей;
- пьезодинамик;
- резисторы для подключения дисплея и пьезодинамика.

Разработка схемы сигнализации состоит из следующих шагов (рис. 1):

- подключение внешних датчиков к микроконтроллеру ATmega8535 через разъемы ввода-вывода;
- настройка программы для микроконтроллера ATmega8535 и проверка состояния внешних датчиков, выдача сигнала на LCD-дисплей и пьезодинамик при обнаружении движения или звука;
- подключение LCD-дисплея к микроконтроллеру ATmega8535 для вывода информации о состоянии датчиков и сигналах;
- подключение пьезодинамика к микроконтроллеру ATmega8535 для выдачи звукового сигнала при обнаружении движения или звука;
- выполнение моделирования работы сигнализации, проверка работы на наличие ошибок и исправление их при необходимости.

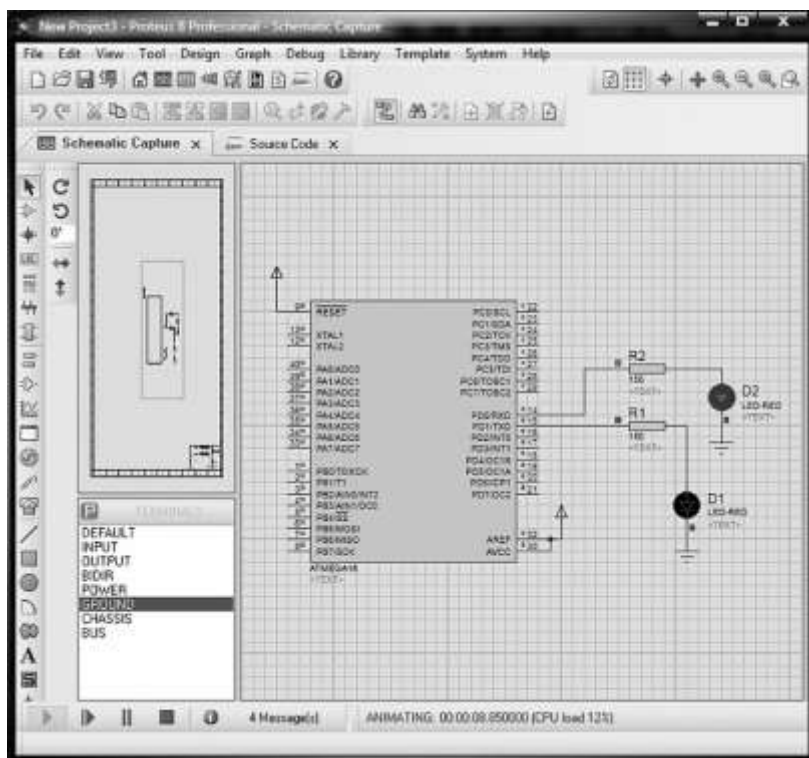


Рисунок 1 – Схема реализации сигнализации в программе Proteus на базе микроконтроллера АТmega8535

Для разработки прошивки микроконтроллера используем программу Atmel Studio 7 где в качестве языка программирования возьмем язык C и дополним его следующими библиотеками языка C: `avr/io.h` (ввода-вывода микроконтроллера), `avr/interrupt.h` (прерываний микроконтроллера), `avr/delay.h` (задержки микроконтроллера), `stdio.h` (общего назначения для ввода-вывода), `lcd.h` (для работы с LCD-дисплеями). В программном коде подключение библиотек осуществляется указанием служебного слова, заголовков (`#include`) в начале программы, а также следует настроить порты микроконтроллера для работы с внешними устройствами. Затем выполняется проектирование работы микроконтроллера с проверкой контактов портов ввода-вывода с системой взаимодействия с внешними датчиками и вывода информации как на LCD дисплей, так и звукового сигнала на пьезодинамик:

```
#include <avr/io.h>
#include "lcd.h"
#define PZ1 PB0 // Пин пьезодинамика
#define SENSOR1 PC0 // Пин первого внешнего датчика
#define SENSOR2 PC1 // Пин второго внешнего датчика
```

```

int main(){
    // Инициализация дисплея
    lcd_init();
    // Конфигурирование портов
    DDRB = _BV(PZ1); // PZ1 на выход
    DDRC = 0x00;    // Все порты PCx на вход
    // Подтяжка портов PC0 и PC1 к VCC
    PORTC = _BV(SENSOR1) | _BV(SENSOR2);
    int sensor1_val = 0;
    int sensor2_val = 0;
    while(1)
    {
        // Считывание значений с датчиков
        sensor1_val = PINC & _BV(SENSOR1);
        sensor2_val = PINC & _BV(SENSOR2);
        // Формирование сообщения для вывода на дисплей
        char msg[16];
        sprintf(msg, "Sensor1:%d,2:%d", sensor1_val, sensor2_val);
        // Вывод сообщения на дисплей
        lcd_clrscr();
        lcd_puts(msg);
        // Если значения датчиков выше порога, то вывод сообщения и гене-
рация звукового сигнала
        if(sensor1_val > 0 && sensor2_val > 0){
            lcd_gotoxy(0, 1);
            lcd_puts("ALERT: Obstacle!");
            PORTB |= _BV(PZ1);
            _delay_ms(1000);
            PORTB &= ~_BV(PZ1);
            _delay_ms(1000);
        }
        _delay_ms(100); // Задержка между проверками сигналов
    }
    return 0;
}

```

Следующим шагом в моделировании схемы устройства будет компиляция программного кода и прошивка микроконтроллера в программе Proteus. Затем необходимо провести моделирование работы схемы через имитацию запуска микроконтроллера с последующей проверкой работы дисплея. Выполняя имитацию воздействия на внешние датчики можно получить картину работы указанной схемы в различных условиях ее эксплуатации. Особенность программы Proteus заключается так же в том, что мы можем поэтапно вводить в схему новые компоненты и проводить эксперименты с условием того, что для ввода нового элемента схемы нужно в коде прошивки вводить дополнительные функции и подключать библиотеки. В частности, схему можно расширить, добавив в нее, например, дополнительный функционал реализовав чтение сигналов с внешних датчиков или управление моторами. Добавление новых элементов в Proteus ограничено только воображением разработчика, так как библиотека компонент имеет большой спектр элементов, в частности, датчики освещенности, давления, веса, расстояния и т.д. Следует только помнить, что при проектировании прошивки микроконтроллера ATmega8535 в программе Atmel Studio 7 следует для каждого нового датчика подбирать соответствующую библиотеку, в частности для работы с датчиками - элементы из библиотеки Sensors.

Подводя итог использования программы Proteus для моделирования схемы сигнализации можно сказать, что указанная программа позволяет довольно легко проводить построения схем любой степени сложности, позволяет поэтапно проводить достройку схемы вводя по несколько элементов в схему и выполнять моделирование работы элементов схемы на каждом шагу моделирования. Создание прошивки микроконтроллера может быть осуществлено как в самой программе Proteus, так и с использованием стороннего ПО, в частности программы Atmel Studio 7, что дает возможность использовать различные библиотеки элементов и расширить спектр подключаемого оборудования.

Список литературы

1. Краснов, С. А. Автоматизированное проектирование универсального лабораторного стенда на базе микропроцессоров серии AVR с использованием пакета программ Proteus / С. А. Краснов, В. И. Монахов, Т. И. Плющева // Инновационное развитие легкой и текстильной промышленности (ИНТЕКС-2014) : тезисы докладов всероссийской научной студенческой конференции, Москва, 15–16 апреля 2014 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский

государственный университет дизайна и технологии». – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет дизайна и технологии", 2014. – С. 90.

2. Хомяков, А. В. Разработка блока управления для автоматического контроля и регулирования температуры с применение программы Proteus / А. В. Хомяков, М. И. Мехно // Современные электротехнические и информационные комплексы и системы: Материалы V Международной научно-практической конференции преподавателей, аспирантов и научно-технических работников, посвящённой 105- летию со дня образования КубГТУ, Армавир, 10–11 ноября 2023 года. – Армавир: ООО «Редакция газеты «Армавирский собеседник», 2023. – С. 76-80.

3. Альтерман, А. Д. Программа для автоматического проектирования электрических схем Proteus / А. Д. Альтерман, А. С. Парфенова // Современные научные исследования и разработки. – 2018. – № 12(29). – С. 121-122.

4. Фам, Т. Х. Моделирование работы усилительно-преобразующего блока мобильного измерителя концентрации кислорода в программе Proteus / Т. Х. Фам // Техника XXI века глазами молодых ученых и специалистов. – 2022. – № 20. – С. 315-321.

5. Сбоев, В. М. Моделирование электромеханических систем в программе "Proteus VSM" / В. М. Сбоев, В. В. Рычков // Всероссийская ежегодная научно-техническая конференция "Общество, наука, инновации" (НТК-2012) : Сборник материалов: Общеуниверситетская секция, БФ, ГФ, ФЭМ, ФАВТ, ФАМ, ФПМТ, ФСА, ХФ, ЭТФ, Киров, 16–27 апреля 2012 года / Ответственный редактор: Литвинец С.Г.. – Киров: Вятский государственный университет, 2012. – С. 1146-1149.

6. Журавлев, А. А. Разработка цифрового двойника уличного фонаря с помощью программы Proteus / А. А. Журавлев // Modern Science. – 2020. – № 12-5. – С. 364-368.

7. Третьяков, О. В. Особенности программирования микроконтроллеров с помощью универсального программатора ронурrog и пакета программ Proteus / О. В. Третьяков, И. А. Одарченко // Молодежь и научно-технический прогресс: Сборник докладов VII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 3-х томах, Старый оскол, 10 апреля 2014 года. Том 1. – Старый оскол: Общество с ограниченной ответственностью "Ассистент плюс", 2014. – С. 146-148.

8. Колесникова, Т. Применение программы CodeVisionAVR для управления LCD-дисплеями в Proteus 8.11 / Т. Колесникова // Компоненты и технологии. – 2021. – № 10(243). – С. 86-97.

9. Клочек, М. С. Программа для автоматического проектирования электрических схем Proteus / М. С. Клочек, А. С. Парфенова // Инновационное развитие. – 2018. – № 1(18). – С. 11-12.

10. Лысенков, А. А. Проектирование восьмиразрядного двоичного счетчика на базе процессора STM32 с визуализацией в программе Proteus / А. А. Лысенков, Н. А. Пикулев // Актуальные вопросы науки и практики: Сборник научных трудов по материалам XXXIX Международной научно-практической конференции, Анапа, 06 декабря 2021 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2021. – С. 163-167.

References

1. Krasnov, S. A. Automated design of a universal laboratory bench based on AVR series microprocessors using the Proteus software package / S. A. Krasnov, V. I. Monakhov, T. I. Plyushcheva // Innovative development of the light and textile industry (INTEX- 2014): abstracts of reports of the All-Russian scientific student conference, Moscow, April 15–16, 2014 / Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State University of Design and Technology". – Moscow: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow State University of Design and Technology", 2014. – P. 90.

2. Khomyakov, A. V. Development of a control unit for automatic control and regulation of temperature using the Proteus program / A. V. Khomyakov, M. I. Mekhno // Modern electrical and information complexes and systems: Materials of the V International Scientific and Practical Conference of Teachers, graduate students and scientific and technical workers, dedicated to the 105th anniversary of the founding of Kuban State Technical University, Armavir, November 10–11, 2023. – Armavir: LLC “Editorial office of the newspaper “Armavir Interlocutor”, 2023. – P. 76-80.

3. Alterman, A. D. Program for automatic design of electrical circuits Proteus / A. D. Alterman, A. S. Parfenova // Modern scientific research and development. – 2018. – No. 12(29). – pp. 121-122.

4. Pham, T. H. Modeling the operation of the amplification-converting unit of a mobile oxygen concentration meter in the Proteus program / T. H. Pham // Technology of the 21st century through the eyes of young scientists and specialists. – 2022. – No. 20. – P. 315-321.
5. Sboev, V. M. Modeling of electromechanical systems in the "Proteus VSM" program / V. M. Sboev, V. V. Rychkov // All-Russian annual scientific and technical conference "Society, Science, Innovation" (NTK-2012): Collection of materials : All-university section, BF, GF, FEM, FAVT, FAM, FPMT, FSA, HF, ETF, Kirov, April 16–27, 2012 / Executive editor: Litvinets S.G. - Kirov: Vyatka State University, 2012. - pp. 1146-1149.
6. Zhuravlev, A. A. Development of a digital twin of a street lamp using the Proteus program / A. A. Zhuravlev // Modern Science. – 2020. – No. 12-5. – pp. 364-368.
7. Tretyakov, O. V. Features of programming microcontrollers using the universal ponyprog programmer and the Proteus software package / O. V. Tretyakov, I. A. Odarchenko // Youth and scientific and technical progress: Collection of reports of the VII international scientific and practical conference of students and graduate students and young scientists. In 3 volumes, Sary Oskol, April 10, 2014. Volume 1. – Sary Oskol: Limited Liability Company “Assistant Plus”, 2014. – pp. 146-148.
8. Kolesnikova, T. Application of the CodeVisionAVR program for controlling LCD displays in Proteus 8.11 / T. Kolesnikova // Components and Technologies. – 2021. – No. 10(243). – pp. 86-97.
9. Klochek, M. S. Program for automatic design of electrical circuits Proteus / M. S. Klochek, A. S. Parfenova // Innovative development. – 2018. – No. 1(18). – pp. 11-12..
10. Lysenkov, A. A. Design of an eight-bit binary counter based on the STM32 processor with visualization in the Proteus program / A. A. Lysenkov, N. A. Pikulev // Current issues of science and practice: Collection of scientific papers based on the materials of the XXXIX International Scientific and Practical Conference , Anapa, December 06, 2021. – Anapa: Limited Liability Company “Research Center for Economic and Social Processes” in the Southern Federal District, 2021. – P. 163-167.