



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Приборостроение и биомедицинская инженерия»

## **Практикум** по дисциплинам

# **«Автоматизированные системы сбора и обработки информации», «Микропроцессорные системы» «Схемотехника и микропроцессорные системы»**

Авторы

Нестеренко И. Н.,  
Сыроватка В. Н.

Ростов-на-Дону, 2019



## Аннотация

Практикум предназначен для студентов всех форм обучения направлений 12.03.01 Приборостроение, 12.03.04 Биотехнические системы и технологии.

## Авторы

старший преподаватель кафедры  
«Приборостроение и биомедицинская  
инженерия»  
Нестеренко И.Н.,  
старший преподаватель кафедры  
«Приборостроение и биомедицинская  
инженерия»  
Сыроватка В.Н.





## Оглавление

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ .....</b>	<b>4</b>
<b>Содержание отчета .....</b>	<b>11</b>
<b>Контрольные вопросы .....</b>	<b>11</b>
<b>Контрольные вопросы по итогам лабораторной работы. .</b>	<b>11</b>
<b>Приложение 1 .....</b>	<b>12</b>
Программа микроконтроллера преобразователя кодов...	12

## ВВЕДЕНИЕ

Цель работы.

Разработать преобразователь кода согласно варианта задания с использованием микроконтроллера PIC16F628A. Привести схему электрическую принципиальную преобразователя, алгоритм его работы, а также программу на ассемблере.

Краткие сведения из теории.

Кодом называют взаимно однозначное отображение конечного упорядоченного множества символов, принадлежащих некоторому конечному алфавиту, на иное, не обязательно упорядоченное, как правило более обширное множество символов для кодирования передачи, хранения или преобразования информации.

Процесс преобразования сообщения в комбинацию символов в соответствии с кодом называется кодированием, процесс восстановления сообщения из комбинации символов называется декодированием. Кодирование повышает надежность передачи информации по каналам связи.

Существует большое количество разнообразных кодов. В электронике наибольшее распространение получили: пятипозиционный телеграфный код, американский семи битный стандартный код для обмена информацией ASCII, двоично-десятичный код обмена информацией ДКОИ-8 и другие.

В данной лабораторной работе ставится задача создания устройства, преобразующего один из кодов в другой.

## ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Разработать преобразователь кода из одного кода в другой код (согласно варианта, таблица 1, таблица 2). Устройство выполнить на базе микроконтроллера PIC16F628A, представить схему электрическую принципиальную преобразователя, алгоритм его работы, а также управляющую программу на языке ассемблера. Электрические особенности устройства, следующие: ввод информации, осуществляется с линий RA0-RA3 по нажатию на кнопку на линии RB7. Вывод информации осуществляется на линии RB0-RB3. Активный сигнал при вводе информации 1 (5B). Состояние слова конфигурации микроконтроллера: PWRT – вкл., WDT – выкл., BOD – вкл., защита памяти программ и данных – выкл.,

LVP – выкл., вывод RA5 – как MCLR, генератор кварцевый 4 МГц.

Табл. 1. Варианты заданий

Вариант	Входной код	Выходной код	Вариант	Входной код	Выходной код
1	8-4-2-1	Код Грея	22	2-4-2-1	«+1»
2	8-4-2-1	«+3»	23	2-4-2-1	5-4-2-1
3	8-4-2-1	2-4-2-1	24	обратный	8-4-2-1
4	8-4-2-1	обратный	25	обратный	Код Грея
5	8-4-2-1	«+1»	26	обратный	«+3»
6	8-4-2-1	5-4-2-1	27	обратный	2-4-2-1
7	Код Грея	«+3»	28	обратный	«+1»
8	Код Грея	2-4-2-1	29	обратный	5-4-2-1
9	Код Грея	обратный	30	«+1»	8-4-2-1
10	Код Грея	«+1»	31	«+1»	Код Грея
11	Код Грея	5-4-2-1	32	«+1»	«+3»
12	«+3»	8-4-2-1	33	«+1»	2-4-2-1
13	«+3»	Код Грея	34	«+1»	обратный
14	«+3»	2-4-2-1	35	«+1»	5-4-2-1
15	«+3»	обратный	36	5-4-2-1	8-4-2-1
16	«+3»	«+1»	37	5-4-2-1	Код Грея
17	«+3»	5-4-2-1	38	5-4-2-1	«+3»
18	2-4-2-1	8-4-2-1	39	5-4-2-1	2-4-2-1
19	2-4-2-1	Код Грея	40	5-4-2-1	обратный
20	2-4-2-1	«+3»	41	5-4-2-1	«+1»
21	2-4-2-1	обратный			



Автоматизированные системы сбора и обработки информации,  
Микропроцессорные системы  
Схемотехника и микропроцессорные системы

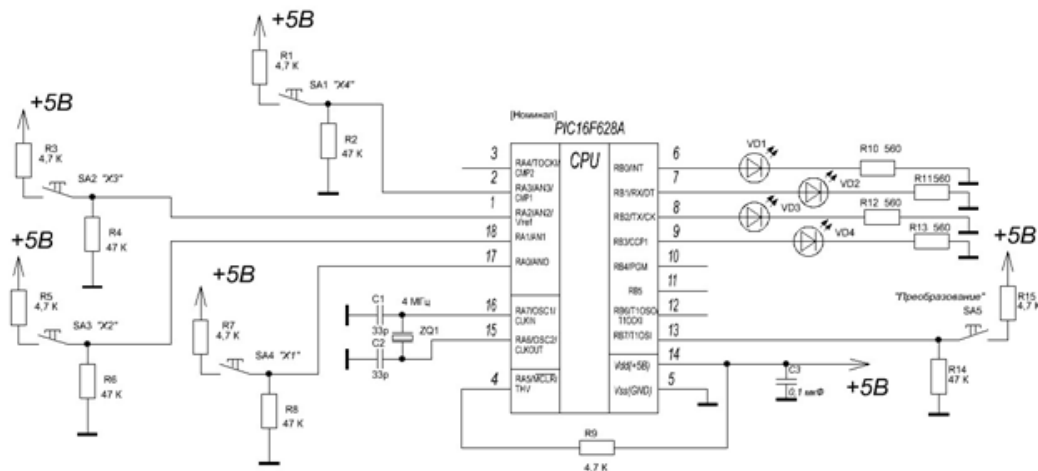
Рассмотрим пример выполнения лабораторной работы на примере варианта 34. Согласно данному варианту необходимо спроектировать преобразователь кода «+1» в «Обратный».

Представим задание в виде таблицы истинности:

«+1»				обратный			
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	1	0	0
1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	0	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1

Далее, разработаем схему электрическую принципиальную преобразователя кодов на микроконтроллере PIC16F628A, см. рис.1.

Автоматизированные системы сбора и обработки информации,  
Микропроцессорные системы  
Схемотехника и микропроцессорные системы



100000

В схеме электрической принципиальной преобразователя кодов (Рис. 1) использован микроконтроллер PIC16F628A. Ввод значений входного кода осуществляется путем нажатия кнопок SA1-SA4, которые посредством делителей напряжения подключены к линиям RA0-RA3 порта А. Если кнопка отжата, то соответствующая линия порта А подключена земле через резистор, соответственно линия также имеет потенциал земли или «нуля». При нажатии кнопки включается делитель напряжения, таким образом, что на соответствующей линии порта А появляется напряжение, близкое к уровню напряжения питания, то есть уровня логической «единицы». Данный уровень и будет считан микроконтроллером, по нажатии на кнопку SA5, подключенной к линии RB7 порта В, которая запускает процесс преобразования кода. Работа данной кнопки аналогична описанной ранее. Выходное значение кода отображается на единичных светодиодах, которые подключаются с одной стороны, к линиям порта В - RB0-RB3, а с другой через токоограничивающие резисторы к земле.

После разработки схемы электрической принципиальной составляется алгоритм программы микроконтроллера, см. рис.2.

Работа микроконтроллера начинается с выключения не используемых модулей. Далее, настраиваются линии портов А и В на вход/выход в соответствии с заданием. После настройки линий портов микроконтроллер готов для выполнения своей основной



Автоматизированные системы сбора и обработки информации,  
Микропроцессорные системы  
Схемотехника и микропроцессорные системы

работы. Он непрерывно опрашивает линию порта В = RB7 на наличие логической единицы. Если на входе присутствует логический ноль, опрос линии повторяется. Если была нажата кнопка, что свидетельствует о запуске процесса преобразования кода, микроконтроллер выходит из цикла опроса состояния линии RB7, и переходит к копированию входного кода, то есть состояния линий RA0-RA3 в аккумулятор W. В силу того, что происходит копирование состояний всех 8 линий порта A, необходимо отделить значение кода, поступившего с линий RA0-RA3 от значений, поступивших с остальных линий порта A. Данная операция осуществляется путем логического умножения (операция логического И), содержимого аккумулятора и константы 00001111, благодаря чему содержимое старших бит обнуляется, при этом младшие четыре бита, содержащие входной код остаются неизменными. Таким образом, входной код содержится в аккумуляторе W, перед началом выполнения подпрограммы преобразования кода. Данная подпрограмма использует вычисляемый переход, и изменяет значение регистра PCL - младшего байта программного счетчика PC, что позволяет выбирать из таблицы выходное значение кода, в зависимости от входного кода. После окончания выполнения подпрограммы преобразования кода выходной код сохраняется в аккумулятор. Откуда в дальнейшем копируется в порт В для отображения на светодиодах. После завершения данного цикла преобразования микроконтроллер переходит к новому опросу состояния линии порта В, и ожидает следующего нажатия кнопки запуска преобразования, при этом выходной код отображается на светодиодах до окончания следующего цикла преобразования.

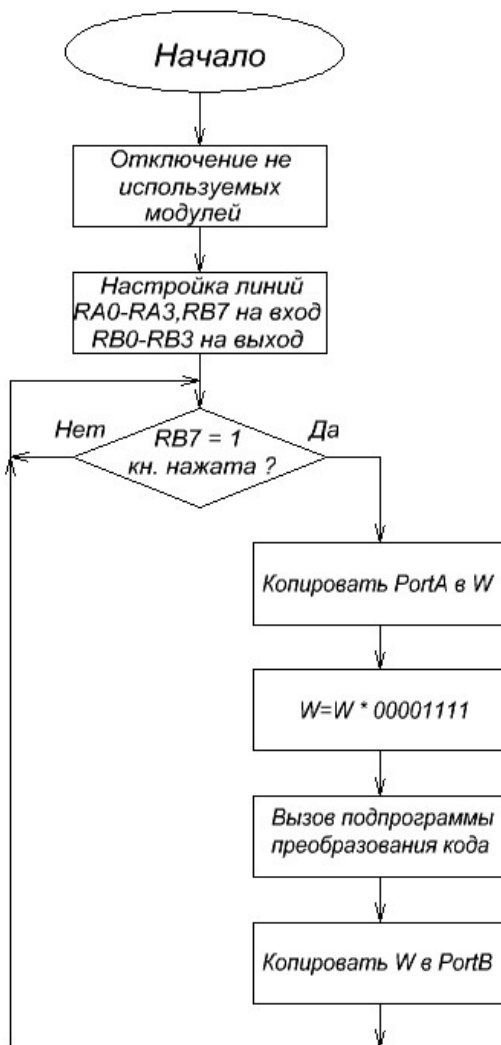


Рис. 2 – Алгоритм работы преобразователя кодов

После составления алгоритма работы программы микроконтроллера составляется программа для микроконтроллера на языке ассемблера. Программа представлена в приложении 1 к данным методическим указаниям.

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Краткие сведения из теории.
3. Таблица входного и выходного кодов согласно варианта задания.
4. Схема электрическая принципиальная преобразователя кодов на базе микроконтроллера PIC16F628A.
5. Программа для микроконтроллера на языке ассемблера.
6. Выводы по работе.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое программный счетчик PC, для чего он предназначен?
2. Какие математические операции поддерживает арифметико-логическое устройство центрального процессора микроконтроллера PIC16F628A?
3. Чем отличаются команды ассемблера `movwf`, `movf`, `movlw`?
4. Приведите примеры использования команд ассемблера осуществляющих условный и безусловный переходы по программе?
5. В каком из видов переходов: условном или безусловном используется стек?
6. Перечислите основные настройки слова конфигурации микроконтроллера PIC16F628A.
7. Каким образом осуществляется настройка линий ввода/вывода портов микроконтроллера для работы на вход или выход?
8. Опишите назначение и порядок отключения периферийных модулей микроконтроллера PIC16

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ИТОГАМ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.

1. Что называют вычисляемым переходом, как он реализуется при программировании?
2. Какие регистры специального назначения содержат значение программного счетчика PC?
3. Приведите примеры использования логических команд



ассемблера микроконтроллера PIC16F628A?

4. Приведите схему клавиатуры преобразователя, опишите ее работу?

5. Приведите примеры арифметических команд ассемблера микроконтроллера PIC16F628A?

6. Каковы отличия команд ассемблера (команды ветвления): `btfss` и `btfsc`. Приведите примеры использования данных команд?

7. Укажите наиболее оптимальное место в спроектированной программе для размещения команды `clwrdt`, в случае использования `wdt`. Опишите ее назначение.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Программа микроконтроллера преобразователя кодов

```
*****  
; preobr_kod.asm 13 февраля 2018 года.  
; Программа преобразователя кодов. PIC16F628A Кварц 4  
мГц.  
;=====  
LIST p=16F628A ; Установка типа микроконтроллера  
include <p16F628a.inc> ; Подключение файла опций  
__CONFIG b'10000101100001'; Слово конфигурации  
; ; Бит защиты выкл, Вывод RA5 как MCLR,  
; ; WDT выключен, низко вольтн.прогр-выкл  
; ; стандартный XT - генератор,  
; ; BOR разрешен, PWRT- разрешен.  
;=====  
; Определение положения регистров специального назначения.  
;=====  
Status equ 03h ; Регистр выбора банка.  
TrisB equ 86h ; Рег. настройки направл. работы выводов  
; порта B  
PortB equ 06h ; Регистр управления защелками порта B  
TrisA equ 85h ; Рег. настройки направл. работы выводов  
; порта A.  
PortA equ 05h ; Регистр управления защелками порта A
```

Автоматизированные системы сбора и обработки информации,  
Микропроцессорные системы  
Схемотехника и микропроцессорные системы

PCL	equ	02h	; Регистр младшего байта программного счетчика
VRCON	equ	9Fh	; Регистр управления источником опорного U.
CMCON	equ	1Fh	; Регистр управления модулем компараторов.
T1CON	equ	10h	; Регистр управления таймером TMR1.
T2CON	equ	12h	; Регистр управления таймером TMR2.
CCP1CON	equ	17h	; Регистр управления модулем CCP.
RCSTA	equ	18h	; Регистр управления модулем USART.

```

;=====
; Определения названия и положения регистров общего назначения.
;=====

```

```

=====

```

```

n      equ      70h      ; Счетчик времени

```

```

;=====

```

```

; Вход в программу.

```

```

;=====

```

```

    org      0      ; Начать выполн. программы с адр. 0 PC.

```

```

    goto    Start   ; Переход в ПП Start.

```

```

;*****

```

```

; Текст программы.

```

```

; Отключение не используемых модулей, настройка линий портов
A и B на вход/выход .

```

```

;-----

```

Start	bcf	RCSTA,7	; Обнуление бита 7. Выкл. модуля USART.
	clrf	CCP1CON	; Обнуление регистра. в т.ч. биты 0-3. ; выключение модуля CCP
	bcf	T1CON,0	; Обнуление бита 0 регистра T1CON. ; Выкл. таймера TMR1.
	bcf	T2CON,2	; Обнуление бита 2. Выкл. таймера TMR2.
	clrf	CMCON	; Обнуление регистра CMCON.
	comf	CMCON,1	; Инверсия содержимого рег. CMCON. Биты ; 0-2 в '1'. Выкл. модуля компараторов.
	bcf	Status,6	; Обнул. бита 6. Выбор банков 0 и 1.
	bsf	Status,5	; Установка в '1' бита 5. Выбор банка 1.
	bcf	VRCON,7	; Обнул. бита 7 рег. VRCON. Выкл. источника

Автоматизированные системы сбора и обработки информации,  
 Микропроцессорные системы  
 Схемотехника и микропроцессорные системы

			; опорного напряжения.
	movlw	b'10000000'	; Запись в аккумулятор (W) константы.
	movwf	TrisB	; Копирование в TrisB содержимого W. ; Линии порта B настраиваются на выход, RB7 на вход.
	movlw	b'11111111'	; Запись в аккумулятор (W) константы.
	movwf	TrisA	; Копирование в TrisA содержимого W. ; Линии порта A настраиваются на вход.
OproS	bcf	Status,5	; Выбор банка 0.
	clrf	PortB	; Обнуление защелок (линий) порта B.
	btfsS	PortB,7	; Опрос линии RB7 = 1 или нет?
	goto	OproS	; RB7 = 0, нажатия не было, переход на OproS
	movf	PortA,0	; Копировать содержимое PortA в регистр W
	andlw	b'00001111'	; побитное И содержимого W и числа 00001111
	call	Preobr	; вызов подпрограммы преобразования кода
	movwf	PortB	; копировать содержимое W в порт B.
	goto	OproS	; переход на новый цикл преобразования
;-----			
	; Подпрограмма преобразования кода		
;-----			
Preobr	addwf	PCL,1	; PCL = PCL + W + 1
	retlw	b'00000000'	; выход из подпрограммы, загрузка числа 00000000 в W
	retlw	b'00000001'	; выход из подпрограммы, загрузка числа 00000001 в W
	retlw	b'00000010'	; выход из подпрограммы, загрузка числа 00000010 в W
	retlw	b'00000011'	; выход из подпрограммы, загрузка числа 00000011 в W

Автоматизированные системы сбора и обработки информации,  
 Микропроцессорные системы  
 Схемотехника и микропроцессорные системы

```

retlw    b'00000100'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00000100 в W
retlw    b'00000101'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00000101 в W
retlw    b'00000110'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00000110 в W
retlw    b'00000111'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00000111 в W
retlw    b'00001001'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00001001 в W
retlw    b'00001010'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00001010 в W
retlw    b'00001011'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00001011 в W
retlw    b'00001100'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00001100 в W
retlw    b'00001101'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00001101 в W
retlw    b'00001110'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00001110 в W
retlw    b'00001111'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00001111 в W
retlw    b'00001000'    ; выход из подпрограммы, загрузка
                        числа 00001000 в W

```

```

;-----
end                                     ; конец программы

```