

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)

А.И. Воронин

## **Цифровая и микропроцессорная техника**

Руководство к организации самостоятельной работы для  
студентов направления подготовки 11.03.04 "Электроника и  
наноэлектроника" заочного и вечернего факультета

2017

**Воронин А.И.**

Цифровая и микропроцессорная техника: Руководство к организации самостоятельной работы для студентов направления подготовки 11.03.04 "Электроника и наноэлектроника" заочного и вечернего факультета – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2017.– 32 с.

**СОДЕРЖАНИЕ**

Введение .....	4
2. Рабочая программа по дисциплине.....	5
3. Список рекомендуемой литературы.....	6
4. Варианты контрольной работы №1 .....	7
5. Пример выполнения контрольной работы №1 .....	10
6. Варианты контрольной работы №2.....	14
7. Пример выполнения контрольной работы №2.....	16

## Введение

Дисциплина "Цифровая и микропроцессорная техника" относится базовым дисциплинам и должна сформировать у студентов навыки в проектировании цифровых устройств на основе "жесткой" логики и микроконтроллеров.

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** предмет и принципы цифровой схемотехники как раздела микроэлектроники; функциональное назначение, характеристики, параметры и конструктивно-технологическое исполнение цифровых интегральных микросхем, в том числе и микропроцессоров; архитектуру микропроцессоров и особенности их применения в электронных устройствах различного функционального назначения.

– **уметь** выполнять синтез, анализ, расчет и оптимизацию цифровых устройств; определять характеристики и параметры интегральных микросхем; применять микроэлектронные изделия при проектировании и модернизации электронной аппаратуры.

– **владеть** методами схемотехнического проектирования микроэлектронных устройств с использованием средств автоматизированного проектирования; способами программирования и отладки программ микропроцессорных устройств.

Руководство содержит темы двух контрольных работ и примеры их оформления. Контрольные работы представляют индивидуальные задания, которые студент защищает в 6 семестре обучения. Номер варианта контрольной работы выдает преподаватель в 5 семестре обучения. Для выполнения контрольных работ необходимо программное обеспечение: программа моделирования электронных схем ASIMEC (разработка кафедры промышленной электроники) и свободно распространяемая по лицензии GNU интегрированная среда разработки MSU51.

Дисциплина заканчивается зачетом с оценкой.

## 2. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		5 семестр	6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	20	8	12
Лекции	6	6	
Практические занятия	6	2	4
Лабораторные работы	8		8
Из них в интерактивной форме	4	2	2
Самостоятельная работа (всего)	120	28	92
Подготовка к контрольным работам	10		10
Оформление отчетов по лабораторным работам	20		20
Проработка лекционного материала	28	28	
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	22		22
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10		10
Выполнение контрольных работ	30		30
Всего (без экзамена)	140	36	104
	4		4
Общая трудоемкость ч	144	36	108
Зачетные Единицы	4.0	4.0	

В таблице 2 приведены разделы дисциплины и виды занятий.

Таблица 2 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции и	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр						
1 Цифровые устройства комбинационного типа	2	2	0	10	14	ОПК-3, ПК-5
2 Цифровые	2	0	0	10	12	ОПК-3, ПК-5

устройства последовательного типа.						
4 Цифровые устройства на основе микропроцессоров.	2	0	0	8	10	ОПК-7
Итого за семестр	6	2	0	28	36	
6 семестр						
3 Синтез цифровых устройств.	0	4	8	92	104	ОПК-3, ОПК-7, ПК-5
Итого за семестр	0	4	8	92	104	
Итого	6	6	8	120	140	

### 3. Список рекомендуемой литературы

3.1 Шарапов А.В. Микроэлектроника. Цифровая схемотехника: Учебное пособие / А.В. Шарапов. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. – 162 с.: ил.,табл. – (Приоритетные национальные проекты. Образование). – ISBN 978-5-86889-400-8 (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

3.2 Основы микропроцессорной техники: Учебное пособие / Шарапов А. В. - 2008. 240 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/834>, дата обращения: 30.05.2017.

#### 4. Варианты контрольной работы №1

Контрольная работа №1 оформляется в виде пояснительной записки, которая содержит:

1. Титульный лист.
2. Задание.
3. Словесное описание этапов синтеза цифрового устройства.
4. Временные диаграммы работы и таблицу истинности цифрового устройства.
5. Схему электрическую принципиальную, разработанного цифрового устройства;
6. Моделирование устройства в среде ASIMEC (схема моделирования, осциллограммы работы устройства).

##### Вариант 1

На логических элементах ТТЛ спроектировать цифровое устройство, реализующее булеву функцию  $F = \overline{A}BC + \overline{B}CD + \overline{A}BCD + \overline{B}CD + ABCD$ .

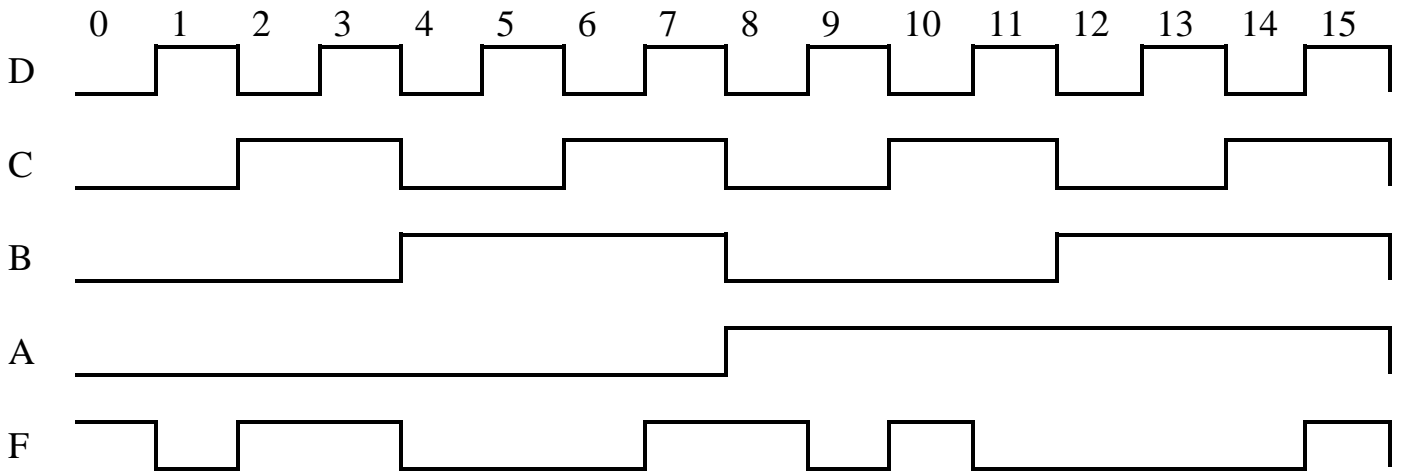
##### Вариант 2

На логических элементах КМОП реализовать цифровое устройство заданное картой Карно:

		A				
		-----				
		1	0	0	1	
		0	1	0	0	
	C	1	1	0	0	D
	C	1	0	0	1	D
		-----				
		B				

##### Вариант 3

На логических элементах серии К555 реализовать цифровое устройство, заданное временными диаграммами:



#### Вариант 4

На логических элементах серии К564 реализовать цифровое устройство, булева функция которого соответствует числу 8А31Н.

#### Вариант 5

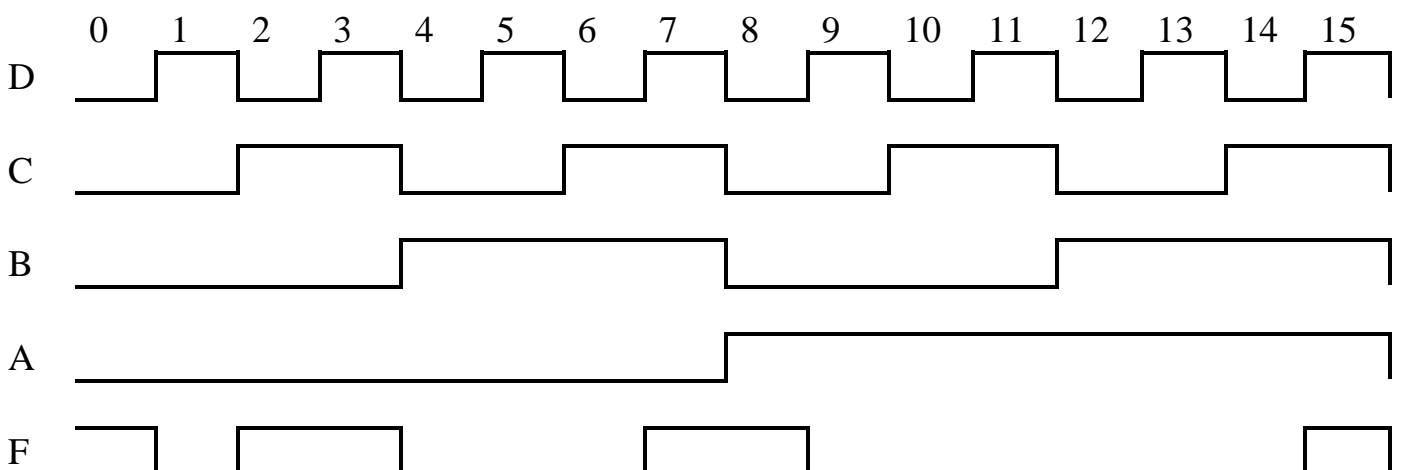
##### ИЗ №1

На логических элементах КМОП спроектировать цифровое устройство, реализующее булеву функцию  $F = \overline{A}BC + \overline{B}CD + \overline{A}BCD + \overline{B}C + A\overline{B}C\overline{D}$ .

#### Вариант 6

##### ИЗ №1

На логических элементах серии К1533 реализовать цифровое устройство, заданное временными диаграммами:



#### Вариант 7



На логических элементах ТТЛ спроектировать цифровое устройство, реализующее булеву функцию  $F = \overline{A}BC + \overline{A}BCD + \overline{B}C + A\overline{B}C\overline{D}$ .

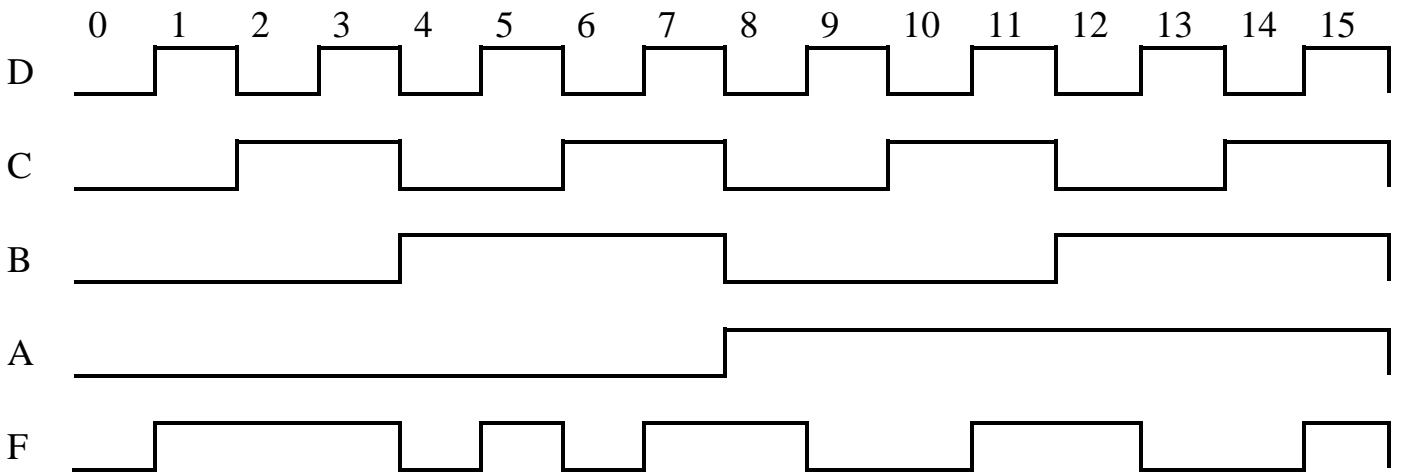
### Вариант 8

На логических элементах ТТЛ реализовать цифровое устройство заданное картой Карно:

		A				
		-----				
		1	0	0	1	
		0	1	0	0	D
C	1	1	0	0		
	0	0	0	1		
		-----				
		B				

### Вариант 9

На логических элементах КМОП реализовать цифровое устройство в базе ИЛИ-НЕ, заданное временными диаграммами:



### Вариант 10

На логических элементах серии К555 реализовать цифровое устройство в базе ИЛИ-НЕ, булева функция которого соответствует числу 0A83FH.

## **5. Пример выполнения контрольной работы №1**

Министерство образования и науки РФ

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)

### **Синтез комбинационного цифрового устройства на логических элементах**

Пояснительная записка к индивидуальному заданию №1  
по дисциплине "Электронные цепи и микросхемотехника – 2"

Выполнил  
студент гр. 363

\_\_\_\_\_ И.О. Ефимов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

Проверил  
доцент кафедры ПрЭ,

\_\_\_\_\_ А.И. Воронин  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 г.

### 1. Задание

На логических элементах ТТЛ спроектировать цифровое устройство, реализующее булеву функцию  $F = \overline{A}BCD + \overline{A}BC\overline{D} + ABCD$ . Устройство реализовать в базе И-НЕ.

### 2. Ход реализации задания

По заданной булевой функции составляем таблицу истинности. Для 4-х переменных таблица истинности содержит 16 строк, в 3-й, 7-й и 15-й строках значение булевой функции равно единице, в остальных – нуль. По таблице истинности построим временные диаграммы работы устройства на одном периоде.

№	A	B	C	D	F
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	1
4	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	1
8	1	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0
10	1	0	1	0	0
11	1	0	1	1	0
12	1	1	0	0	0
13	1	1	0	1	0
14	1	1	1	0	0
15	1	1	1	1	1

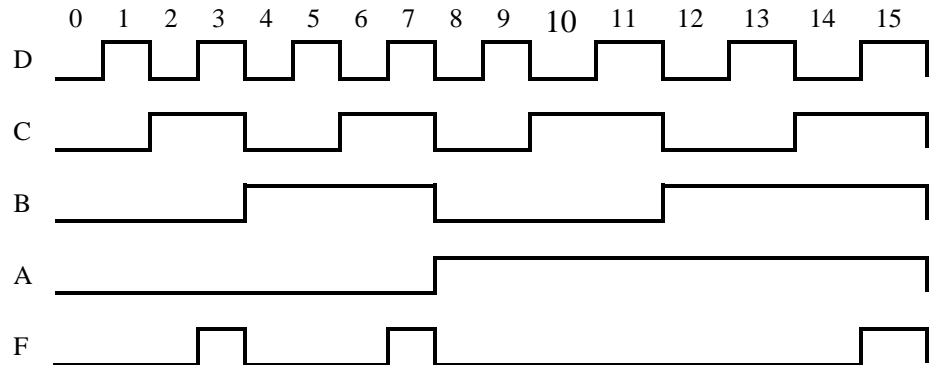


Рис.1 – Таблица истинности и временные диаграммы работы устройства.

Проведем минимизацию булевой функции с помощью карты Карно.

Перенесем значения булевой функции (рис.2)

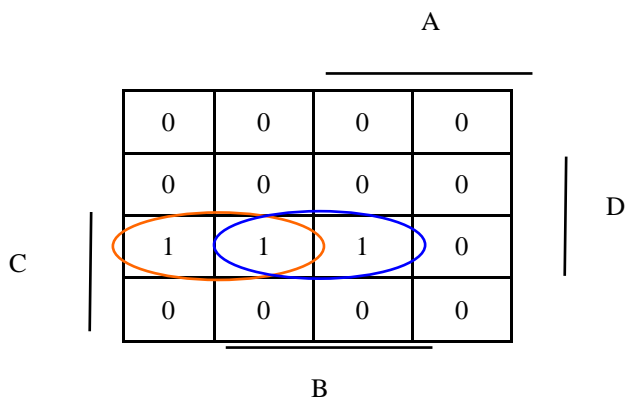


Рис. 2 – Карта Карно.

На карте Карно можно выделить два блока по две единицы, тогда минимизированное выражение булевой функции в ДНФ запишется:

$$F = \overline{A}CD + BCD.$$

Преобразуем полученное выражение к базису И-НЕ, используя правило де Моргана:

$$F = \overline{\overline{\overline{A}CD} + \overline{\overline{BCD}}} = (\overline{\overline{A}CD}) * (\overline{\overline{BCD}}).$$

Для реализации схемы электрической принципиальной выберем серию ТТЛ К555 - один инвертор (К555ЛН1 – 6 элементов НЕ), логические элементы И-НЕ (К555ЛА4 – 3 элемента 3И-НЕ). Схема электрическая принципиальная приведена в Приложении А.

### 3. Экспериментальная часть

По полученной булевой функции в среде ASIMEC реализуем схему эксперимента. Для генерации аргументов булевой функции А,В,С,Д в схеме эксперимента используется двоичный счетчик с выходами 8 – переменная А, 4 – В, 2 – С, 1 – D. Схема эксперимента представлена на рис.3, осциллограммы – на рис. 4.

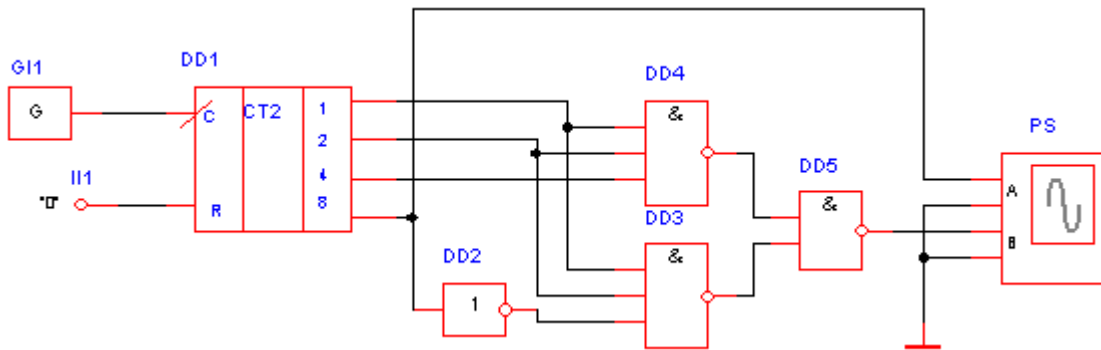


Рис. 3 – схема эксперимента.

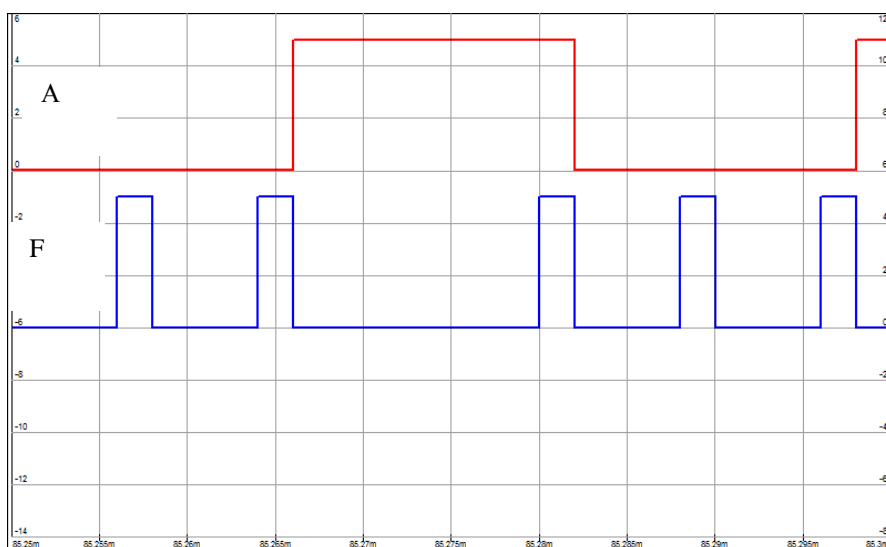


Рис. 4 – осциллограммы устройства.

Вывод: полученные в ходе эксперимента осциллограммы соответствуют теоретическим временным диаграммам разработанного цифрового устройства.



## **6. Варианты заданий контрольной работы №2**

Пояснительная записка должна содержать:

1. Титульный лист;
2. задание;
3. алгоритм работы программы, расчеты временных задержек (при необходимости);
4. листинг программы.

### **Вариант 1**

Разработать программу, сортирующую числа массива ячеек РПД микроконтроллера МК51 (с 32 по 63 ячейки) в порядке их убывания

### **Вариант 2**

Если на тумблерах порта ввода P1 микроконтроллера МК51 набрано четное число, на светодиодах порта вывода P2 должен наблюдаться эффект бегущего огонька, а если нечетное - бегущей тени.

### **Вариант 3**

На светодиодах, подключенных к порту P2 микроконтроллера МК51, получить световой эффект бегущего огонька со сменой направления. Скорость эффекта должна регулироваться тумблерами порта ввода P1.

### **Вариант 4**

Светодиоды, подключенные к порту P1 микроконтроллера МК51, должны мигнуть число раз, набранное в двоично-десятичном коде на тумблерах портов P2, через одну секунду каждый.

### **Вариант 5**

Реализовать на микроконтроллере МК51 программу, фиксирующую в ячейках 20Н и 21Н РПД наибольшее число из массива двухбайтовых чисел без знака (30Н-3FH).

### **Вариант 6**

В порт P1 вывести содержимое ячеек РПД (с 48 по 57) микроконтроллера К1816ВЕ48 последовательно через секунду каждое.

### **Вариант 7**

Отрицательные числа массива однобайтовых чисел со знаком в дополнительном коде 20Н-27Н РПД микроконтроллера семейства МК51 переписать в предварительно обнуленный массив 28Н-2FH.

### **Вариант 8**

На светодиодах порта вывода P2 МК51 получить эффект бегущей тени со сменой направления. Скорость эффекта должна удваиваться при подаче логического нуля на вход T0.

### **Вариант 9**

Произведение двоично-десятичных чисел с портов P0 и P1 микроконтроллера МК51 вывести в порты P2 и P3 в двоично-десятичном коде.

### **Вариант 10**

Для микроконтроллера МК51 поменять местами массивы РПД 20Н-27Н и 28Н-2FH, заменив отрицательные числа на положительные.

## **5. Пример выполнения контрольной работы №2**

Федеральное агентство по образованию

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И  
РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ (ТУСУР)

Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)

Контрольная работа №2  
по дисциплине

Цифровая и микропроцессорная техника

Выполнил  
студент гр. 364  
Петров А.А

Проверил  
Доцент каф. ПрЭ  
Воронин А.И.



Задание:

Разработать программу для МК51, считывающую 8-разрядный двоичный код с порта P1 и выводящей двоично-десятичный код на порты P2, P3 после нажатия кнопки.

Реализация задания.

1. Определим количество разрядов для преобразования 8 разрядного кода в двоично-десятичный. В десятичном эквиваленте максимальное число в  $n$ -разрядном двоичном коде:  $2^n - 1 = 2^8 - 1 = 255$ . Таким образом, понадобится два разряда для отображения сотен двоично-десятичного кода (пусть это будут разряды порта P3: P3.1, P3.0), две тетрады порта P2 для отображения десятков (P2.7...P2.4) и единиц (P2.3...P2.0). Кнопку «СТАРТ» подключим к выводу микроконтроллера P3.7. На Рис.1 показана функциональная схема устройства на МК51 для реализации задания.

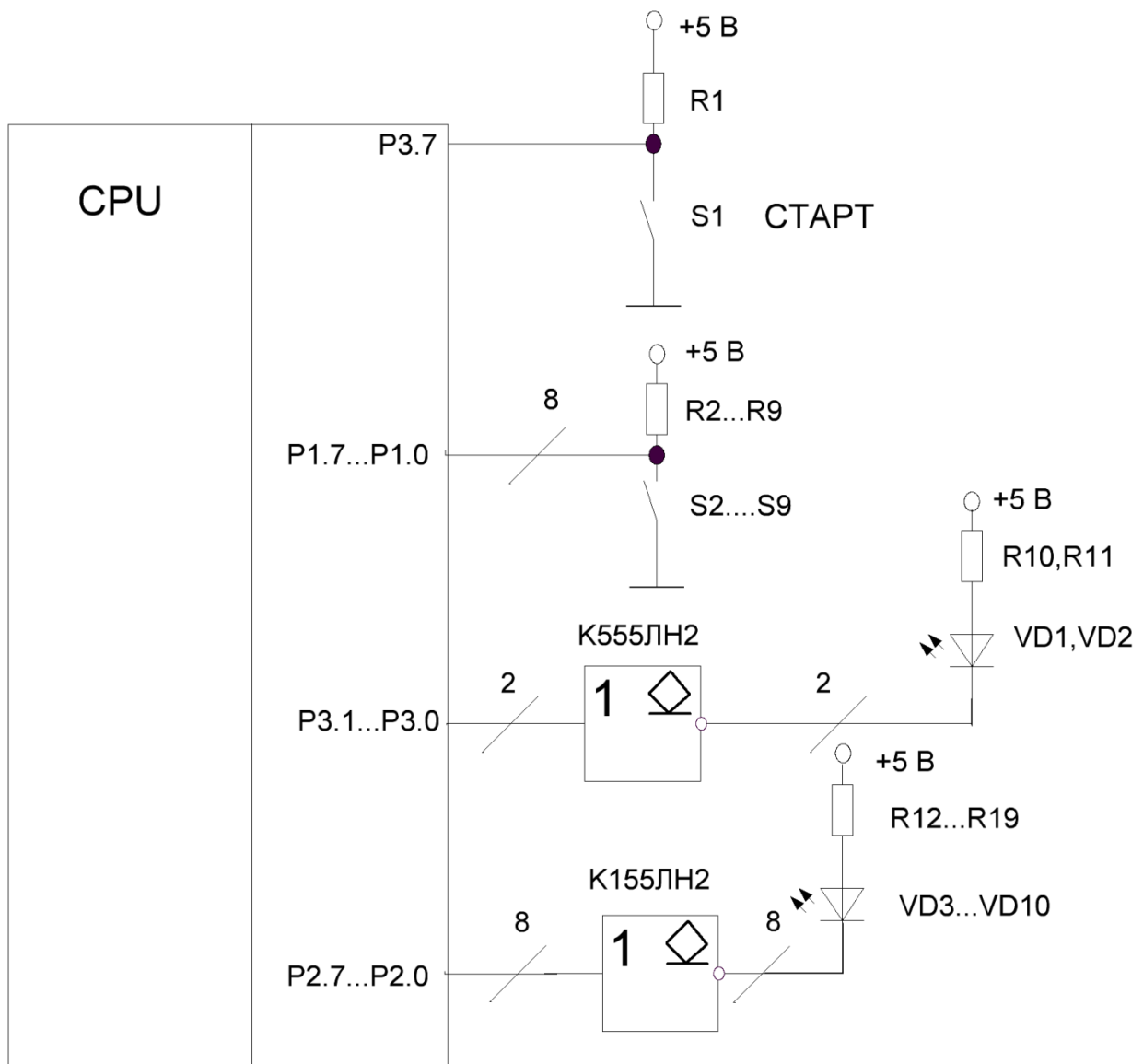


Рис 1. Функциональная схема устройства

Резисторы R1...R9 служат для увеличения помехозащищенности ТТЛ входов микроконтроллера. Кнопка S1 "СТАРТ" подключена к P3.7 при нажатии и затем отжати кнопки должно выполняться задание. При нажатии S1 программно необходимо выполнить временную задержку для устранения "дребезга" контактов кнопки, иначе программа будет выполняться несколько раз. Для устранения "дребезга" достаточно временной задержки 0,5 сек. Так как эмулятор не имитирует этот эффект, в программе задержку не реализуем.

Порт P1 должен быть настроен на ввод, линейка переключателей S2...S9 предназначена для ввода двоичного кода.

Порт P2 и P3.1, P3.0 служат для вывода двоично-десятичного кода на линейку светодиодов VD1...VD10 выводится двоично-десятичный код. На светодиоды VD1,VD2 выводятся сотни двоично-десятичного кода, на старшую тетраду порта P3 – десятки, на младшую тетраду – единицы. Нагрузочная способность этих портов один ТТЛ вход, что недостаточно для индикации светодиодами. В качестве буферных элементов для усиления по току выводов портов используем инверторы с открытым коллектором, например микросхемы К555ЛН2. При использовании инверторов на выходы портов для зажигания светодиодов выводим обратный двоично-десятичный код.

На Рис.2 представлен алгоритм работы прикладной программы.

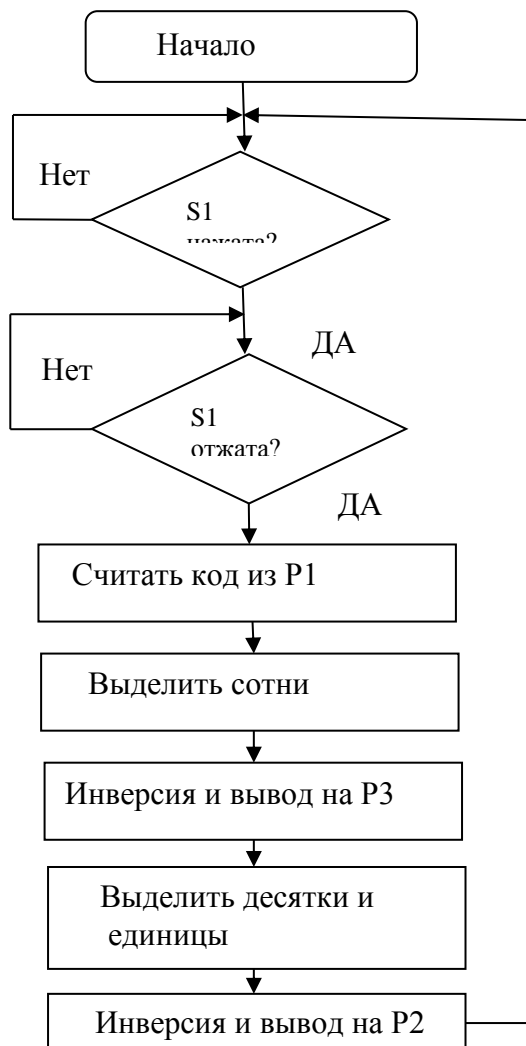


Рис 2. Алгоритм прикладной программы

## 2. Ниже приводится исходный текст программы на языке Ассемблер МК51

```
          ORG 0           ; адрес начала программы
M1: JB    P3.7, $         ; проверка нажатия о
      JNB  P3.7, $         ; отпущения кнопки S1
      MOV  B, #100        ; загрузка в B делителя 100
      MOV  A, P1          ; считывание кода из порта P1
      DIV  AB             ; выделение сотен
      CPL  A              ; инверсия и
      MOV  P3, A          ; вывод сотен на порт P3
      XCH  A, B           ; выделение
      MOV  B, #10         ; десятков
      DIV  AB             ; и вывод на порт P2
      SWAP A
      ADD  A, B
      CPL  A
      MOV  P2, A
      JMP  M1             ; возврат к началу программы
      END                ; конец трансляции
```