

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Кафедра «Радиоэлектроника и телекоммуникации»

МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫЕ УСТРОЙСТВА

Учебно-методическое пособие

по выполнению курсовой работы по дисциплине
для студентов очной и заочной форм обучения направления

11.03.01 — Радиотехника и специальности

11.05.01 — Радиоэлектронные системы и комплексы

Севастополь
СевГУ
2020

УДК 004.312
М59

Р е ц е н з е н т:
И.Л. Афонин - д. т. н., профессор

Ответственный за выпуск:
И.Л. Афонин - заведующий кафедрой «Радиоэлектроника
и телекоммуникации» д. т. н., профессор

Составитель: А.А. Щекатурин

М59 Микроконтроллерные устройства : учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы по дисциплине для студентов очной и заочной форм обучения направления 11.03.01 – Радиотехника и специальности 11.05.01 – Радиоэлектронные системы и комплексы / Сост. А.А. Щекатурин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Севастопольский государственный университет. – Севастополь : СевГУ, 2020. – 20 с. – Текст : электронный.

Цель пособия: оказание помощи в выполнении курсовой работы по дисциплине «Микроконтроллерные устройства». В процессе работы студентом углубляют и укрепляют знания, полученные при изучении дисциплины, а также развивают практические навыки по разработке микроконтроллерных систем.

УДК 004.312

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании методической комиссии Института радиоэлектроники и информационной безопасности, протокол № 5 от 17 декабря 2019 г.

Изд. № 214/2020. Объем 1,25 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение.....	4
1.	Основные части курсовой работы.....	5
2.	Задание на курсовую работу	6
	2.1. Общие исходные данные.....	6
	2.2. Выбор параметров генерируемого сигнала.....	6
	2.3. Выбор обработки внешних воздействий.....	7
3.	Рекомендации по выполнению курсовой работы	10
	3.1. Введение и выводы	10
	3.2. Первый раздел	10
	3.3. Второй раздел.....	11
	3.4. Третий раздел	11
	3.5. Четвертый раздел	14
	3.6. Пятый раздел	14
	3.7. Приложения.....	16
	Библиографический список.....	17
	Приложение А. Образец титульного листа	18
	Приложение Б. Образец заполнения бланка задания	19

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа является завершающим этапом в процессе изучения дисциплины «Микроконтроллерные устройства, выполняется в шестом учебном семестре студентами дневной формы обучения и в седьмом семестре студентами заочной формы обучения. В процессе выполнения курсовой работы студенты должны спроектировать специализированную ЭВМ на микроконтроллере AVR в соответствии с индивидуальным заданием. В процессе выполнения задания студент должен проявить знания и умения при разработке структурной и принципиальной схем проектируемого устройства. В этих указаниях изложены важные теоретические сведения, а также содержатся ссылки на литературные источники, сведения из которых понадобятся при выполнении курсовой работы.

При выполнении курсовой работы следует придерживаться следующих правил:

- номер варианта выбирается по последней и предпоследней цифрам зачетной книжки;
- курсовая работа выполняется на листах бумаги стандартного формата А4;
- оформление работы (рубрикация, нумерация разделов, страниц, подписей, подписей, названия таблиц и т.д.) осуществляется в строгом соответствии с требованиями Государственных стандартов и Методических указаний по оформлению текстовых работ [1];
- обязательны ссылки на литературу. Перечень ссылок, оформленный в соответствии с требованиями стандартов, приводится в конце работы. Ссылка дается в скобках [k], где k — порядковый номер источника в списке литературы;
- в заключение каждого раздела необходимо привести четко сформулированные выводы;
- общий объем пояснительной записки курсовой работы 25 - 30 страниц;
- срок представления оформленной работы — 15 мая.

1. ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа должна содержать следующие части:

- титульный лист (приведен в приложении А);
- заполненный бланк задания (приведен в приложении Б);
- содержание;
- введение;
- первый раздел, посвященный разработке структурной схемы устройства;
- второй раздел, посвященный разработке принципиальной схемы;
- третий раздел, посвященный программированию микроконтроллера;
- четвертый раздел, посвященный моделированию работы спроектированного устройства;
- пятый раздел, посвященный разработке печатной платы устройства;
- выводы;
- перечень ссылок;
- приложения, если они необходимы.

Бланк задания выдается каждому студенту на установочной сессии (очная форма обучения) или в начале семестра (очно-заочная форма обучения), он заполняется студентом и подписывается преподавателем.

Первый раздел посвящается разработке и обоснованию структурной схемы устройства.

Второй раздел посвящается разработке и расчету принципиальной электрической схемы устройства.

Второй раздел должен содержать подпункты, посвященные разработке принципиальных схем частей микропроцессорной системы: центрального процессорного блока, блока памяти и т.д. К пояснительной записке в обязательном порядке прилагается чертеж принципиальной электрической схемы разрабатываемого устройства в соответствии с требованиями ГОСТов.

Третий раздел должен содержать разработанные алгоритм работы и программу работы устройства.

Четвертый раздел должен содержать результаты моделирования работы устройства в программе *PROTEUS*.

Пятый раздел посвящен разработке печатной платы микроконтроллерного устройства.

В курсовой работе представляются следующие графические материалы:

- рисунок структурной схемы устройства;
- рисунок принципиальной схемы (на отдельном листе, формат листа выбирается в зависимости от сложности разработанной принципиальной схемы);
- блок-схема алгоритма работы устройства;
- график напряжения, формируемого устройством, полученный в результате моделирования;
- все слои печатной платы устройства;
- трехмерный вид устройства (печатная плата с установленными элементами).

2. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

2.1. Выбор микроконтроллера Микроконтроллер выбирается по выданному преподавателем варианту в соответствии с таблицей 2.1.

Таблица 2.1. — Выбор типа микроконтроллера

Номер варианта	Тип микроконтроллера
1	ATmega 8
2	ATmega 16
3	ATmega 32
4	ATmega 8535
5	ATmega 6450
6	ATmega 165
7	ATmega 168
8	ATmega 640
9	ATmega 644
10	ATmega 645
11	ATmega 8515
12	ATmega 1281
13	ATmega 48

2.2. Выбор параметров генерируемого сигнала

Разрабатываемое устройство должно генерировать аналоговый сигнал, показанный на рис. 2.1. Период сигнала $T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$.

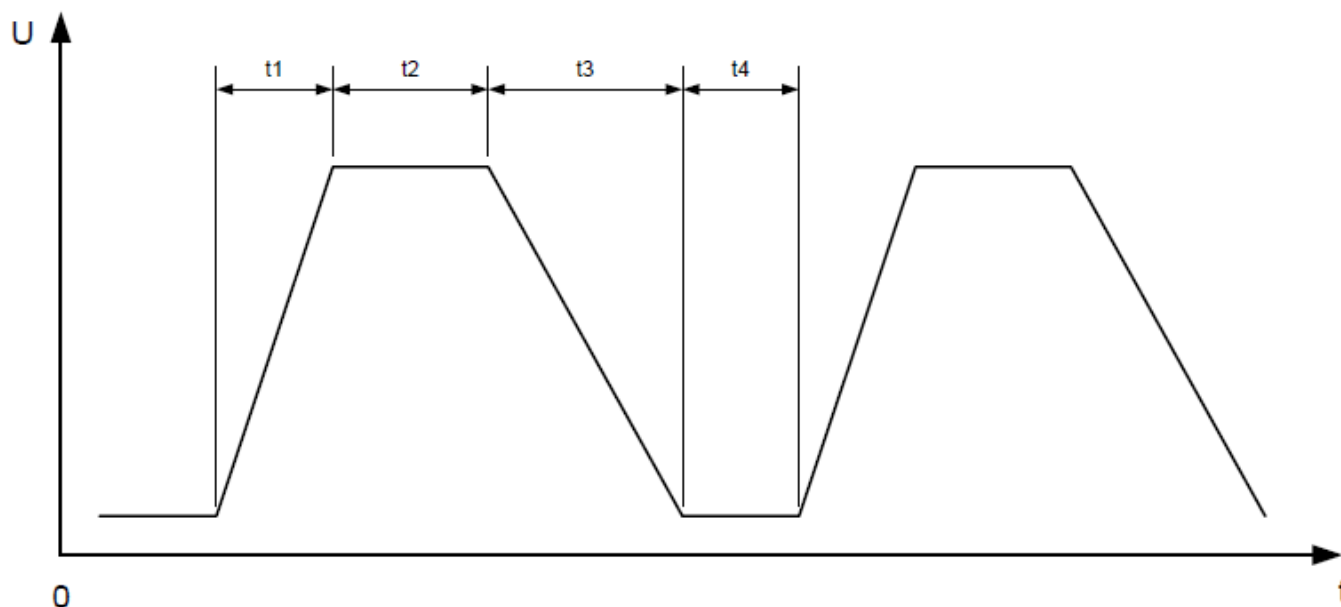


Рис. 2.1 — Вид аналогового сигнала, генерируемого микроконтроллерным устройством

Для создания аналогового сигнала необходимо воспользоваться либо встроенным цифро-аналоговым преобразователем, либо внешним цифро-аналоговым преобразователем. Параметры генерируемого сигнала выбираются по таблице 2.2.

Таблица 2.1. — Параметры генерируемого сигнала

Номер варианта	$t1, c$	$t2, c$	$t3, c$	$t4, c$
1	0,1	0,4	0,25	1
2	0	0,2	0,1	1,2
3	0,3	0,6	0,5	1,4
4	0	0,7	0,3	0,8
5	0,6	0,75	0,75	0,7
6	0,15	0,9	0,6	0,6
7	0,4	0,4	0,5	0,45
8	0,1	0,8	0,4	0,5
9	1,5	0,65	0,3	0,3
10	0,2	1	0,6	0,4
11	0,3	0,8	0	1,1
12	0,15	2	0,2	0,9
13	0,2	0,9	0	1,2

2.3. Выбор обработки внешних воздействий

Реакция разрабатываемого устройства на внешние воздействия определяется по таблице 2.2.

Таблица 2.2. — Задание по обработке внешних воздействий

Номер варианта	Задание по обработке внешних воздействий
1	Устройство должно определять количество нажатий кнопки <i>SB0</i> за каждые 15 с. Работа устройства должна осуществляться в цикле. По истечении текущих 15 с результат подсчета числа нажатий выводится на дисплей (7-сегментный индикатор или <i>LCD</i> индикатор) и сохраняется на нем в течение следующих 15 с.
2	Устройство должно сравнивать два 8-и разрядных двоичных числа. Первое число вводится через порт с помощью кнопок с фиксацией <i>SB01</i> , <i>SB02</i> , <i>SB07</i> . Второе число вводится с помощью кнопок с фиксацией <i>SB11</i> , <i>SB12</i> , <i>SB17</i> . В процессе сравнения числа не должны изменяться. Процедуру начала сравнения инициировать по нажатию кнопки <i>SB0</i> . Если числа равны, то должен мигать светодиод <i>VD1</i> . Если первое число больше второго, то должен мигать светодиод <i>VD2</i> . Если второе число больше первого, то должен мигать светодиод <i>VD3</i> .

Номер варианта	Задание по обработке внешних воздействий
3	При запуске устройства или нажатии кнопки SB0 на двух семисегментных индикаторах, предназначенных для отображения двухразрядного десятичного числа, должны отображаться нули. При нажатии кнопки SB1 число, отображаемое на семисегментных индикаторах, должно увеличиваться на 1. При нажатии кнопки SB2 число, отображаемое на семисегментных индикаторах, должно уменьшаться на 1.
4	При нажатии кнопки SB1 на семисегментный индикатор последовательно с интервалом 1 с выводятся гласные буквы из набора «А», «В», «С», «D», «Е», «F», «G», «H», «I». При нажатии кнопки SB2 на этот же семисегментный индикатор последовательно с интервалом 1 с выводятся согласные буквы из указанного набора.
5	Распознать введенное число. При нажатии одной из кнопок SB1...SB7 загорается поставленный ей в соответствие сегмент 7-сегментного дисплея. При нажатии кнопки SB8 начинается распознавание введенной десятичной цифры. Если цифра распознана, то загорается соответствующий ей светодиод из VD1.VD7. При этом светодиоду VD1 соответствует цифра «1», светодиоду VD1 — цифра «1», светодиоду VD2 — цифра «2» и т.д.
6	Разработать устройство, передающее световые сигналы с помощью азбуки Морзе, формируемые светодиодом VD1, соответствующие пяти первым буквам алфавита. Нажатие кнопки с фиксацией нажатия SB1 должно привести к формированию буквы «А», SB2 — буквы «Б» и т.д. Точке должно соответствовать время 0,3 с, тире — 0,9 с, паузе — 0,3 с.
7	Кодовый замок. Шесть кнопок SB1.SB6 задают кодовую комбинацию. Если эта кодовая комбинация соответствует «правильной комбинации», то должен загораться светодиод VD1 — замок открыт. Исходная «правильная комбинация» — 000000. Замок может быть перепрограммирован с помощью тех же кнопок SB1.SB6. Переход в режим программирования должен осуществляться при нажатии кнопки с фиксацией SB7, при этом должен загораться светодиод VD2 — индикатор режима программирования. Программирование заканчивается отпусканием кнопки SB7.
8	Регулятор освещенности. Считать, что освещенность определяется датчиком, который имитирует источник постоянного напряжения 0.5 В (задается с помощью потенциометра). При напряжении 0 В должны включаться 5 ламп (лампы имитируются светодиодами VD1... VD5), 1 В — 4 лампы, 2 В — 3 лампы и т.д.. Предусмотреть плавное изменение напряжение источника питания.

Номер варианта	Задание по обработке внешних воздействий
9	Измеритель напряжения. Диапазон входного анализируемого напряжения от 0 В до 1,5 В (задается потенциометром). Результат обработки выводить на 2 семисегментных индикатора (первый индикатор отображает целые единицы вольт, второй — десятые доли вольт). Использовать внешний АЦП.
10	Секундомер на основе двух семисегментных дисплеев (первый отображает секунды, второй — десятки секунд). Пуск секундомера осуществляется при нажатии кнопки SB1. Остановку отсчета выполнять при нажатии кнопки SB2. Если кнопка с фиксацией SB3 не нажата (горит светодиод VD1), то осуществляется прямой счет времени (светодиод VD1 не горит), если нажата — обратный.
11	Разработать устройство, отображающее номер нажатой кнопки (кнопки без фиксации SB1.SB9) на семисегментном дисплее. Программа должна производить постоянный опрос кнопок, так, чтобы отображение номера нажатой кнопки осуществлялось практически одновременно с ее нажатием. Если никакая кнопка не нажата или нажато одновременно несколько кнопок, то выводить на семисегментный дисплей «0». При одновременном нажатии нескольких кнопок должен загораться светодиод VD1.
12	Разработать устройство, выполняющее следующие функции. В линейке из 8-ми светодиодов VD1, VD2, .., VD8 при нажатии кнопки SB1 бежит огонек слева направо (1 с на одну позицию). При нажатии кнопки SB2 огонек бежит справа налево (1 с на одну позицию). При одновременном нажатии кнопок SB1 и SB2 все светодиоды линейки загораются одновременно и гаснут одновременно с частотой 0,25 Гц (2 с горят, 2 с не горят).
13	Разработать устройство, выполняющее функции светофора. Длительность разрешающего и запрещающего сигналов составляют по 9 с каждый, длительность предупреждающего сигнала 2 с. Во время действия разрешающего и запрещающего сигналов должен осуществляться обратный отсчет времени, отображаемый на семисегментном индикаторе. Во время действия предупреждающего сигнала на индикаторе времени должен отображаться «0».

3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

3.1. Введение и выводы

Во введении необходимо обосновать актуальность разработанного устройства, сформулировать цель работы и задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели.

Объем введения — 0,5 - 1 страницы.

Выводы формулируют в прошедшем времени («разработано», «выполнено» и т.д.), В выводах следует констатировать факт достижения поставленной цели.

Объем выводов — 0,5 - 1 страницы.

3.2. Первый раздел

Первый раздел посвящают разработке и обоснованию структурной схемы устройства.

Обязательной частью структурной схемы является микроконтроллер с времязадающей цепью (кварцевым резонатором). В соответствии с индивидуальным заданием эти блоки могут быть дополнены ЦАП и АЦП, блоками ввода и вывода, включающими кнопки, источники постоянного и регулируемого напряжения, семисегментные, LCD и светодиодные индикаторы и так далее,

Этот раздел должен содержать рисунок структурной схемы разрабатываемого устройства, описание блоков структурной схемы и их взаимодействия.

Пример структурной схемы микроконтроллерного устройства показан на рис. 3.1.



Рис. 3.1 — Пример структурной схемы

Рекомендованный объем первого раздела — 1 - 3 страницы.

3.3. Второй раздел

Второй раздел посвящают разработке и расчету принципиальной электрической схемы устройства.

В этом разделе разрабатываются принципиальные электрические схемы каждого блока структурной схемы.

Принципиальную схему рекомендуется набирать в программе PROTEUS.

Пример принципиальной схемы разработанного микроконтроллерного устройства показан на рис. 3.2.

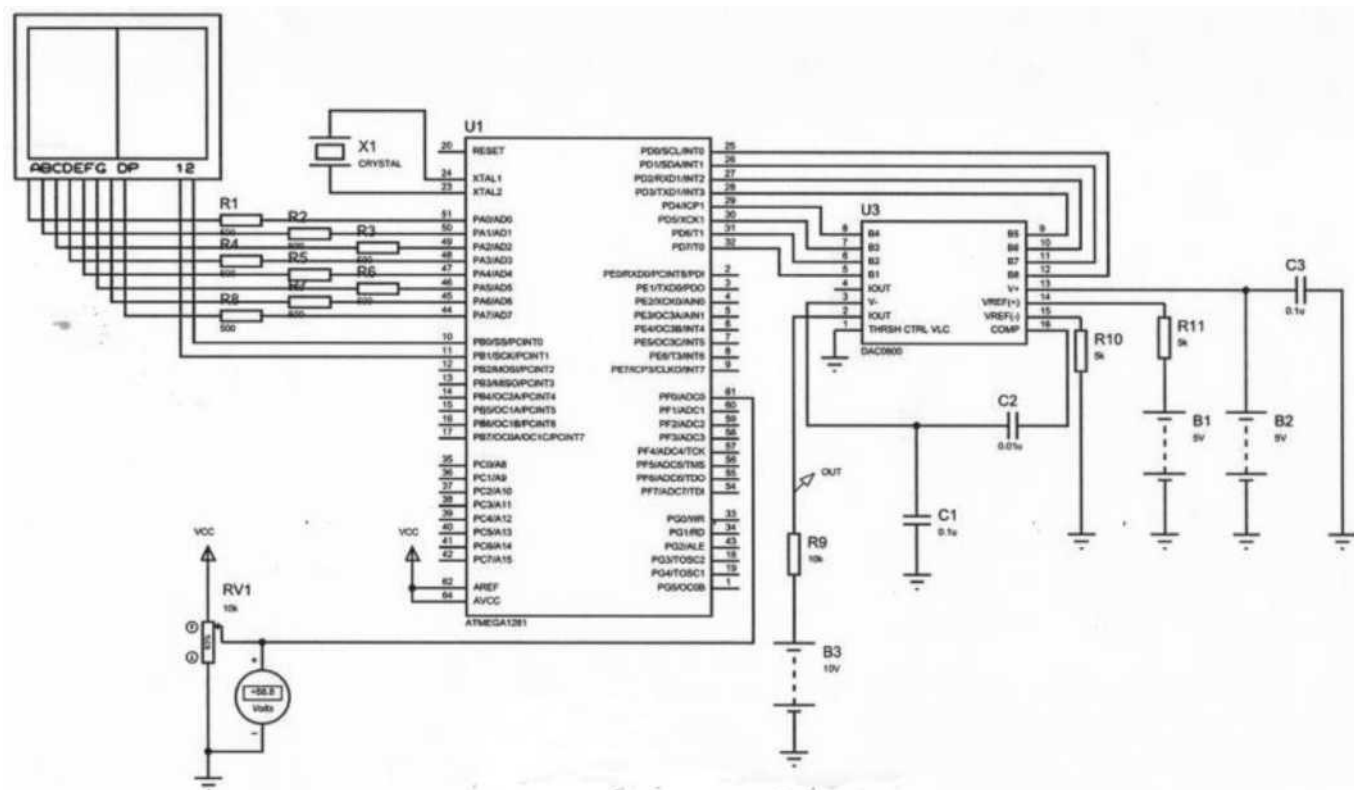


Рис. 3.2 — Пример принципиальной схемы микроконтроллерного устройства

Рекомендуемый объем второго раздела — 3 - 4 страницы.

3.4. Третий раздел

Третий раздел посвящают разработке программного обеспечения микроконтроллерного устройства.

В этом разделе должны быть разработаны блок-схема алгоритма работы и программа.

Пример блок-схемы алгоритма работы микроконтроллерного устройства показан на рис. 3.3.

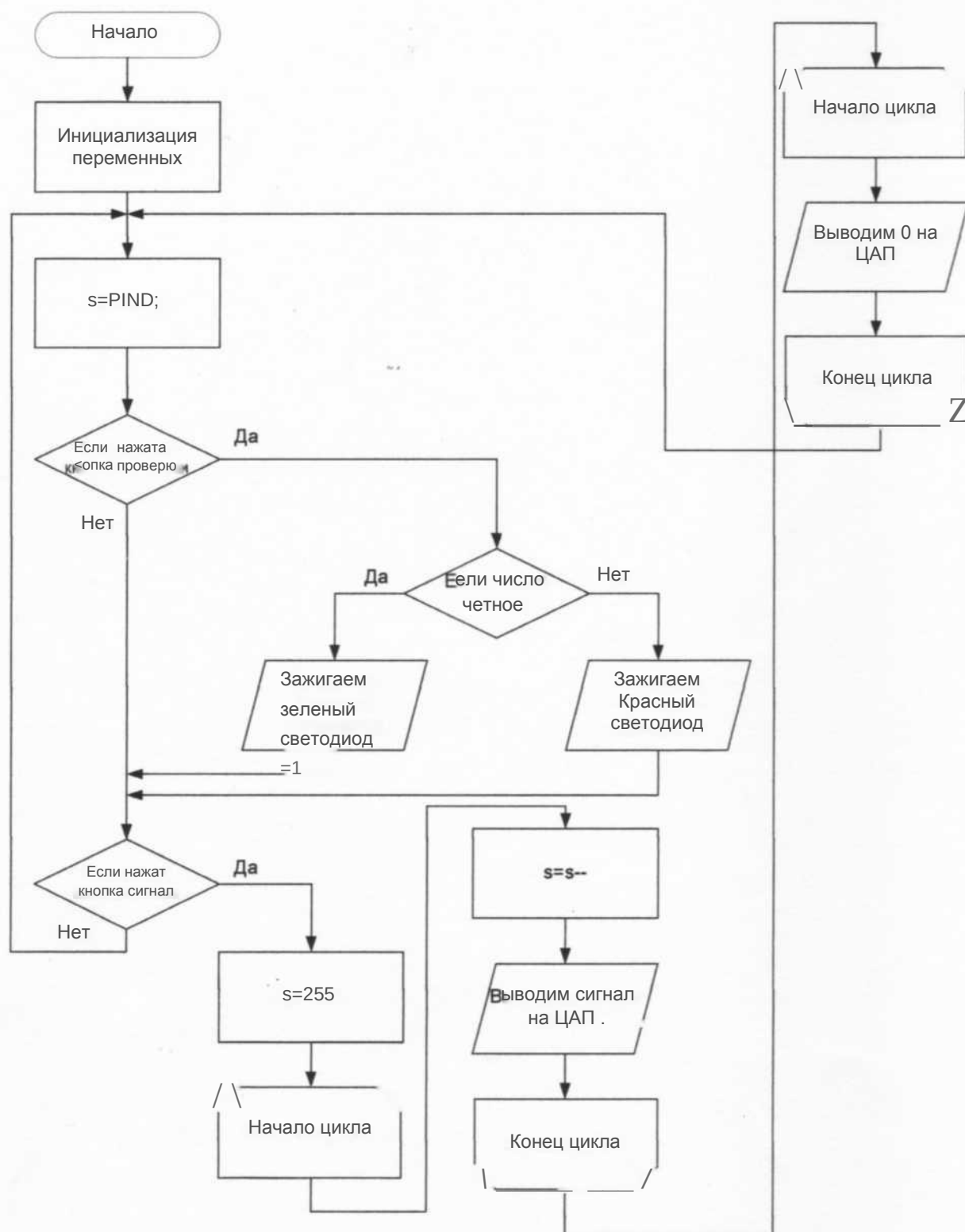


Рис. 3.3 — Пример блок-схемы алгоритма работы микроконтроллерного устройства

Программа должна быть написана на языке C с использованием редактора пакета PROTEUS с тем, чтобы ее можно было использовать для анализа работы разработанного устройства в этом пакете.

Фрагмент программы на языке C показан на рис. 3.4.

```

intmain(void)
{
    *
    ANALOG DDR = 0xFF; // Выход аналоговой нагрузки
    BUT DDR = 0; // Порт для кнопки - выход
    BUT PORT = 0xFF; // Подтяжка вкл.
    IND DDR = 0xEE; // Инициализация портов на выход
    SEL DDR = 0xFF;

    TIMSK = (1 << TOIE0); // Разрешаем прерывания локальные
    TCNT0 = 0x00; // обнуляем счётчик
    TCCR0 = (1 << CS00) | (1 << CS01); // CK/64
    sei(); // разрешаем прерывания;

    while (1)
    {
        if (!(BUT & (1 << B)))
        {
            RES++; // инкремент
            if (RES == 100) { RES = 0; } // обнуление при переполнении результата
            while (!(BUT & (1 << B))) {} // ждём пока кнопку отпустят
        }
        SEL = 1; // Кнопка младшую цифру
        IND = ~NUM[(RES/10)]; // выводим младший разряд
        delay_us(100); // задержка
        SEL = 0; // выключение дисплея
        IND = 0xFF;
    }
}

```

Рис. 3.4 — Пример программы на языке C работы микроконтроллерного устройства

Рекомендуемый объем третьего раздела — 1 - 5 страниц.

3.5. Четвертый раздел

Четвертый раздел посвящают моделированию работы спроектированного устройства в пакете PROTEUS.

В этом разделе в программе PROTEUS проводится анализ работы устройства, принципиальная схема которого должна уже быть набрана в редакторе программы PROTEUS (раздел 3.3).

На рис. 3.5 показан вид главного окна программы PROTEUS с набранной схемой микроконтроллерного устройства.

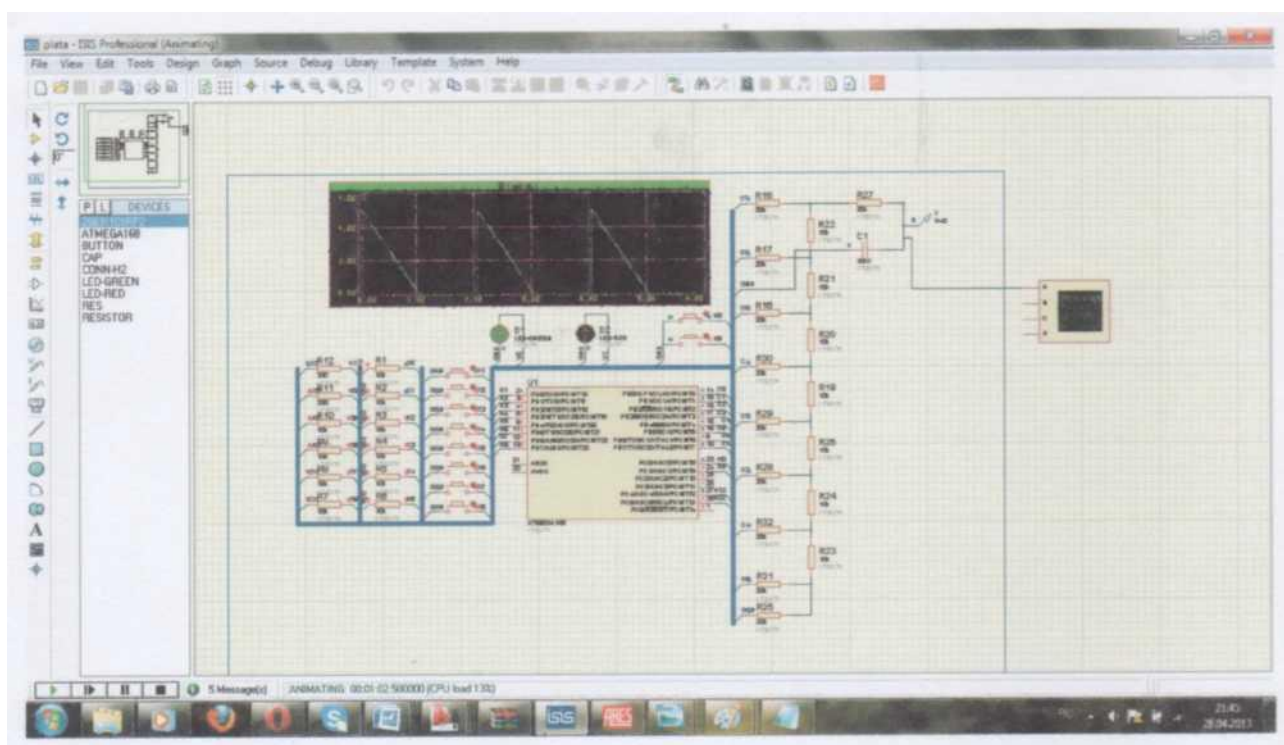


Рис. 3.5 — Вид главного окна программы PROTEUS с набранной схемой микроконтроллерного устройства и устройствами индикации сигналов

Вопросы организации работы в пакете PROTEUS рассматриваются в [4].

В четвертом разделе должно быть установлено, что разрабатываемое устройство создает аналоговый сигнал, соответствующий заданию и что работа индикаторов и устройств ввода происходит в соответствии с разработанным в 3-м разделе алгоритмом.

Рекомендуемый объем четвертого раздела — 3 - 5 страниц.

3.6. Пятый раздел

Пятый раздел посвящен разработке печатной платы микроконтроллерного устройства. При этом, как правило, используется двусторонняя плата.

Печатная плата разрабатывается на основе набранной принципиальной схему с помощью программы ARES пакета PROTEUS. Рекомендуется пользоваться автоматическим выбором размещения элементов и при трассировке использовать авто-трассировщик.

В пояснительной записке должны быть приведены рисунки всех слоев печатной платы и рисунок, на котором все слои совмещены.

На рис. 3.6 - 3.8 показаны примеры слоев печатной платы.

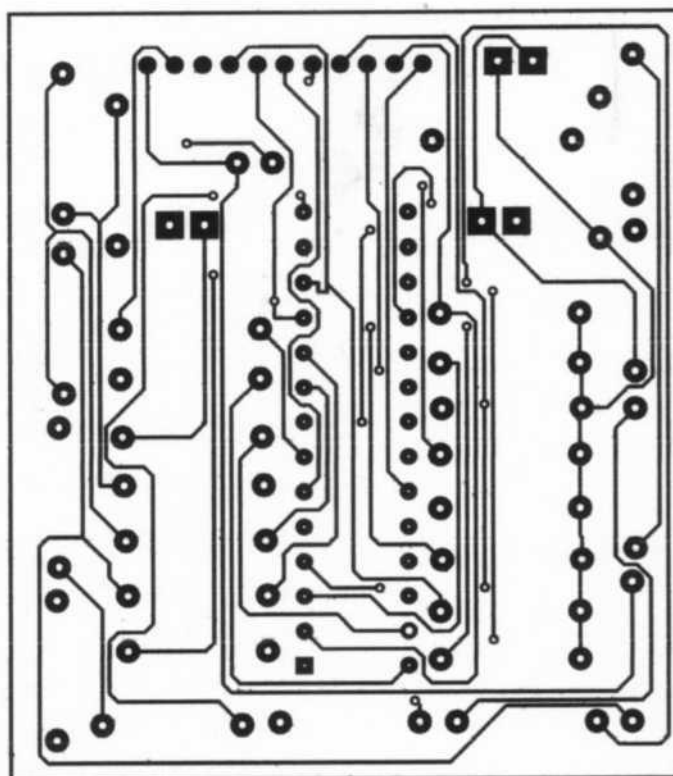


Рис. 3.7 — Слои *Bottom Cooper* и *Bottom Silk*

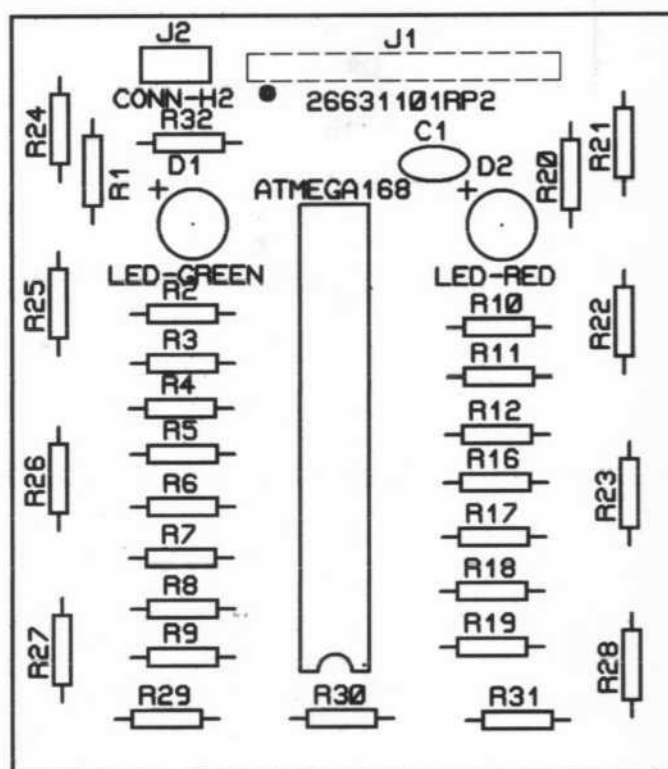


Рис. 3.6 — Слой *Top Silk*

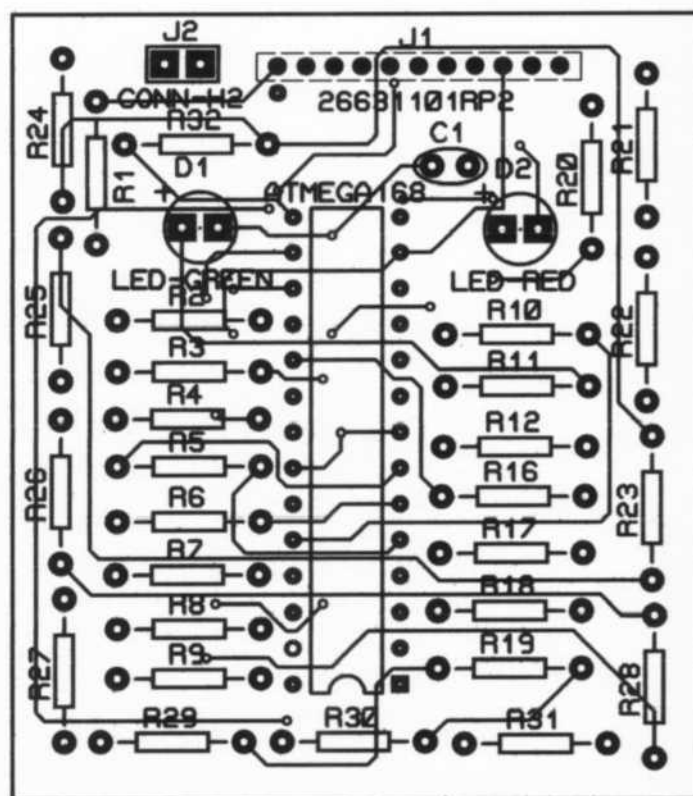


Рис. 3.8 — Слои *Top Cooper* и *Top Silk*

Для получения 3D вида платы нужно в PROTEUS выбрать *Output/3DVisualization*.

Пример 3D вида разработанной платы приведен на рис. 3.9.

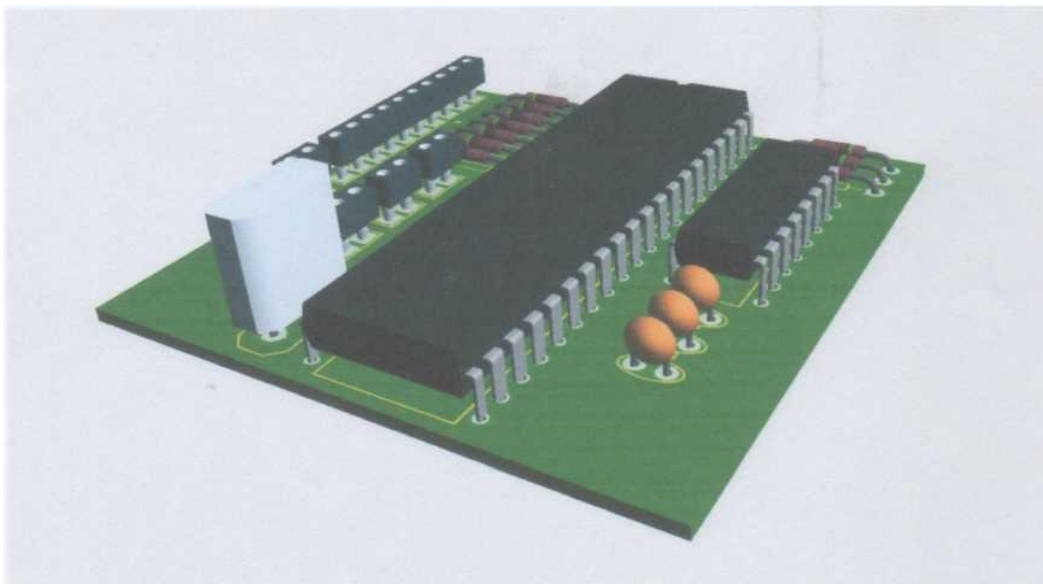


Рис. 3.9 — 3D вид платы разработанного устройства

3.7. Приложения

В приложения выносятся перечень элементов. Также в приложения могут быть вынесены дополнительные материалы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Оформление текстовых работ: методические указания / СевГУ; сост. В. Г. Слезкин, П. П. Ермолов. — Севастополь : Изд-во СевГУ, 2015. — 19 с.
2. Евстифеев, А. В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя / А. В. Евстифеев. — М.: Издательский дом "Додэка-21", 2007. — 592 с.
3. Хартов, В. Я. Микроконтроллеры AVR / В. Я. Хартов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 280 с.
4. Траппет, В. AVR-RISC микроконтроллеры. Архитектура, аппаратные ресурсы, система команд, программирование, применение / В. Траппет. — К.: МК-Пресс, 2006. — 464 с.
5. Сайт фирмы ATMEL, производителя микроконтроллеров AVR [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.atmel.com> (дата обращения: 15.05.2015).
6. Сайт фирмы Open System, производителя учебно-отладочных стендов EV8031/AVR [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.opensys.com.ua/> (дата обращения: 15.05.2015).
7. Баранов, В. Н. Применение микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы / В. Н. Баранов. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2004. — 288 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Образец титульного листа

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»
Институт радиоэлектроники и информационной безопасности
Кафедра радиоэлектроники и телекоммуникаций**

КУРСОВАЯ РАБОТА
на тему

РАЗРАБОТКА МИКРОКОНТРОЛЛЕРОГО УСТРОЙСТВА

по дисциплине
«Микроконтроллерные устройства»

Выполнил: студент гр. Р/б-18-1-о
А.Н. Васильев

№ зачетной книжки 456791

Принял:
к.т.н., доцент
А.А. Щекатурин

Севастополь
2021

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

Образец заполнения бланка задания

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет» **Кафедра радиоэлектроники и телекоммуникаций** **Дисциплина** Микроконтроллерные устройства **Специальность** радиотехника **Курс** 3 **Группа** Р/б-18-1-о **Семестр** 6

ЗАДАНИЕ
на курсовой проект (работу) студента

Васильева Александра Николаевича

1. Тема проекта (работы) Разработка микроконтроллерного устройства

2. Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) 15.05.2021

3. Исходные данные для выполнения проекта (работы) Тип микроконтроллера ATmega 8515; $t_1=0,1$ с; $t_2=0,4$ с; $t_3=0,25$ с; $t_4=1$ с, задание № 5

4. Состав расчетно-пояснительной записки (перечень вопросов, подлежащих разработке) Введение 1. Разработка структурной схемы проектируемого устройства 2. Разработка принципиальной схемы проектируемого устройства. 3. Разработка программного обеспечения.

4. Моделирование работы устройства. 5. Разработка печатной платы. Выводы. Библиографический список.

5. Перечень графических материалов (с точным указанием обязательных чертежей) 1. Рисунок структурной схемы 2. Рисунок принципиальной схемы 3. Рисунок блок-схемы алгоритма 4. Основные временные диаграммы работы устройства 5. Обобщенная блок-схема алгоритма работы устройства 6. Рисунки слоев печатной платы. 7. 3D вид устройства.

6. Дата выдачи задания 4.01.2021

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название этапов курсового проекта (работы)	Сроки вы- полнения этапов про- екта (работы)	Примечания
1	<i>Изучение и анализ литературных источников</i>	5.01.21 — 24.01.21	
2	<i>Разработка структурной схемы</i>	25.01.21 — 9.02.21	
3	<i>Разработка принципиальной электрической схемы</i>	10.02.21 - 28.02.21	
4	<i>Разработка блок-схемы алгоритма работы</i>	1.03.21 - 19.03.21	
5	<i>Разработка программы</i>	20.03.21 - 14.04.21	
6	<i>Моделирование в PROTEUS</i>	15.04.21 - 30.04.21	
7	<i>Разработка печатной платы</i>	1.05.21 - 6.05.21	
8	<i>Оформление пояснительной записки и графических материалов</i>	7.05.21 - 14.05.21	

Студент

Руководитель

4 января 2021 г.