

PIC12C5XX

**Однокристалльные 8-разрядные,
8-выводные CMOS микроконтроллеры
компании Microchip Technology Incorporated**

Перевод основывается на технической документации DS40139E
компании Microchip Technology Incorporated, USA.

© ООО «Микро-Чип»
Москва - 2002

Распространяется бесплатно.
Полное или частичное воспроизведение материала допускается только с письменного разрешения
ООО «Микро-Чип»
тел. (095) 737-7545
www.microchip.ru

PIC12C5XX

8-Pin, 8-Bit CMOS Microcontrollers

Trademarks: The Microchip name, logo, PIC, PICmicro, PICMASTER, PIC-START, PRO MATE, KEELOQ, SEEVAL, MPLAB and The Embedded Control Solutions Company are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A. and other countries.

Total Endurance, ICSP, In-Circuit Serial Programming, Filter-Lab, MXDEV, microID, *FlexROM*, *fuzzyLAB*, MPASM, MPLINK, MPLIB, PICDEM, ICEPIC, Migratable Memory, FanSense, ECONOMONITOR and SelectMode are trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

Serialized Quick Term Programming (SQTP) is a service mark of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

8-разрядные, 8-выводные CMOS микроконтроллеры PIC12C5XX

Микроконтроллеры,

описываемые в этом документе:

- PIC12C508
- PIC12C508A
- PIC12C509
- PIC12C509A
- PIC12CR509A
- PIC12CE518
- PIC12CE519

Примечание. В этом документе обозначение PIC12C5XX относится к микроконтроллерам PIC12C508, PIC12C508A, PIC12C509, PIC12C509A, PIC12CR509A, PIC12CE518 и PIC12CE519. Обозначение PIC12CE5XX относится только к микроконтроллерам PIC12CE518 и PIC12CE519.

Характеристика микроконтроллеров:

- Высокоскоростная RISC архитектура
- 33 инструкции
- Все команды выполняются за один цикл, кроме инструкций переходов, выполняемых за два цикла
- Тактовая частота:
 - DC - 4МГц, тактовый сигнал
 - DC - 1мкс, один машинный цикл

Периферия:

- 8 - разрядный таймер/счетчик (TMR0) с программируемым 8 - разрядным предделителем
- Сброс по включению питания (POR)
- Таймер сброса (DRT)
- сторожевой таймер WDT с собственным RC генератором
- Программируемая защита памяти программ
- 1000000 гарантируемых циклов стирание/запись EEPROM памяти данных
- Хранение информации в EEPROM памяти более 40 лет
- Режим энергосбережения SLEEP
- Выход из режима SLEEP по изменению входного сигнала на выводе
- Внутренние подтягивающие резисторы на портах ввода/вывода
- Внутренний подтягивающий резистор на выводе -MCLR
- Выбор режима тактового генератора:
 - INTRC: Внутренний RC генератор 4МГц
 - EXTRC : Недорогой внешний RC генератор
 - XT: Стандартный резонатор
 - LP: Низкочастотный резонатор

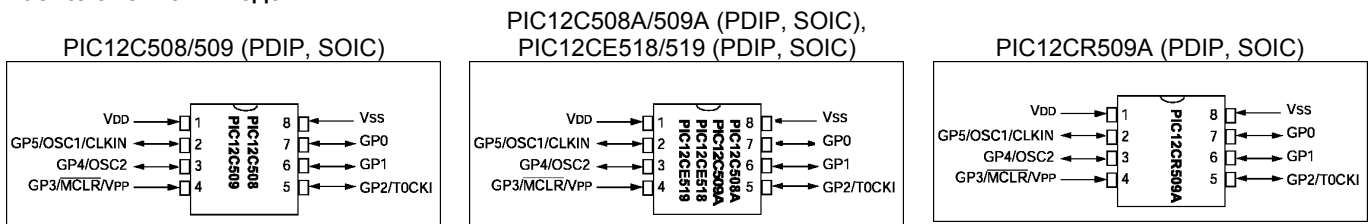
CMOS технология:

- Высокоскоростная, энергосберегающая CMOS EPROM/ROM технология
- Полностью статическая архитектура
- Широкий диапазон напряжения питания
- Широкий температурный диапазон:
 - Коммерческий от 0°C до +70°C
 - Промышленный от -40°C до +85°C
 - Расширенный от -40°C до +125°C
- Малое энергопотребление:
 - < 2 мА @ 5.0В, 4.0МГц
 - 15мкА @ 3.0В, 32кГц
 - < 1мкА в режиме энергосбережения

Устройство	Память программ		Память данных	
	EPROM	ROM	RAM	EEPROM
PIC12C508	512 x 12		25	
PIC12C508A	512 x 12		25	
PIC12C509	1024 x 12		41	
PIC12C509A	1024 x 12		41	
PIC12CE518	512 x 12		25	16
PIC12CE519	1024 x 12		41	16
PIC12CR509A		1024 x 12	41	

- 12 - разрядные инструкции
- 8 - разрядные данные
- Семь регистров специального назначения
- 2 - уровневый аппаратный стек
- Прямой, косвенный и относительный режим адресации
- Внутренний RC генератор 4МГц с программной калибровкой
- Программирование в готовом устройстве (используется два вывода микроконтроллера)

Расположение выводов



Сравнительная таблица

Микроконтроллер	Напряжение питания	Генератор	Калибровка генератора ⁽²⁾ (бит)	Технология изготовления (Microns)
PIC12C508A	3.0 - 5.5 В	Примечание 1	6	0.7
PIC12LC508A	2.5 - 5.5 В	Примечание 1	6	0.7
PIC12C508	2.5 - 5.5 В	Примечание 1	4	0.9
PIC12C509A	3.0 - 5.5 В	Примечание 1	6	0.7
PIC12LC509A	2.5 - 5.5 В	Примечание 1	6	0.7
PIC12C509	2.5 - 5.5 В	Примечание 1	4	0.9
PIC12CR509A	2.5 - 5.5 В	Примечание 1	6	0.7
PIC12CE518	3.0 - 5.5 В		6	0.7
PIC12LCE518	2.5 - 5.5 В		6	0.7
PIC12CE519	3.0 - 5.5 В		6	0.7
PIC12LCE519	2.5 - 5.5 В		6	0.7

Примечания:

1. Если Вы выполняете переход с микроконтроллеров PIC12C5XX на PIC12C5XXA или PIC12CR509A, то проверьте параметры тактового генератора.
2. В разделе 8.2.5 смотрите пояснения различий регистра OSCCAL.

Содержание

1.0 Введение	8
1.1 Применение микроконтроллеров PIC12C5XX	8
2.0 Обзор семейства PIC12C5XX.....	10
2.1 Микроконтроллеры с ультрафиолетовым стиранием.....	10
2.2 Однократно программируемые микроконтроллеры (OTP).....	10
2.3 Микроконтроллеры, программируемые производителем (QTP).....	10
2.4 Серийный выпуск продукции (SQTP SM)	10
2.5 Масочные микроконтроллеры (ROM)	10
3.0 Обзор архитектуры.....	11
3.1 Синхронизация выполнения команд.....	14
3.2 Конвейерная выборка и выполнение команд.....	14
4.0 Организация памяти	15
4.1 Организация памяти программ	15
4.2 Организация памяти данных	16
4.2.1 Регистры общего назначения.....	16
4.2.2 Регистры специального назначения	17
4.3 Регистр STATUS	18
4.4 Регистр OPTION.....	19
4.5 Регистр OSCCAL.....	20
4.6 Счетчик команд PC.....	21
4.6.1 Эффект сброса	21
4.7 Стек.....	21
4.8 Косвенная адресация, регистры INDF и FSR.....	22
5.0 Порт ввода/вывода	23
5.1 Регистр GPIO	23
5.2 Регистр TRIS	23
5.3 Работа каналов порта ввода/вывода.....	24
5.4 Программирование порта ввода/вывода.....	24
5.4.1 Двухнаправленный порт ввода/вывода.....	24
5.4.2 Последовательность операций с портами ввода/вывода	25
6.0 Модуль таймера TMR0	26
6.1 Использование внешнего источника тактового сигнала для TMR0	28
6.1.1 Синхронизация внешнего сигнала.....	28
6.1.2 Задержка приращения TMR0.....	28
6.1.3 Взаимодействие регистров OPTION и TRIS.....	28
6.2 Предделитель	28
6.2.1 Переключение предделителя.....	29
7.0 Работа с периферийной EEPROM памятью данных	30
7.0.1 Последовательная передача данных	30
7.0.2 Линия синхронизации	31
7.1 Характеристика шины	32
7.1.1 Условие не занятости шины.....	32
7.1.2 Условие начала передачи данных (START)	32
7.1.3 Условие завершения передачи данных (STOP).....	32
7.1.4 Требования к передаче данных по шине.....	32
7.1.5 Подтверждение	32
7.2 Адресация устройства.....	33
7.3 Операция записи	33
7.3.1 Запись байта	33
7.4 Подтверждение записи	34
7.5 Операция чтения	34
7.5.1 Чтение с текущего адреса	34
7.5.2 Чтение с требуемого адреса.....	35
7.5.3 Последовательное чтение.....	35

8.0 Особенности микроконтроллеров PIC12C5XX	36
8.1 Биты конфигурации	36
8.2 Настройка тактового генератора	37
8.2.1 Режимы тактового генератора	37
8.2.2 Кварцевый/керамический резонатор	37
8.2.3 Внешний тактовый генератор	38
8.2.4 Внешний RC генератор	39
8.2.5 Внутренний RC генератор 4МГц	39
8.3 Сброс	40
8.3.1 Включение -MCLR	41
8.4 Сброс по включению питания (POR)	41
8.5 Таймер включения питания DRT	43
8.6 Определение причины сброса микроконтроллера	43
8.7 Сторожевой таймер WDT	44
8.7.1 Период WDT	44
8.7.2 Рекомендации по работе с WDT	44
8.8 Сброс при снижении напряжения питания	45
8.9 Режим энергосбережения SLEEP	46
8.9.1 Режим SLEEP	46
8.9.2 Выход из режима SLEEP	46
8.10 Защита кода программы	46
8.11 Размещение идентификатора ID	46
8.12 Внутрисхемное программирование ICSP	47
9.0 Система команд	48
9.1 Подробное описание команд	50
10.0 Поддержка разработчиков	65
10.1 Инструментальные средства проектирования	65
10.2 Универсальный эмулятор MPLAB-ICE	65
10.3 ICEPIC	65
10.4 Универсальный программатор PRO MATE II	65
10.5 Программатор PICSTART	65
10.6 Аппаратный модуль SIMICE	66
10.7 Демонстрационная плата PICDEM-1	66
10.8 Демонстрационная плата PICDEM-2 для PIC16CXXX	66
10.9 Демонстрационная плата PICDEM-3 для PIC16CXXX	66
10.10 Интегрированная среда проектирования MPLAB-IDE	66
10.11 Ассемблер MPASM	67
10.12 Программный симулятор MPLAB-SIM	67
10.13 С компилятор MPLAB-C17	67
10.14 Среда проектирования fuzzyTECH-MP	67
10.15 SEEVAL (с функциями программатора)	67
10.16 KeeLoq (с функциями программатора)	67
11.0 Электрические характеристики PIC12C508, PIC12C509	69
11.1 Электрические характеристики PIC12C508, PIC12C509 (Коммерческий, Промышленный, Расширенный)	70
11.2 Электрические характеристики PIC12C508, PIC12C509 (Коммерческий, Промышленный, Расширенный)	71
11.3 Символьное обозначение временных параметров	73
11.4 Временные диаграммы и спецификации	74
12.0 Характеристики микроконтроллеров PIC12C508, PIC12C509	78

13.0 Электрические характеристики PIC12C508A, PIC12C509A, PIC12LC508A, PIC12LC509A, PIC12CR509A, PIC12CE518, PIC12CE519, PIC12LCE518, PIC12LCE519, PIC12LCR509A.....	81
13.1 Электрические характеристики PIC12C508A, PIC12C509A, PIC12CE518, PIC12CE519, PIC12CR509A (Коммерческий, Промышленный, Расширенный).....	82
13.2 Электрические характеристики PIC12LC508A, PIC12LC509A, PIC12LCE518, PIC12LCE519, PIC12LCR509A (Коммерческий, Промышленный).....	83
13.3 Электрические характеристики PIC12C508A, PIC12C509A, PIC12CE518, PIC12CE519, PIC12CR509A (Коммерческий, Промышленный, Расширенный).....	84
13.4 Электрические характеристики PIC12LC508A, PIC12LC509A, PIC12LCE518, PIC12LCE519, PIC12LCR509A (Коммерческий, Промышленный).....	85
13.5 Символьное обозначение временных параметров.....	87
13.6 Временные диаграммы и спецификации	88
14.0 Характеристики микроконтроллеров PIC12C508A, PIC12C509A, PIC12LC508A, PIC12LC509A, PIC12CR509A, PIC12CE518, PIC12CE519, PIC12LCE518, PIC12LCE519, PIC12LCR509A.....	93
15.0 Корпуса микроконтроллеров	98
15.1 Описание обозначений на корпусах микроконтроллеров.....	98
15.2 Правила идентификации типа микроконтроллеров PIC12C5XX.....	103

1.0 Введение

PIC12C5XX - семейство недорогих, 8-разрядных высокоэффективных микроконтроллеров, основанных на EEPROM/EPROM/ROM CMOS технологии. Ядро микроконтроллеров имеет RISC архитектуру с 33 командами, состоящими из одного слова. Все команды выполняются за один машинный цикл (1мкс), за исключением команд ветвления, выполняемых за два цикла. PIC12C5XX имеют высокую эффективность по сравнению с микроконтроллерами данного класса. Набор 12-разрядных ортогональных команд позволяет уменьшить объем кода программы в два раза по сравнению с 8-разрядными командами других микроконтроллеров этого класса. Удобная и простая в изучении система команд позволяет значительно сократить время разработки устройства.

Дополнительные особенности PIC12C5XX позволяют уменьшить стоимость изделия и требования к напряжению питания. Сброс по снижению напряжения питания (POR) и таймер сброса (DRT), устраняют необходимость во внешней схеме сброса. Тактовый генератор микроконтроллеров поддерживает четыре режима, включая INTRC - внутренний RC генератор и LP режим генератора с пониженным энергопотреблением. Режим энергосбережения SLEEP, сторожевой таймер и защита кода программы повышают надежность системы при снижении стоимости и энергопотребления устройства.

PIC12C5XX имеют однократно программируемую память программ (OTP), что позволяет снизить стоимость микроконтроллера и является подходящим при выпуске устройств в любом объеме.

Для микроконтроллеров семейства PIC12C5XX разработан полнофункциональный ассемблер, симулятор, 'C' компилятор, и набор инструментальных средств проектирования (различные программаторы и эмуляторы). Все инструментальные средства работают на IBM PC совместимых компьютерах.

1.1 Применение микроконтроллеров PIC12C5XX

Характеристики микроконтроллеров PIC12C5XX позволяют их использовать от устройств для автомобильных приложений до систем ограничения доступа, в системах, основным требованием которых является малое энергопотребление (например, удаленные приемники/передатчики). EPROM технология дает возможность достаточно быстро и легко сохранять настройки прибора (коды передатчика, коэффициенты, частоты приемника и т.д.), а EEPROM память данных позволяет выполнить изменение калибровочной информации, кодов защиты и др. Небольшие размеры корпуса делают это семейство микроконтроллеров особенно ценными для приложений, требующих минимизации габаритов.

Низкая стоимость, малое энергопотребление, высокая эффективность, простота использования и гибко настраиваемые порты ввода/вывода позволяют использовать PIC12C5XX в тех приложениях, в которых применять микроконтроллер ранее даже не рассматривалось (например, таймеры, замена логических элементов и ПЛМ, функции сопроцессора).

Таблица 1-1 Семейство микроконтроллеров PIC12CXXX и PIC12CEXXX

		PIC12C508(A)	PIC12C509(A)	PIC12CR509A	PIC12CE518	PIC12CE519	PIC12C671	PIC12C762	PIC12CE673	PIC12CE674
Частота	Максим. тактовая частота (МГц)	4	4	4	4	4	10	10	10	10
Память	EPROM память программ	512x12	1024x12	1024x12 (ROM)	512x12	1024x12	1024x14	2048x14	1024x14	2048x14
	RAM память данных (байт)	25	41	41	25	41	128	128	128	128
Периферия	EEPROM память данных (байт)	-	-	-	16	16	-	-	16	16
	Таймеры	TMR0	TMR0	TMR0	TMR0	TMR0	TMR0	TMR0	TMR0	TMR0
	8-разр. АЦП (каналов)	-	-	-	-	-	4	4	4	4
Дополнительные характеристики	Выход из SLEEP по изм. сигнала на входе	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
	Источников прерываний	-	-	-	-	-	4	4	4	4
	Портов ввода/вывода	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Портов только ввода	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Внутренние подтягив. резисторы	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
	Программирование ICSP	Есть	Есть	-	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть	Есть
	Число инструкций	33	33	33	33	33	35	35	35	35
Корпус	8DIP, 8JW, 8SOIC	8DIP, 8JW, 8SOIC	8DIP, 8SOIC	8DIP, 8JW, 8SOIC	8DIP, 8JW, 8SOIC	8DIP, 8JW, 8SOIC	8DIP, 8JW, 8SOIC	8DIP, 8JW, 8SOIC	8DIP, 8JW	8DIP, 8JW

Все микроконтроллеры семейств PIC12CXXX и PIC12CEXXX имеют интегрированную схему сброса по включению питания (POR), сторожевой таймер WDT, программируемую защиту кода и порты ввода/вывода с повышенной нагрузочной способностью.

Все микроконтроллеры семейств PIC12CXXX и PIC12CEXXX поддерживают режим последовательного внутрисхемного программирования (GP0 вывод данных, GP1 вывод синхронизации).

2.0 Обзор семейства PIC12C5XX

Микроконтроллеры семейства PIC12C5XX выпускаются с различными упаковочными параметрами. В зависимости от приложения может быть выбран нужный тип микроконтроллера, пользуясь материалом этой главы. При размещении заказа на микроконтроллеры семейства PIC12C5XX воспользуйтесь системой идентификации изделий, описанной в конце этого документа.

2.1 Микроконтроллеры с ультрафиолетовым стиранием

Микроконтроллеры с ультрафиолетовым стиранием, выпускаемые в керамическом корпусе, предназначены для отладки программы. Память программ таких микроконтроллеров может быть стерта и повторно запрограммирована для работы в любом режиме.

Примечание. Стирание памяти микроконтроллера также сотрет предварительно запрограммированную калибровочную информацию. Для сохранения калибровочной информации ее рекомендуется прочитать перед стиранием памяти микроконтроллера.

Программаторы PICSTART PLUS и PRO MATE II поддерживают программирование всех микросхем семейства PIC12CXXX. Программаторы других производителей также могут поддерживать микроконтроллеры PIC12CXXX, смотрите техническую документацию на эти программаторы.

2.2 Однократно программируемые микроконтроллеры (OTP)

OTP микроконтроллеры выпускаются в пластмассовых корпусах с однократно программируемой памятью программ. Вместе с памятью программ должны быть запрограммированы биты конфигурации. Эти микроконтроллеры предназначены для изделий, выпускаемых небольшими партиями с возможным изменением текста программы.

2.3 Микроконтроллеры, программируемые производителем (QTP)

Компания Microchip предоставляет возможность заказать запрограммированные микроконтроллеры заранее предоставленным кодом. Данный сервис следует использовать при средних и больших объемах закупок микроконтроллеров и отработанном программном обеспечении. Поставляемые микроконтроллеры полностью соответствуют параметрам стандартных EPROM микроконтроллеров, за исключением того, что код программы и биты конфигурации были записаны на заводе изготовителе. Прежде чем микроконтроллеры будут поставлены заказчику, они пройдут серию испытаний на заводе изготовителе. Для получения дополнительной информации обратитесь к региональному представителю Microchip.

2.4 Серийный выпуск продукции (SQTP SM)

Компания Microchip предоставляет уникальную возможность заказывать запрограммированные микроконтроллеры, в которых пользователь может определить место размещения уникального серийного номера генерируемого случайным, псевдослучайным и последовательным методом. Запрограммированный уникальный серийный номер может служить: кодом доступа, паролем или идентификационным номером устройства.

2.5 Масочные микроконтроллеры (ROM)

Компания Microchip предоставляет возможность заказывать микроконтроллеры с масочной памятью. Они обеспечивают минимальную стоимость при крупносерийных заказах.

3.0 Обзор архитектуры

Высокая эффективность микроконтроллеров PIC12C5XX достигается за счет архитектуры ядра, подобная архитектура обычно применяется в RISC микропроцессорах. В PIC12C5XX используется Гарвардская архитектура с отдельными шинами доступа к памяти программ и памяти данных, в отличие от традиционных систем, в которых обращение к памяти программ и данных выполняется по одной шине.

Разделение памяти программ и памяти данных позволяет использовать не 8-разрядные команды или кратные разрядности шины данных. Все команды микроконтроллера 12-разрядные однословные. По 12-разрядной шине доступа к памяти программ выполняется выборка кода за один машинный цикл. Непрерывная работа ядра микроконтроллера по выборке и выполнению кодов программы дает возможность выполнять все команды за один машинный цикл (1мкс @ 4МГц), кроме команд ветвления. Ядро микроконтроллеров поддерживает 33 высокоэффективных команды.

В таблице представлен объем (EEPROM/ROM) памяти программ, памяти данных (RAM) и энергонезависимой (EEPROM) памяти данных.

Устройство	Память программ		Память данных	
	EPROM	ROM	RAM	EEPROM
PIC12C508	512 x 12		25 x 8	
PIC12C508A	512 x 12		25 x 8	
PIC12C509	1024 x 12		41 x 8	
PIC12C509A	1024 x 12		41 x 8	
PIC12CE518	512 x 12		25 x 8	16 x 8
PIC12CE519	1024 x 12		41 x 8	16 x 8
PIC12CR509A		1024 x 12	41 x 8	

В PIC12C5XX адресовать память данных можно непосредственно или косвенно. Все регистры специального назначения отображаются в памяти данных, включая счетчик команд. PIC12C5XX имеет ортогональную систему команд, что дает возможность выполнить любую операцию с любым регистром памяти данных, используя любой метод адресации. Это облегчает написание программ для микроконтроллеров PIC12C5XX и снижает общее время разработки устройства.

Микроконтроллеры PIC12C5XX содержат 8-разрядное АЛУ (арифметико-логическое устройство) с одним рабочим регистром W. АЛУ выполняет арифметические и булевы операции между рабочим регистром и любым регистром памяти данных. Основными операциями АЛУ являются: сложение, вычитание, сдвиг и логические операции. В командах с двумя операндами - один операнд всегда рабочий регистр W, а второй операнд регистр памяти данных или константа. В командах с одним операндом используется регистр W или регистр памяти данных.

Используемый в операциях 8-разрядный рабочий регистр W не отображается на память данных.

В зависимости от выполняемой команды АЛУ может влиять на следующие флаги в регистре STATUS: флаг переноса C, флаг полупереноса DC, флаг нуля Z. Флаги C и DC выполняют роль соответствующих битов заема при выполнении команды вычитания SUBWF.

Упрощенная блок схема микроконтроллеров PIC12C5XX показана на рисунке 3-1. Назначение выводов микроконтроллеров сведено в таблицу 3-1.

Рис. 3-1 Структурная схема микроконтроллеров PIC12C5XX

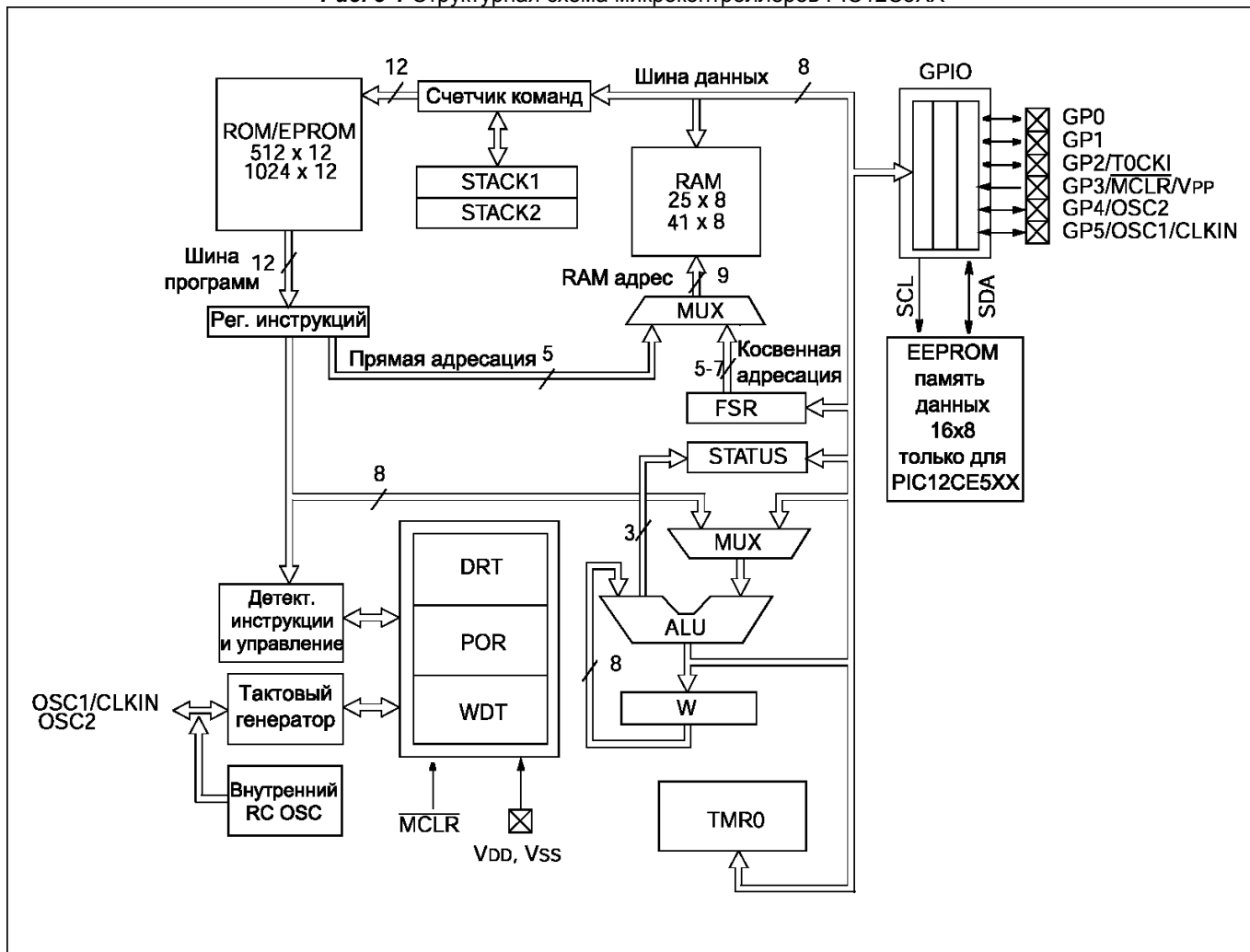


Таблица 3-1 Назначение выводов микроконтроллеров PIC12C5XX

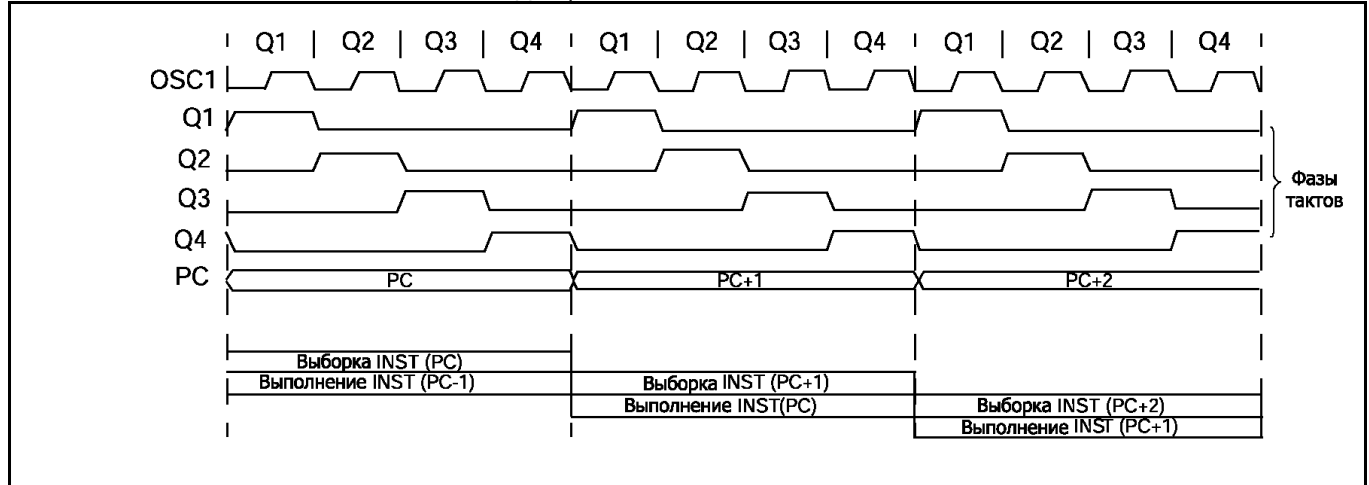
Обозначение вывода	№ вывода DIP	№ вывода SOIC	Тип I/O/P	Тип буфера	Описание
GP0	7	7	I/O	TTL/ST	Двунаправленный порт ввода/вывода, вывод данных при последовательном программировании. Может быть программно включен подтягивающий резистор на входе. Выход из режима SLEEP при изменении уровня входного сигнала. В режиме последовательного программирования ко входу подключен буфер с триггером Шмидта
GP1	6	6	I/O	TTL/ST	Двунаправленный порт ввода/вывода, вход синхронизации при последовательном программировании. Может быть программно включен подтягивающий резистор на входе. Выход из режима SLEEP при изменении уровня входного сигнала. В режиме последовательного программирования ко входу подключен буфер с триггером Шмидта
GP2/T0CKI	5	5	I/O	ST	Двунаправленный порт ввода/вывода. Может использоваться в качестве входа T0CKI.
GP3/-MCLR/V _{PP}	4	4	I	TTL/ST	Входной порт, вход сброса, вход напряжения программирования. Когда вывод настроен как -MCLR, то низкий уровень сигнала на входе сбросит микроконтроллер. Напряжение на -MCLR/V _{PP} не должно превышать V _{DD} в нормальном режиме работы микроконтроллера. Может быть программно включен подтягивающий резистор на входе. Выход из режима SLEEP при изменении уровня входного сигнала. Подтягивающий резистор всегда подключен, если вывод настроен как -MCLR. Входной буфер с триггером Шмидта, когда вывод настроен как -MCLR.
GP4/OSC2	3	3	I/O	TTL	Двунаправленный порт ввода/вывода, выход тактового генератора. К выводу подключается кварцевый или керамический резонатор (только в XT и LP режиме, порт ввода/вывода в других режимах).
GP5/OSC1/CLKIN	2	2	I/O	TTL/ST	Двунаправленный порт ввода/вывода, вход тактового генератора, вход внешнего тактового сигнала (порт ввода/вывода только в INTRC режиме генератора, OSC1 в остальных режимах). Ко входу подключен буфер TTL в режиме порта ввод/вывода, триггер Шмидта - в EXTRC режиме генератора.
V _{DD}	1	1	P	-	Положительное напряжение питания для внутренней логики и портов ввода/вывода.
V _{SS}	8	8	P	-	Общий вывод для внутренней логики и портов ввода/вывода.

Обозначения: I = вход, O = выход, I/O = вход/выход, P = питание, - = не используется,
TTL = входной буфер TTL, ST = вход с триггером Шмидта.

3.1 Синхронизация выполнения команд

Входной тактовый сигнал (вывод OSC1) внутренней схемой микроконтроллера разделяется на четыре последовательных неперекрывающихся такта Q1, Q2, Q3 и Q4. Внутренний счетчик команд (PC) увеличивается на единицу в каждом такте Q1, а выборка команды из памяти программ происходит на каждом такте Q4. Декодирование и выполнение команды происходит с такта Q1 по Q4. На рисунке 3-2 показаны циклы выполнения команд.

Рис. 3-2 Диаграмма циклов выполнения команд



3.2 Конвейерная выборка и выполнение команд

Цикл выполнения команды состоит из четырех тактов Q1, Q2, Q3 и Q4. Выборка следующей команды и выполнение текущей совмещены по времени, таким образом, выполнение команды происходит за один цикл. Если команда изменяет счетчик команд PC (команды ветвления, например GOTO), то необходимо два машинных цикла для выполнения команды (рисунок 3-3).

Цикл выборки команды начинается с приращения счетчика команд PC в такте Q1.

В цикле выполнения команды, код загруженной команды, помещается в регистр команд IR на такте Q1. Декодирование и выполнение команды происходит в тактах Q2, Q3 и Q4. Операнд из памяти данных читается в такте Q2, а результат выполнения команды записывается в такте Q4.

Рис. 3-3 Выборка и выполнения команд



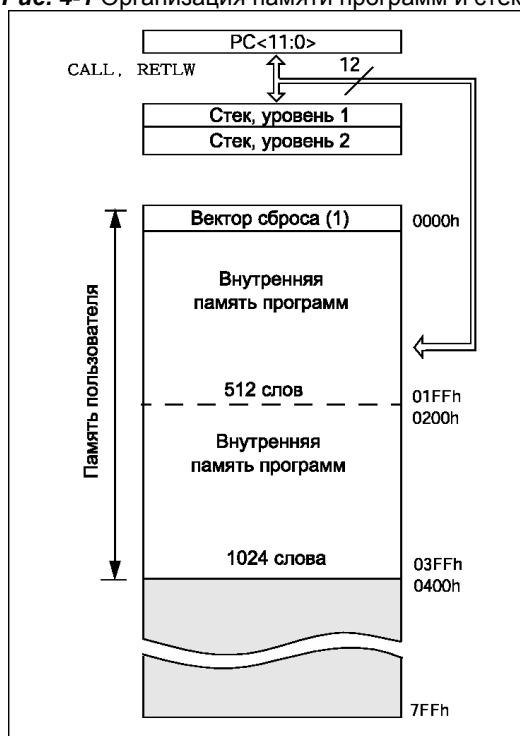
4.0 Организация памяти

В микроконтроллерах PIC12C5XX имеется два вида памяти: память программ и память данных. Для микроконтроллеров, имеющих более 512 слов памяти программ используется страничная адресация памяти (один управляющий бит в регистре STATUS). В микроконтроллерах PIC12C509, PIC12C509A, PIC12CR509A и PIC12CE519 с объемом памяти данных более 32 байт применяется разделение памяти на банки. С помощью регистра косвенной адресации FSR можно получить доступ ко всему адресному пространству памяти данных.

4.1 Организация памяти программ

Микроконтроллеры PIC12C5XX имеют 12-разрядный счетчик команд PC, способный адресовать 4К x 12 слов памяти программ. Физически реализовано только первые 512 x 12 (0000h-01FFh) в PIC12C508, PIC12C508A, PIC12C518 и 1К x 12 (0000h-03FFh) в PIC12C509, PIC12C509A, PIC12CR509A, PIC12C519. На рисунке 4-1 показана организация памяти программ микроконтроллеров PIC12C5XX. Обращение к физически не реализованной памяти программ приведет к адресации реализованной памяти 512 x 12 (для PIC12C508, PIC12C508A, PIC12C518) или 1024 x 12 (для PIC12C509, PIC12C509A, PIC12CR509A, PIC12C519). Адрес вектора сброса – 000h (см. рисунок 4-1). По адресу 01FFh (для PIC12C508, PIC12C508A, PIC12C518) или 03FFh (для PIC12C509, PIC12C509A, PIC12CR509A, PIC12C519) размещена калибровочная константа для внутреннего RC генератора. Калибровочная константа не должна изменяться при программировании микроконтроллера.

Рис. 4-1 Организация памяти программ и стека



Примечание 1. Адрес вектора сброса – 000h. По адресу 01FFh (для PIC12C508, PIC12C508A, PIC12C518) или 03FFh (для PIC12C509, PIC12C509A, PIC12CR509A, PIC12C519) размещена калибровочная константа для внутреннего RC генератора в виде команды MOVLW XX.

4.2 Организация памяти данных

Память данных выполнена в виде регистров или ячеек ОЗУ и разделена на две функциональные группы: регистры специального назначения и регистры общего назначения.

В состав регистров специального назначения входит: регистр TMR0, счетчик команд (PC), регистр STATUS, регистр порта ввода/вывода, регистр адреса при косвенной адресации (FSR). Кроме того, регистры специального назначения используются для управления конфигурацией портов ввода/вывода и параметрами предделителя.

Регистры общего назначения применяются для хранения данных и управляющей информации при выполнении программы.

В микроконтроллерах PIC12C508, PIC12C508A и PIC12CE518 7 регистров специального назначения и 25 регистров общего назначения (см. рисунок 4-2).

В микроконтроллерах PIC12C509, PIC12C509A, PIC12CR509A и PIC12CE519 7 регистров специального назначения, 25 регистр общего назначения в банке 0 и 16 регистров общего назначения в банке 1 (см. рисунок 4-3).

4.2.1 Регистры общего назначения

Обратиться к регистрам общего назначения можно прямой или косвенной адресацией, через регистр FSR (см. раздел 4.8).

Рис. 4-2 Карта памяти данных
PIC12C508, PIC12C508A и PIC12CE518

Адрес	
00h	INDF ⁽¹⁾
01h	TMR0
02h	PCL
03h	STATUS
04h	FSR
05h	OSCCAL
06h	GPIO
07h	
	Регистры общего назначения
1Fh	

Примечание 1. Не физический регистр. См. раздел 4.8.

Рис. 4-3 Карта памяти данных
PIC12C509, PIC12C509A, PIC12CR509A и PIC12CE519

FSR<6:5>	00	01
Адрес		
00h	INDF ⁽¹⁾	20h
01h	TMR0	Отображается на банк 0
02h	PCL	
03h	STATUS	
04h	FSR	
05h	OSCCAL	
06h	GPIO	
07h	Регистры общего назначения	
0Fh	10h	2Fh
	Регистры общего назначения	Регистры общего назначения
	1Fh	3Fh

Примечание 1. Не физический регистр. См. раздел 4.8.

4.2.2 Регистры специального назначения

С помощью регистров специального назначения выполняется управление функциями ядра и периферийными модулями микроконтроллера. В этом разделе будут описаны регистры управляющие функциями ядра микроконтроллера. Описание регистров периферийных модулей смотрите в соответствующем разделе документации.

Таблица 4-1 Регистры специального назначения

Адрес	Имя	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0	Сброс POR	Другие сбросы ⁽²⁾
-	TRIS	-	-							--11 1111	--11 1111
-	OPTION	Биты управления TMR0, предделителем TMR0/WDT, выходом из режима SLEEP по изменению входного сигнала, подтягивающими резисторами								1111 1111	1111 1111
00h	INDF	Обращение к регистру, адрес которого записан в FSR (не физический регистр)								xxxx xxxx	xxxx xxxx
01h	TMR0	Регистр таймера 0								xxxx xxxx	uuuu uuuu
02h	PCL ⁽¹⁾	8 младших бит счетчика команд PC								1111 1111	1111 1111
03h	STATUS ⁽³⁾	GPWUF	-	PA0	-TO	-PD	Z	DC	C	0001 1xxx	q00q quuu
04h	FSR (PIC12C508/ PIC12C508A/ PIC12C518)	Регистр адреса при косвенной адресации								111x xxxx	111u uuuu
04h	FSR (PIC12C509/ PIC12C509A/ PIC12CR509A/ PIC12CE519)	Регистр адреса при косвенной адресации								11xx xxxx	11uu uuuu
05h	OSCCAL (PIC12C508/ PIC12C509)	CAL3	CAL2	CAL1	CAL0	-	-	-	-	0111 ----	uuuu ----
05h	OSCCAL (PIC12C508A/ PIC12C509A/ PIC12CR509A/ PIC12CE518/ PIC12CE519)	CAL5	CAL4	CAL3	CAL2	CAL1	CAL0	-	-	1000 00--	uuuu uu--
06h	GPIO (PIC12C508/ PIC12C508A/ PIC12C509/ PIC12C509A/ PIC12CR509A)	-	-	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	--xx xxxx	--uu uuuu
06h	GPIO (PIC12CE518/ PIC12CE519)	SCL	SDA	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	11xx xxxx	11uu uuuu

Обозначения: - = не используется, читается как 0; u = не изменяется; x = не известно; q = зависит от условий.

Примечания:

1. Старшие биты счетчика команд PC не доступны пользователю, см. раздел 4.6.
2. Другими сбросами является: сброс по сигналу -MCLR, сброс по переполнению WDT и выход из режима SLEEP по изменению сигнала на входе.
3. Если сброс произошел при выходе из режима SLEEP по изменению сигнала на входе, то бит GPWUF=1. Во все остальных случаях GPWUF=0.

4.3 Регистр STATUS

В регистре STATUS содержатся флаги состояния АЛУ, флаги причины сброса микроконтроллера и бит выбора страницы памяти программ.

Регистр STATUS может быть адресован любой командой, как и любой другой регистр памяти данных. Если обращение к регистру STATUS выполняется командой, которая воздействует на флаги Z, DC и C, то изменение этих трех битов командой заблокирована. Эти биты сбрасываются или устанавливаются согласно логике ядра микроконтроллера. Команды изменения регистра STATUS также не воздействуют на биты -TO и -PD. Поэтому, результат выполнения команды с регистром STATUS может отличаться от ожидаемого. Например, команда CLRWF STATUS сбросит три старших бита и установит бит Z (состояние регистра STATUS после выполнения команды 000uu1uu, где u - не изменяемый бит).

При изменении битов регистра STATUS рекомендуется использовать команды (MOVWF, BCF и BSF), не влияющие на флаги АЛУ. Описание команд и их воздействие на флаги АЛУ смотрите в разделе 9.0.

Регистр STATUS (адрес 03h)

R/W-0	U-0	R/W-0	R-1	R-1	R/W-x	R/W-x	R/W-x
GPWUF	-	PA0	-TO	-PD	Z	DC	C
Бит 7							Бит 0

R – чтение бита
W – запись бита
U – не реализовано, читается как 0
-n – значение после POR
-x – неизвестное значение после POR

бит 7: **GPWUF**: Бит сброса GPIO
1 = сброс произошел при выходе из режима SLEEP по изменению сигнала на входе
0 = сброс POR или другой вид сброса

бит 6: **Не реализован**: читается как '0'

бит 5: **PA0**: Бит выбора страницы памяти программ (длина страницы 512 слов)
1 = страница 1 (200h – 3FFh) - PIC12C509, PIC12C509A, PIC12CR509A, PIC12CE519
0 = страница 0 (000h – 1FFh) - PIC12C5XX
Не рекомендуется использовать этот бит для хранения данных в микроконтроллерах с одной страницей памяти программ. Это может усложнить перенос программы на более мощные микроконтроллеры.

бит 4: **-TO**: Флаг переполнения сторожевого таймера
1 = после POR или выполнения команд CLRWDT, SLEEP
0 = после переполнения WDT

бит 3: **-PD**: Флаг включения питания
1 = после POR или выполнения команды CLRWDT
0 = после выполнения команды SLEEP

бит 2: **Z**: Флаг нулевого результата
1 = нулевой результат выполнения арифметической или логической операции
0 = не нулевой результат выполнения арифметической или логической операции

бит 1: **DC**: Флаг десятичного переноса/заема (для команд ADDWF, SUBWF), заем имеет инверсное значение
1 = был перенос из младшего полубайта
0 = не было переноса из младшего полубайта

бит 0: **C**: Флаг переноса/заема (для команд ADDWF, SUBWF, RRF, RLF), заем имеет инверсное значение

ADWF 1 = был перенос в старший бит 0 = переноса не было	SUBWF 1 = заема не было 0 = был заем старшего бита	RRF или RLF Бит C загружается старшим или младшим битом сдвигаемого регистра
----------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

4.4 Регистр OPTION

Регистр OPTION доступен только для записи, содержит биты управления предделителем TMR0/WDT и таймером TMR0. Запись в регистр OPTION производится выполнением команды OPTION (значение регистра W переписывается в OPTION). При сбросе микроконтроллера все биты регистра OPTION устанавливаются в '1'.

Примечания:

1. Если бит в регистре TRIS сброшен в '0' (вывод настроен на выход), то подтягивающий резистор и функция выхода из режима SLEEP для соответствующего вывода выключены. Т.е. состояние бита TRIS отменяет действие битов -GPPU и -GPWU.
2. Если T0CS=1, то GP2 настроен на вход независимо от состояния бита TRIS<2>.

Регистр OPTION

W-1	W-1	W-1	W-1	W-1	W-1	W-1	W-1																											
-GPWU	-GPPU	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0																											
Бит 7							Бит 0																											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> R – чтение бита W – запись бита U – не реализовано, читается как 0 -n – значение после POR -x – неизвестное значение после POR </div>																																		
<p>бит 7: -GPWU: Разрешение выхода из режима SLEEP по изменению сигнала на входах GP0, GP1, GP3 1 = запрещено 0 = разрешено</p> <p>бит 6: -GPPU: Бит включения подтягивающих резисторов на входах GP0, GP1, GP3 1 = подтягивающие резисторы выключены 0 = подтягивающие резисторы включены</p> <p>бит 5: T0CS: Выбор тактового сигнала для TMR0 1 = внешний тактовый сигнал с вывода T0CKI 0 = внутренний тактовый сигнал $F_{osc}/4$</p> <p>бит 4: T0SE: Выбор фронта приращения TMR0 при внешнем тактовом сигнале 1 = приращение по заднему фронту сигнала (с высокого к низкому уровню) на выводе T0CKI 0 = приращение по переднему фронту сигнала (с низкого к высокому уровню) на выводе T0CKI</p> <p>бит 3: PSA: Выбор включения предделителя 1 = предделитель включен перед WDT 0 = предделитель включен перед TMR0</p> <p>биты 2-0: PS2: PS0: Установка коэффициента деления предделителя</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Значение</th> <th>Для TMR0</th> <th>Для WDT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>000</td><td>1:2</td><td>1:1</td></tr> <tr><td>001</td><td>1:4</td><td>1:2</td></tr> <tr><td>010</td><td>1:8</td><td>1:4</td></tr> <tr><td>011</td><td>1:16</td><td>1:8</td></tr> <tr><td>100</td><td>1:32</td><td>1:16</td></tr> <tr><td>101</td><td>1:64</td><td>1:32</td></tr> <tr><td>110</td><td>1:128</td><td>1:64</td></tr> <tr><td>111</td><td>1:256</td><td>1:128</td></tr> </tbody> </table>								Значение	Для TMR0	Для WDT	000	1:2	1:1	001	1:4	1:2	010	1:8	1:4	011	1:16	1:8	100	1:32	1:16	101	1:64	1:32	110	1:128	1:64	111	1:256	1:128
Значение	Для TMR0	Для WDT																																
000	1:2	1:1																																
001	1:4	1:2																																
010	1:8	1:4																																
011	1:16	1:8																																
100	1:32	1:16																																
101	1:64	1:32																																
110	1:128	1:64																																
111	1:256	1:128																																

4.5 Регистр OSCCAL

Регистр OSCCAL используется для калибровки внутреннего тактового RC генератора 4МГц. Это регистр содержит 4 или 6 калибровочных битов в зависимости от типа микроконтроллера. Увеличение значения сохраняемого в регистре OSCCAL приведет к увеличению тактовой частоты микроконтроллера. Дополнительную информацию смотрите в разделе 8.2.5.

Регистр OSCCAL (адрес 05h) для PIC12C508 и PIC12C509

R/W-0	R/W-1	R/W-1	R/W-1	U-0	U-0	U-0	U-0
CAL3	CAL2	CAL1	CAL0	-	-	-	-
Бит 7				Бит 0			

R – чтение бита
 W – запись бита
 U – не реализовано, читается как 0
 -n – значение после POR
 -x – неизвестное значение после POR

биты 7-4: **CAL3:CAL0**: Биты калибровки

биты 3-0: **Не реализованы**: читаются как '0'

Регистр OSCCAL (адрес 05h) для PIC12C508A, PIC12C509A, PIC12CR509A, PIC12CE518 и PIC12CE519

R/W-1	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	U-0
CAL5	CAL4	CAL3	CAL2	CAL1	CAL0	-	-
Бит 7						Бит 0	

R – чтение бита
 W – запись бита
 U – не реализовано, читается как 0
 -n – значение после POR
 -x – неизвестное значение после POR

биты 7-2: **CAL5:CAL0**: Биты калибровки

биты 1-0: **Не реализованы**: читаются как '0'

4.6 Счетчик команд PC

При выполнении команды в счетчике команд PC будет присутствовать адрес инструкции, которая будет выполнена следующей. Значение счетчика команд инкрементируется в каждом машинном цикле микроконтроллера, если выполняемая команда не изменяет значение PC.

При выполнении команды GOTO в младшие биты PC<8:0> загружается 9-разрядный операнд команды, а в 9-й бит значение бита PA0 регистра STATUS<5> (см. рисунок 4-4). Младшие биты счетчика команд PC<7:0> отображаются в регистре PCL.

При выполнении команды CALL или любой другой команды, изменяющей значение PC (например, MOVWF PCL, ADDWF PCL, BSF PCL,5), операнд или результат команды записывается в младшие биты PC<7:0>, бит PC<8> всегда равен 0, а бит 9 загружается значением бита PA0 регистра STATUS<5> (см. рисунок 4-5).

Примечание. Поскольку бит PC<8> всегда равен нулю при выполнении команды CALL или изменения PCL, то все подпрограммы и вычисляемые переходы должны быть размещены в первых 256 словах каждой страницы памяти программ.

Рис. 4-4 Выполнение команды GOTO

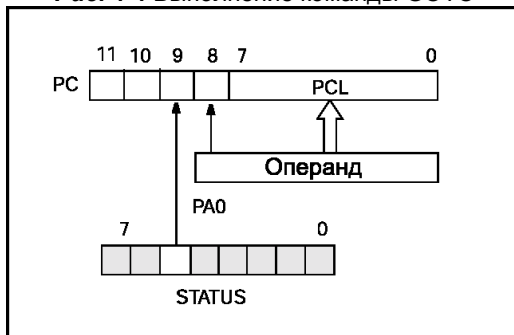
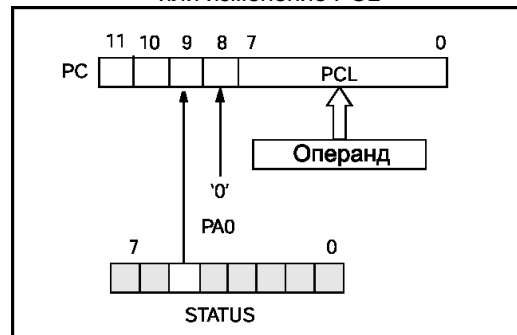


Рис. 4-5 Выполнение команды CALL или изменение PCL



4.6.1 Эффект сброса

После сброса все биты счетчика команд PC установлены в '1', что означает адресацию последней ячейки в последней странице памяти программ, где находится калибровочная информация для внутреннего тактового генератора. После выполнения команды MOVLW XX счетчик команд переполнится перейдя к адресу 000h.

После сброса микроконтроллера бит управления страницами памяти программ равен нулю в регистре STATUS. Это означает, что выбрана 0 страница памяти программ. Поэтому выполненная сразу после сброса команда GOTO приведет к адресации 0 страницы памяти программ, пока значение бита PA0 не будет изменено.

4.7 Стек

PIC12C5XX имеют 2-уровневый 12-разрядный аппаратный стек структуры LIFO.

При выполнении команды CALL значение из ячейки 1 стека переписывается в ячейку 2, а в ячейку 1 записывается текущее значение PC (т.е. адрес следующей за CALL инструкции). Если было выполнено более двух команд CALL подряд, то в стеке сохраняется только два последних адреса возврата из подпрограммы.

При выполнении команды RETLW значение из ячейки 1 стека будет загружено в счетчик команд PC, а значение из ячейки 2 переписывается в ячейку 1 стека. При выполнении более двух команд RETLW подряд стек будет содержать адрес возврата, сохраненном в ячейке 2. Обратите внимание, что регистр W будет содержать константу, указанную в команде. Эта команда особенно полезна для сохранения таблиц данных в памяти программ микроконтроллера. После любого сброса микроконтроллера (кроме POR) содержимое стека не изменяется.

Примечания:

1. В микроконтроллерах не имеется никаких указателей о переполнении стека.
2. В микроконтроллерах не предусмотрено команд записи/чтения из стека, кроме команд вызова/возвращения из подпрограмм (CALL, RETLW).

4.8 Косвенная адресация, регистры INDF и FSR

Для выполнения косвенной адресации необходимо обратиться к физически не реализованному регистру INDF. Обращение к регистру INDF фактически вызовет действие с регистром, адрес которого указан в FSR. Косвенное чтение регистра INDF (FSR=0) даст результат 00h. Косвенная запись в регистр INDF не вызовет никаких действий (вызывает воздействия на флаги АЛУ в регистре STATUS).

Пример косвенной адресации:

- В регистре с адресом 07h сохранено значение 10h;
- В регистре с адресом 08h сохранено значение 0Ah;
- Загрузить в регистр FSR значение 07h;
- Чтение регистра INDF возвратит значение 10h;
- Инкрементировать содержимое регистра FSR на единицу (FSR=08h);
- Чтение регистра INDF возвратит значение 0Ah.

Пример 4-1 Очистка памяти с помощью косвенной адресации

```

MOV LW 0x10          ; Указать первый регистр в ОЗУ
MOV W FSR
NEXT:
CLRF  INDF          ; Очистить регистр
INCF  FSR,F         ; Увеличить адрес
BTFS  FSR,4        ; Завершить?
GOTO  NEXT         ; Нет, продолжить очистку

CONTINUE:
; Да

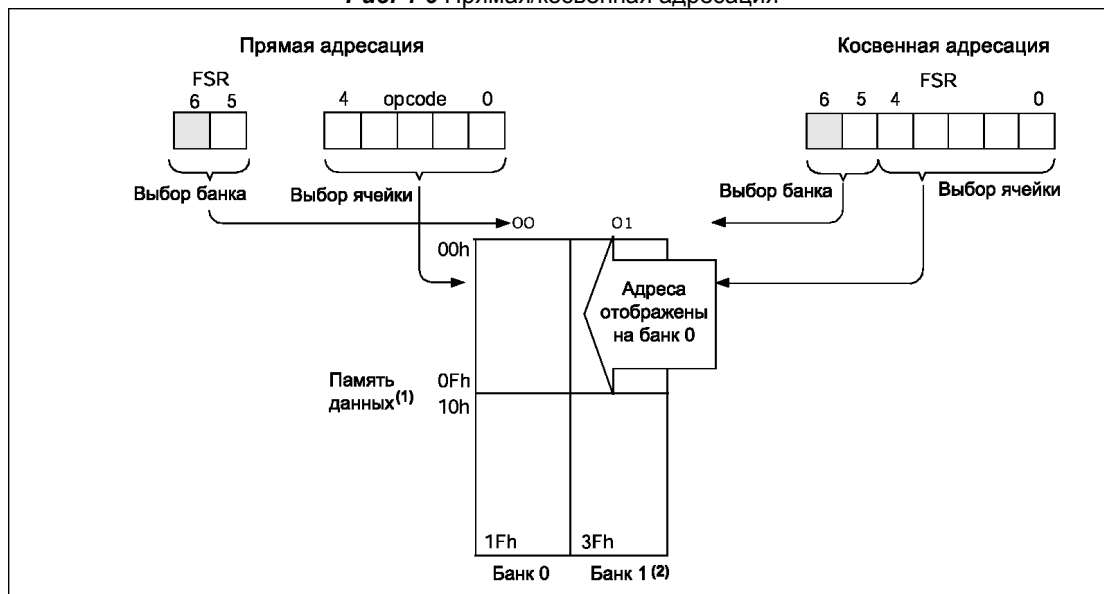
```

FSR - 5-разрядный регистр, позволяющий совместно с регистром INDF адресовать всю память данных. Младшие биты регистра FSR<4:0> используются для обращения к памяти данных с адресами 00h-1Fh.

В микроконтроллерах PIC12C508, PIC12C508A и PIC12CE518 не реализовано разделение памяти данных на банки, поэтому биты регистра FSR<7:5> не реализованы и читаются как '1'.

В микроконтроллерах PIC12C509, PIC12C509A, PIC12CR509A и PIC12CE519 бит FSR<5> используется для выбора банка памяти данных. Биты FSR<7:6> не реализованы и читаются как '1'.

Рис. 4-6 Прямая/косвенная адресация



Примечания:

1. Карту памяти данных смотрите в разделе 4.2.
2. Только для микроконтроллеров PIC12C509, PIC12C509A, PIC12CR509A, PIC12CE519.

5.0 Порт ввода/вывода

С регистром порта ввода/вывода можно выполнить операции чтения/записи, как и с любым другим регистром памяти данных. Чтение регистра порта ввода/вывода (например, MOVF GPIO,W) возвращает состояние каналов порта независимо от значения битов TRIS. При сбросе микроконтроллера все порты ввода/вывода настраиваются на вход т.к. все биты регистра TRIS устанавливаются в '1'. Описание работы с выводами SCL и SDA для микроконтроллеров PIC12CE5XX смотрите в разделе 7.0.

5.1 Регистр GPIO

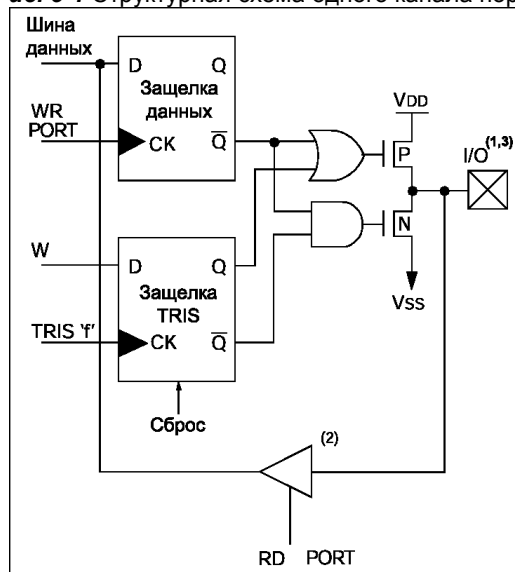
GPIO - 8-разрядный регистр порта ввода вывода, в котором реально используется только 6-ть младших битов (GP5:GP0). Биты 7 и 6 не реализованы и читаются как '0'. Канал GP3 работает только как вход. Каналы порта ввода вывода могут быть задействованы для реализации других функций микроконтроллера. Чтение этих каналов будет давать результат '0'. Выводы GP0, GP1 и GP3 имеют управляемые подтягивающие резисторы и могут быть настроены для вывода микроконтроллера из режима SLEEP по изменению уровня входного сигнала. Если вывод GP3 используется в качестве входа сброса -MCLR, то подтягивающий резистор всегда включен, а функция выхода из режима SLEEP заблокирована.

5.2 Регистр TRIS

Регистр направления каналов порта ввода/вывода загружается значением из регистра W при выполнении команды TRIS f. Запись '1' в TRIS переводит соответствующий выходной буфер в состояние. Запись '0' в регистр TRIS определяет соответствующий канал как выход, содержимое защелки передается на вывод микроконтроллера. Исключением является канал GP3, который может работать только как вход и GP2, управляемый битами регистра OPTION. При сбросе микроконтроллера все порты ввода/вывода настраиваются на вход т.к. все биты регистра TRIS устанавливаются в '1'.

Примечание. Чтение выполняется с выводов порта, а не с выходных защелок. Например, если выходная защелка формирует высокий уровень сигнала, а внешняя схема удерживает низкий уровень, то чтение даст результат ноль для этого канала.

Рис. 5-1 Структурная схема одного канала порта



Примечания:

1. Выводы порта имеют защитные диоды, подключенные к V_{DD} и V_{SS} .
2. Тип входного буфера смотрите в таблице 3-1.
3. Описание выводов SCL и SDA смотрите в разделе 7.0 (только для PIC12CE5XX).

5.3 Работа каналов порта ввода/вывода

Структурная схема одного канала порта ввода/вывода показана на рисунке 5-1. Все каналы, кроме GP3, могут быть индивидуально настроены на вход или выход. Все каналы порта ввода/вывода не имеют входных защелок. Входной сигнал должен присутствовать на входе пока выполняется операция чтения порта (например, MOVF GPIO,W). Выходные данные сохраняются в защелке и остаются неизменными, пока не будут перезаписаны. Чтобы использовать канал порта как выход, необходимо сбросить соответствующий бит в регистре TRIS. Для использования вывода как вход нужно соответствующий бит в регистре TRIS установить в '1'.

Таблица 5-1 Регистры и биты, связанные с работой порта ввода/вывода

Адрес	Имя	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0	Сброс POR	Другие сбросы
-	TRIS	-	-							--11 1111	--11 1111
-	OPTION	-GPWU	-GPPU	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111
03h	STATUS	GPWUF	-	PA0	-TO	-PD	Z	DC	C	0001 1xxx	q00q quuu
06h	GPIO (PIC12C508/ PIC12C508A/ PIC12C509/ PIC12C509A/ PIC12CR509A)	-	-	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	--xx xxxx	--uu uuuu
06h	GPIO (PIC12CE518/ PIC12CE519)	SCL	SDA	GP5	GP4	GP3	GP2	GP1	GP0	11xx xxxx	11uu uuuu

Обозначения: - = не используется, читается как 0; u = не изменяется; x = не известно; q = зависит от условий.

Примечание. Если сброс произошел при выходе из режима SLEEP по изменению сигнала на входе, то бит GPWUF=1. Во все остальных случаях GPWUF=0.

5.4 Программирование порта ввода/вывода

5.4.1 Двухнаправленный порт ввода/вывода

Все операции записи в порт выполняются по принципу "чтение – модификация - запись". Например, команды BCF и BSF считывают значение в регистр CPU, выполняют битовую операцию и записывают результат обратно в регистр. Требуется некоторая осторожность при применении подобных команд к регистру порта ввода/вывода. Например, команда BSF GPIO,5 считывает все восемь битов из GPIO в CPU, изменяет состояние бита 5 и записывает результат в выходные защелки. Если другой двухнаправленный канал GPIO (например GP0) настроен на вход, то сигнал на выводе будет считан в CPU и записан в защелку данных, поверх предыдущего значения. Пока GP0 настроен как вход, никаких проблем не возникает. Однако, если GP0 будет позже настроен как выход, значение в защелке данных может отличаться от требуемого.

В примере 5-1 показан эффект последовательного выполнения команд "чтение - модификация – запись" (например, BSF, BCF и т.д.) с регистром порта ввода/вывода.

На активный вывод порта не должны подключаться нагрузки включенные по схемам "монтажное И" или "монтажное ИЛИ". Возможные большие токи могут повредить микроконтроллер.

Пример 5-1 Эффект выполнения команд "чтение - модификация – запись".
Начальные установки порта: GPIO<5:3> входы, GPIO <2:0> выходы.

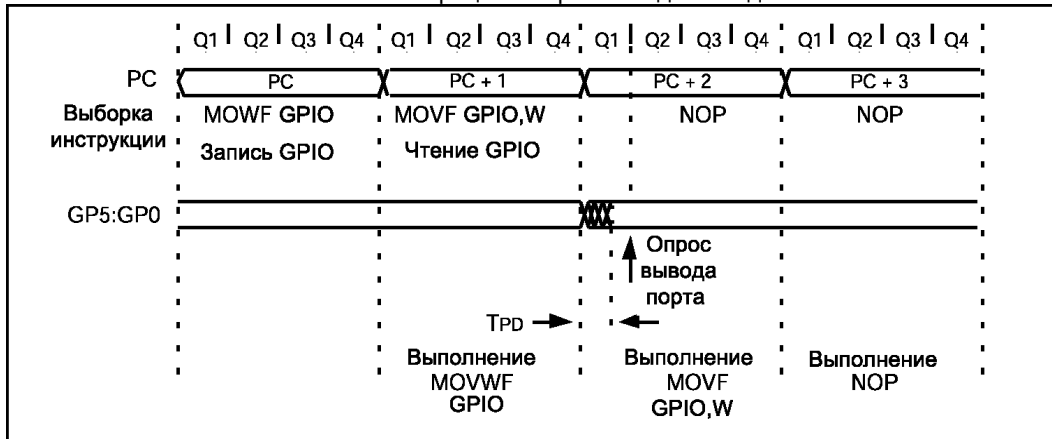
		Защелка GPIO	Выводы GPIO
BCF	GPIO, 5	; --01 -ppp	--11 pppp
BCF	GPIO, 4	; --10 -ppp	--11 pppp
MOVLW	07h	;	
TRIS	GPIO	; --10 -ppp	--11 pppp

Обратите внимание. Возможно, пользователь ожидал, что после выполнения программы на выходах будет значение --00 pppp. Однако, 2-я команда BCF установила в '1' GP5.

5.4.2 Последовательность операций с портами ввода/вывода

Запись в порт ввода/вывода фактически происходит в конце машинного цикла, а чтение данных выполняется в начале цикла (см. рисунок 5-2). Поэтому требуется некоторая осторожность при чтении порта ввода/вывода, если перед этим выполнялась запись в порт. Последовательность команд должна быть такой, чтобы установилось напряжение на выводе порта прежде, чем будет выполнена команда чтение состояния выводов (иначе вместо нового значения может быть считано предыдущее). Если возможна описанная ситуация, разделите команды записи инструкциями NOP или любыми другими командами, которые не обращаются к порту ввода/вывода.

Рис. 5-2 Операции с портом ввода/вывода



Примечание к рисунку. На рисунке показан пример чтения из GPIO сразу поле записи в него. Время установления данных на GPIO равно $T = 0.25 T_{CY} - T_{PD}$. Где: T_{CY} – длительность машинного цикла микроконтроллера, T_{PD} – задержка распространения. Следовательно, при высокой тактовой частоте микроконтроллера, чтение с порта ввода/вывода непосредственно после записи может возвращать неверные значения.

6.0 Модуль таймера TMR0

TMR0 – таймер/счетчик, имеет следующие особенности:

- 8-разрядный таймер/счетчик;
- Возможность чтения и записи текущего значения счетчика;
- 8-разрядный программируемый предделитель;
- Внутренний или внешний источник тактового сигнала;
- Выбор активного фронта внешнего тактового сигнала.

Блок схема модуля TMR0 показана на рисунке 6-1.

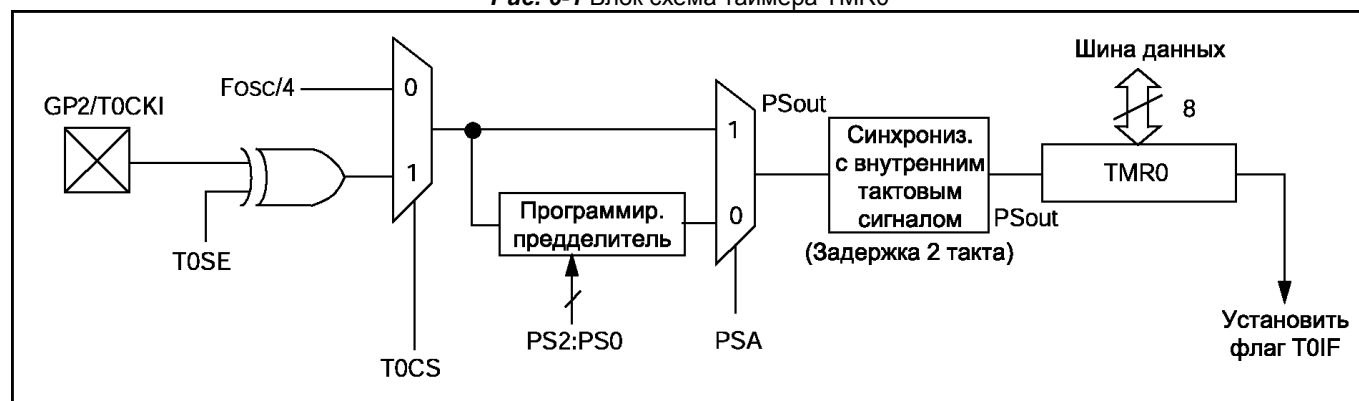
Когда бит T0CS сброшен в '0' (OPTION<5>), TMR0 работает от внутреннего тактового сигнала. Приращение счетчика TMR0 происходит в каждом машинном цикле (если предделитель отключен). После записи в TMR0 приращение счетчика запрещено два следующих цикла (см. рисунки 6-2 и 6-3). Пользователь должен скорректировать эту задержку перед записью нового значения в TMR0.

Если бит T0CS установлен в '1' (OPTION<5>), TMR0 работает от внешнего источника тактового сигнала с входа T0CKI. Активный фронт внешнего тактового сигнала выбирается битом T0SE в регистре OPTION<4> (T0SE=0 – активным является передний фронт сигнала). Работа модуля TMR0 с внешним источником тактового сигнала будет рассмотрена в разделе 6.1.

Предделитель может быть включен перед WDT или TMR0, в зависимости от состояния бита PSA в регистре OPTION<3>. Если бит PSA сброшен в '0', то предделитель включен перед TMR0. Нельзя прочитать или записать новое значение в предделитель. Когда предделитель включен перед TMR0, можно выбрать его коэффициент деления 1:2, 1:4, ..., 1:256. Подробное описание работы с предделителем смотрите в разделе 6.2.

Регистры и биты, связанные с работой TMR0 смотрите в таблице 6-1.

Рис. 6-1 Блок схема таймера TMR0



Примечания:

1. Биты управления T0CS, T0SE, PS2, PS1, PS0, PSA расположены в регистре OPTION.
2. Схему включения предделителя перед WDT смотрите на рисунке 6-5.

Рис. 6-2 Временная диаграмма работы TMR0 от внутреннего источника тактового сигнала (предделитель выключен)

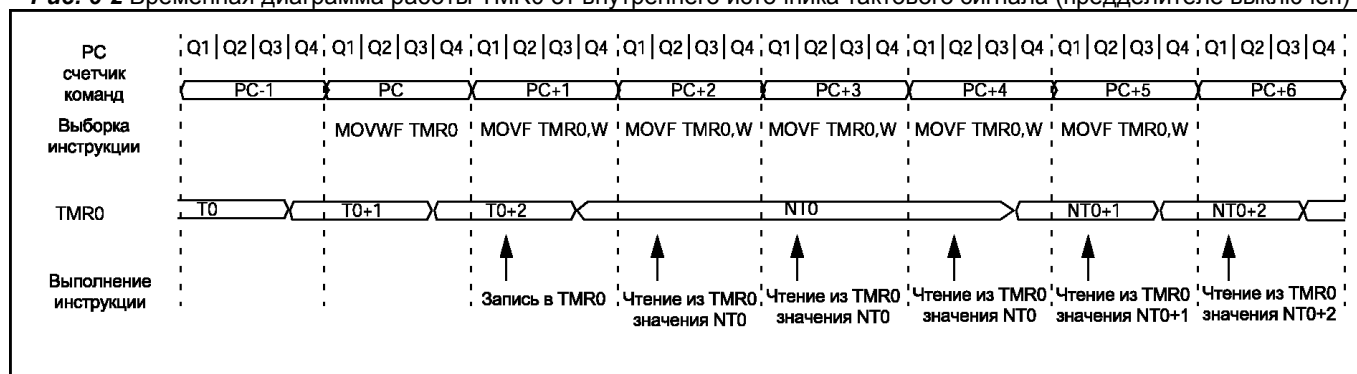


Рис. 6-3 Временная диаграмма работы TMR0 от внутреннего источника тактового сигнала (предделителем 1:2)

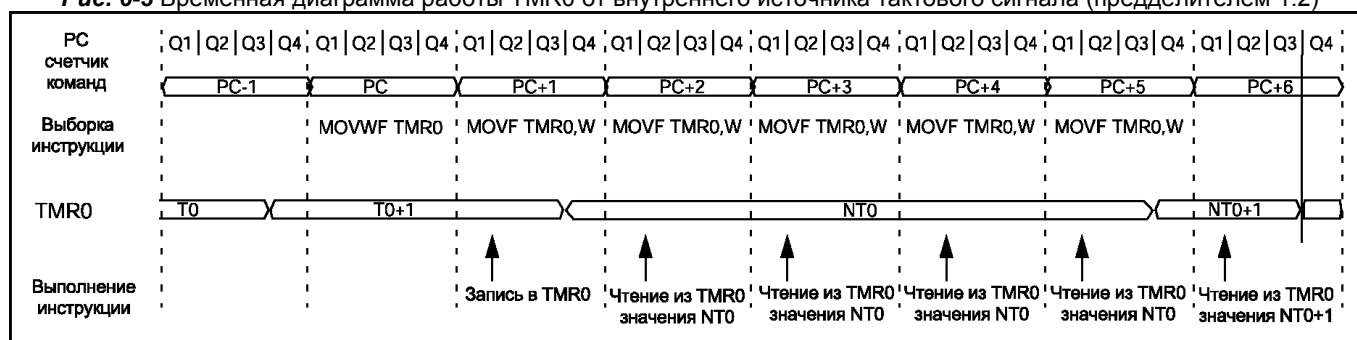


Таблица 6-1 Регистры и биты связанные с работой TMR0

Адрес	Имя	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0	Сброс POR	Другие сбросы
-	OPTION	-GPWU	-GPPU	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111
01h	TMR0	Регистр таймера 0								xxxx xxxx	uuuu uuuu

Обозначения: - = не используется, читается как 0; u = не изменяется; x = не известно; q = зависит от условий.

6.1 Использование внешнего источника тактового сигнала для TMR0

При использовании внешнего тактового сигнала для TMR0 необходимо учитывать некоторые особенности работы таймера. Активный фронт внешнего тактового сигнала синхронизируется с внутренней тактовой частотой микроконтроллера, из-за чего возникает задержка от получения активного фронта сигнала до приращения TMR0.

6.1.1 Синхронизация внешнего сигнала

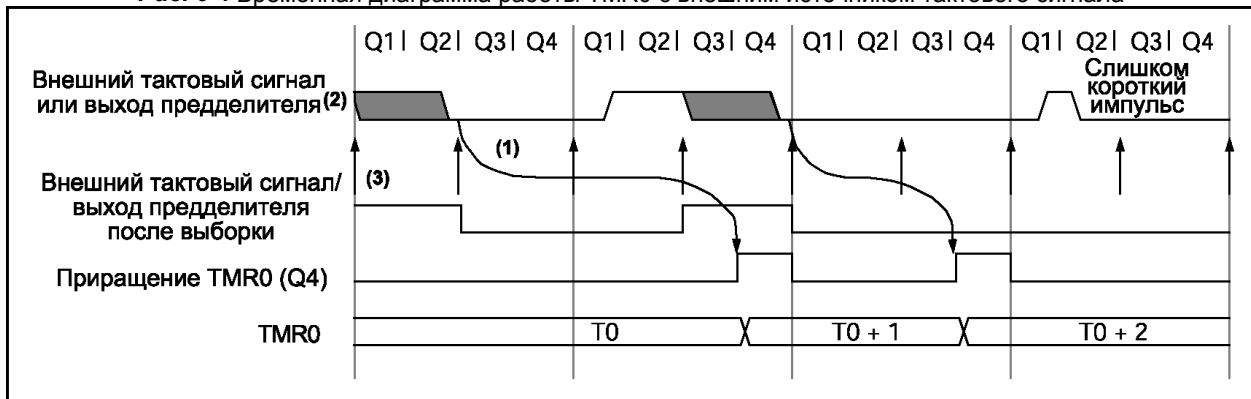
Если предделитель не используется, внешний тактовый сигнал поступает непосредственно на синхронизатор. Синхронизация T0CKI с таковым сигналом микроконтроллера усложняется из-за опроса выхода синхронизатора в машинные циклы Q2 и Q4 (см. рисунок 6-4). Поэтому длительность высокого или низкого логического уровня внешнего сигнала должна быть не меньше $2T_{OSC}$ (плюс небольшая задержка внутренней RC цепи 20нс). Дополнительную информацию смотрите в разделе электрических характеристик.

Если предделитель включен перед TMR0, то на вход синхронизатора поступает сигнал с асинхронного предделителя. Период сигнала T0CKI должен быть не менее $4T_{OSC}$ (плюс небольшая задержка внутренней RC цепи 40нс) деленное на коэффициент предделителя. Дополнительное требование, высокий и низкий логический уровень внешнего сигнала должен быть не менее 10нс . Смотрите параметры 40, 41 и 42 в разделе электрических характеристик.

6.1.2 Задержка приращения TMR0

Поскольку сигнал с выхода предделителя синхронизируется с внутренним тактовым сигналом микроконтроллера, возникает задержка от получения активного фронта сигнала до приращения TMR0 (см. рисунок 6-4).

Рис. 6-4 Временная диаграмма работы TMR0 с внешним источником тактового сигнала



Примечания:

1. Задержка от активного фронта тактового сигнала до приращения TMR0 от $3T_{OSC}$ до $7T_{OSC}$. Следовательно, максимальная ошибка измерения интервала между двумя активными фронтами тактового сигнала $\pm 4T_{OSC}$.
2. Если предделитель выключен, на вход синхронизатора поступает внешний тактовый сигнал.
3. Стрелками указаны точки выборки уровня сигнала.

6.1.3 Взаимодействие регистров OPTION и TRIS

Если TMR0 настроен в режиме внешнего источника тактового сигнала, то канал GP2/T0CKI работает как вход независимо от состояния бита TRIS<2>.

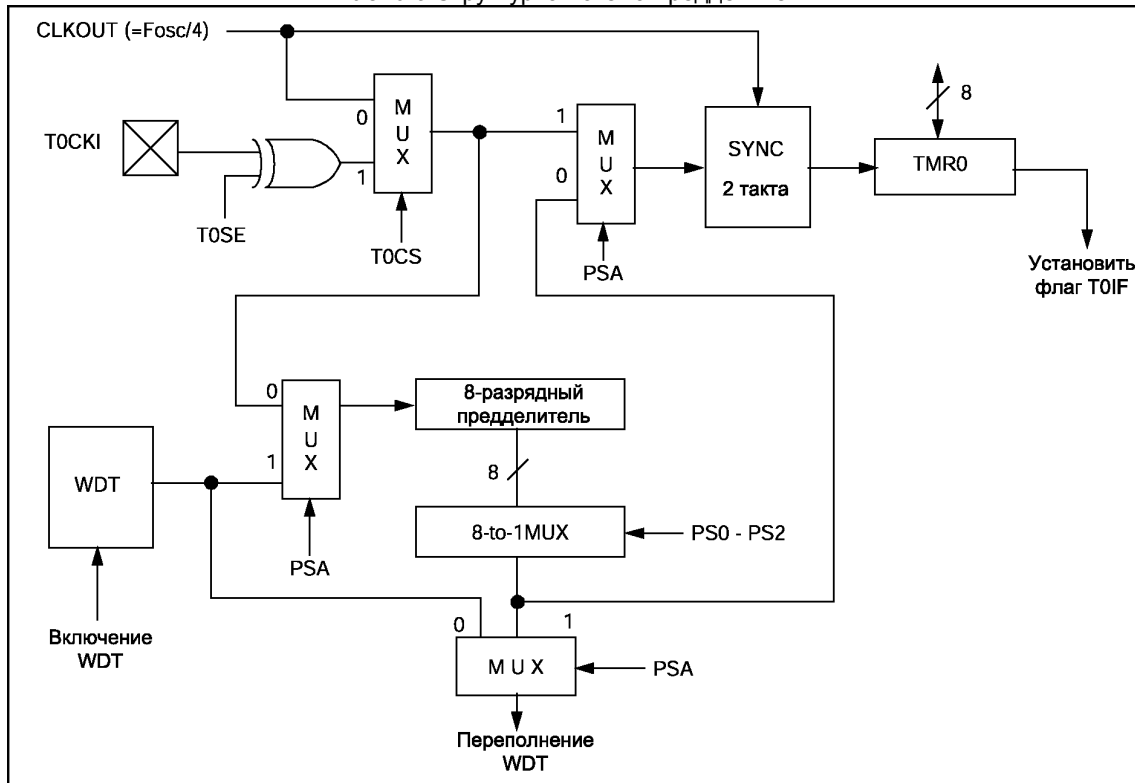
6.2 Предделитель

8-разрядный счетчик может работать как предделитель TMR0 или выходной делитель WDT (см. рисунок 6-5). Для простоты описания этот счетчик всегда будем называть "предделитель". Обратите внимание, что существует только один предделитель, который может быть включен перед TMR0 или WDT. Использование предделителя перед TMR0 означает, что WDT работает без предделителя, и наоборот.

Коэффициент деления предделителя определяется битами PSA и PS2:PS0 в регистре OPTION<3:0>.

Если предделитель включен перед TMR0, любые команды записи в TMR0 (например, CLRWF 1, MOVWF 1, BSF 1,x и т.д.) сбрасывают предделитель. Когда предделитель подключен к WDT, команда CLRWDT сбросит предделитель вместе с WDT. Предделитель также очищается при сбросе микроконтроллера.

Рис. 6-5 Структурная схема предделителя



Примечание. Биты управления T0CS, T0SE, PS2, PS1, PS0, PSA расположены в регистре OPTION.

6.2.1 Переключение предделителя

Переключение предделителя выполняется программным способом, т.е. переключение можно сделать во время выполнения программы. В примере 6-1 показана рекомендуемая последовательность инструкций переключения предделителя от TMR0 на WDT для предотвращения неожиданного сброса микроконтроллера.

Переключение предделителя от WDT на TMR0 показано в примере 6-2. Меры осторожности должны применяться, даже если сторожевой таймер WDT выключен.

Пример 6-1 Переключения предделителя от TMR0 к WDT

- | | | |
|-----------|-------------|-----------------------------------------------|
| 1. CLRWDT | | ; Сбросить WDT |
| 2. CLRF | TMR0 | ; Сбросить TMR0 и предделитель |
| 3. MOVLW | b'00xx1111' | ; Три строки (2, 3, 4) должны быть включены в |
| 4. OPTION | | ; текст программы только, если биты |
| 5. CLRWDT | | ; PS<2:0> равны значению 000 или 001 |
| 6. MOVLW | b'00xx1xxx' | ; Переключить предделитель на WDT, |
| 7. OPTION | | ; выбрать коэффициент деления |

Пример 6-2 Переключения предделителя от WDT к TMR0

- | | | |
|--------|-------------|-----------------------------------------------|
| CLRWDT | | ; Сбросить WDT и предделитель |
| MOVLW | b'xxxx0xxx' | ; Включить предделитель перед TMR0 и |
| OPTION | | ; выбрать новое значение коэффициента деления |

7.0 Работа с периферийной EEPROM памятью данных

Этот раздел относится только к микроконтроллерам PIC12CE518 и PIC12CE519.

Микроконтроллеры PIC12CE518 и PIC12CE519 имеют 16 байт энергонезависимой EEPROM памяти данных с 1000000 гарантированных циклов стирание/запись и временем хранения данных не менее 40 лет. EEPROM память данных работает по двунаправленной 2-х проводной шине данных с протоколом I²C. По одной линии передаются данные (SDA), по другой тактовый сигнал (SCL). Линии SDA, SCL подсоединены внутри микроконтроллера к EEPROM памяти и не имеют внешних выводов, как GP0-GP5. SDA, SCL отображаются на 6 и 7 бит регистра GPIO (адрес 06h). Для большинства приложений работу с энергонезависимой памятью данных можно свести к следующим основным функциям:

```
; Byte_write: Подпрограмма записи байта
;   Входные данные:   Адрес EEPROM      EEADDR
;                   Данные EEPROM      EEDATA
;   Выходные данные: Если W=01, то запись выполнена
;                   Если W=00, то произошла ошибка

; Read_Current: Подпрограмма чтения байта по текущему адресу в EEPROM
;   Входные данные:   Нет
;   Выходные данные: Данные EEPROM      EEDATA
;                   Если W=01, то чтение выполнено
;                   Если W=00, то произошла ошибка

; Read_Random: Подпрограмма чтения байта с указанного адреса
;   Входные данные:   Адрес EEPROM      EEADDR
;   Выходные данные: Данные EEPROM      EEDATA
;                   Если W=01, то чтение выполнено
;                   Если W=00, то произошла ошибка
```

Текст программы работы с EEPROM памятью данных можно получить на WEB узлах технической поддержки www.microchip.com и www.microchip.ru. В файле FL51XINC.ASM абсолютный код программы, а в FLASH51X.ASM перемещаемый код программы, предназначенный для работы линкера.

Необходимо проверять возвращаемые коды подпрограммами и повторить операцию записи/чтения в случае возникновения ошибки. Код ошибки может быть получен когда в EEPROM памяти выполняется цикл записи, длительность которого равна около 4 мс.

7.0.1 Последовательная передача данных

SDA - двунаправленный вывод, предназначенный для передачи данных, адреса и приема данных из EEPROM памяти.

При передачи данных изменять уровень сигнала на линии SDA можно только когда на SCL низкий логический уровень. Изменение уровня сигнала на SDA в то время, когда на SCL высокий логический уровень используется для формирования на шине условий START и STOP.

Двухпроводный интерфейс связи с EEPROM памятью данных состоит из линии данных (SDA) и линии тактового сигнала (SCL). Хотя эти линии отображены в регистре GPIO, они не имеют внешних выводов, только подключены к внутренней EEPROM памяти. Работа с линиями SDA и SCL несколько отличается от операций с каналами порта ввода/вывода GP0-GP5.

Выводы SCL и SDA всегда являются выходами, что не требует изменения битов TRIS кодом программы. Для чтения данных из EEPROM памяти необходимо чтобы на линии SDA присутствовала логическая 1 за счет подтягивающего резистора (на линии SDA внутренний подтягивающий резистор 100кОм).

SDA:

Внутренний подтягивающий резистор 100кОм (номинальное значение), подключенный к V_{DD}
 Выход с открытым стоком
 Всегда выход
 После сброса на выходе 1

SCL:

Полнофункциональный выходной буфер КМОП
 Всегда выход
 После сброса на выходе 1

Ресурсы микроконтроллера, используемые программой для работы с EEPROM памятью данных:

- Память программ: 77 слов
- Память данных: 5 байт
- Стек: 1 уровень (Только вызов подпрограммы. В подпрограмме нет больше переходов на другие подпрограммы)
- Время выполнения:
 - WRITE_BYTE - 328 циклов
 - READ_CURRENT - 212 циклов
 - READ_RANDOM - 416 циклов
- Порты ввода/вывода: 0 (Используются не внешние каналы порта ввода/вывода)

Код этой программы должен размещаться в нижней половине страницы памяти программ. Малый размер кода программы удалось получить за счет использования таблицы вычисляемых переходов на процедуры. Для эффективного выполнения переходов GOTO используется команда ADDWF PCL,F, которая воздействует на 8 младших разрядов счетчика команд PC, вынуждая продолжить выполнение программы в первой половине (256 слов) страницы памяти программ.

Рис. 7-1 Структурная схема вывода GPIO6 (линия SDA)

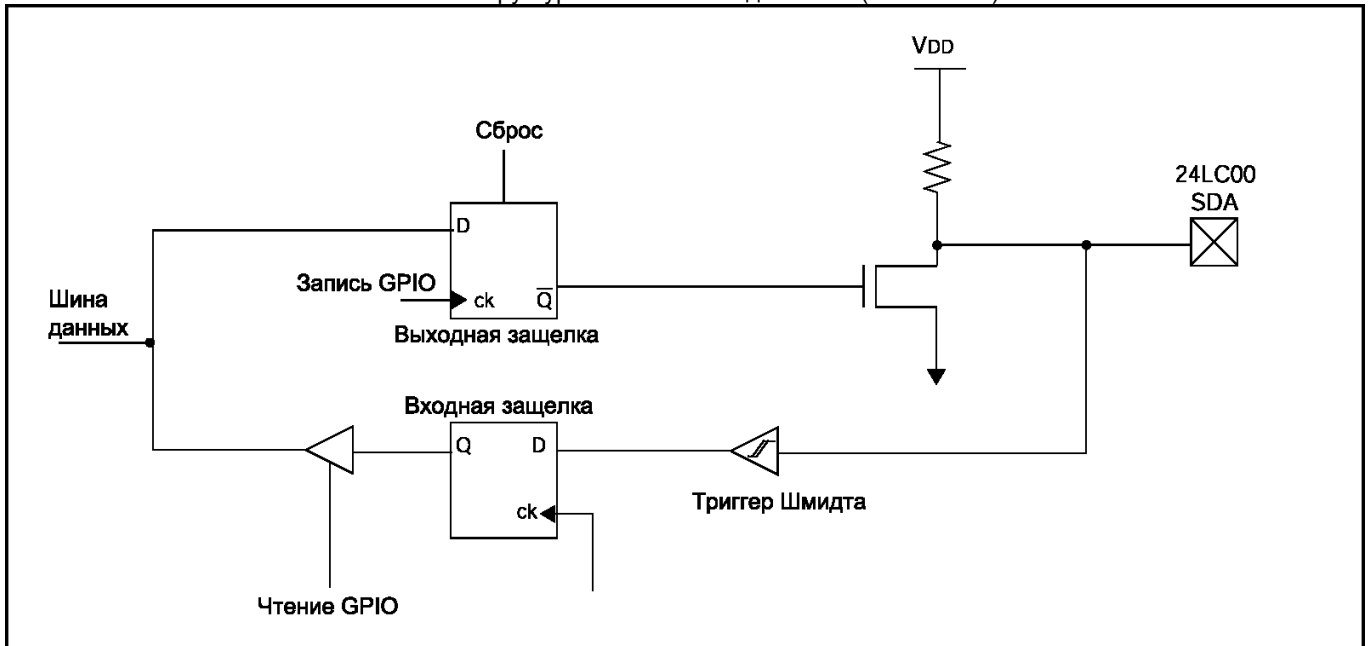
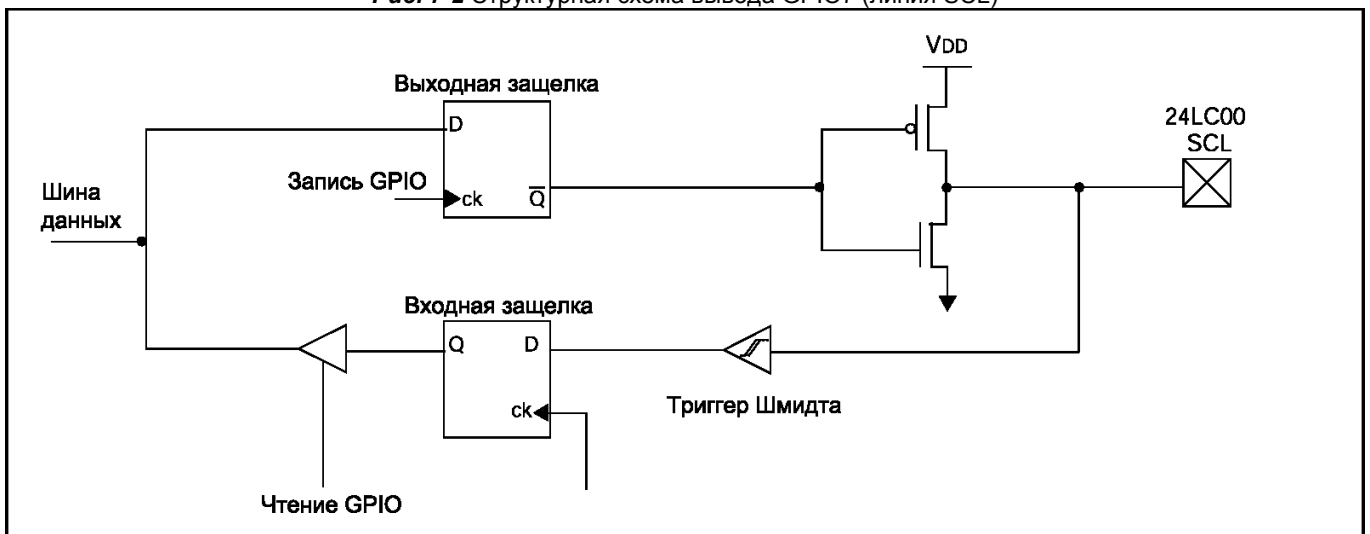


Рис. 7-2 Структурная схема вывода GPIO7 (линия SCL)



7.0.2 Линия синхронизации

Вывод SCL используется для синхронизации обмена данными с EEPROM памятью данных.

7.1 Характеристика шины

Должен использоваться следующий протокол шины для обращения к EEPROM памяти данных:

- Передача данных может быть инициирована только когда шина свободна.
- Во время передачи данных сигнал на линии SDA не должен изменяться пока на SCL высокий логический уровень сигнала.
- Изменение уровня сигнала на SDA, когда на SCL высокий логический уровень, будет интерпретироваться как формирование условия START или STOP.

На рисунке 7-3 смотрите временные диаграммы, поясняющие протокол шины.

7.1.1 Условие не занятости шины

Шина свободна, если на выводах SCL и SDA высокий логический уровень сигнала.

7.1.2 Условие начала передачи данных (START)

Переход с высокого к низкому логическому уровню сигнала на линии SDA, когда на SCL высокий уровень сигнала, является условием START. Всем операциям на шине должно предшествовать формирование условия START.

7.1.3 Условие завершения передачи данных (STOP)

Переход с низкого к высокому логическому уровню сигнала на линии SDA, когда на SCL высокий уровень сигнала, является условием STOP. Все операции на шине должны завершаться формированием условия STOP.

7.1.4 Требования к передачи данных по шине

После формирования условия START на шине присутствуют достоверные данные, если уровень сигнала на линии SDA не изменяется, когда на SCL высокий логический уровень. Изменение уровня сигнала на линии SDA необходимо выполнять только при низком логическом уровне на SCL. В одном такте синхронизации передается только один бит данных.

Каждый обмен информацией по шине инициализируется условием START, а завершается формированием условия STOP. Число байт передаваемых между условием START и STOP определяется пользователем и теоретически не ограничено.

7.1.5 Подтверждение

Каждый приемник на шине, если выполнено условие адресации, обязан генерировать бит подтверждения после приема каждого байта. Ведомое устройство шины должно генерировать дополнительный тактовый импульс для формирования бита подтверждения.

Примечание. Бит подтверждения не генерируется, если выполняется внутренний цикл записи.

Устройство, подтверждающее прием данных, должно перевести линию SDA в низкий логический уровень на время высокого уровня сигнала SCL в такте подтверждения. Должна учитываться длительность фронт сигнала на линиях шины. Ведущий шины должен сообщить ведомому о завершении чтения данных отсутствием бита подтверждения. В этом случае ведомый шины "отпустить" линию SDA в высокий логический уровень, чтобы дать возможность ведущему сформировать условие STOP (см. рисунок 7-4).

Рис. 7-3 Временная диаграмма обмена данными по последовательной шине

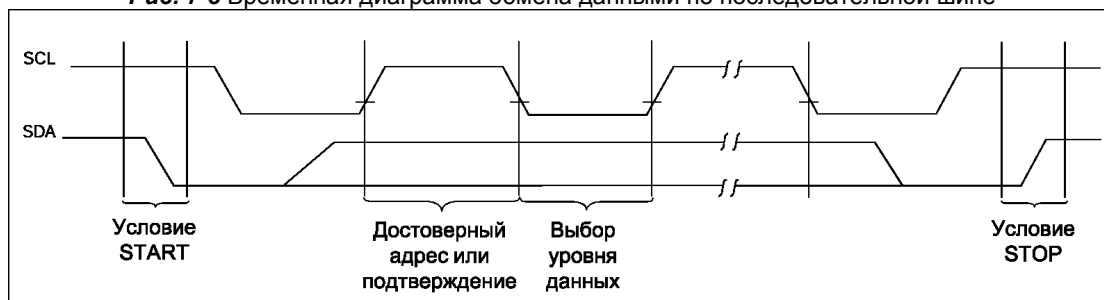


Рис. 7-4 Временная диаграмма подтверждения

**Примечания:**

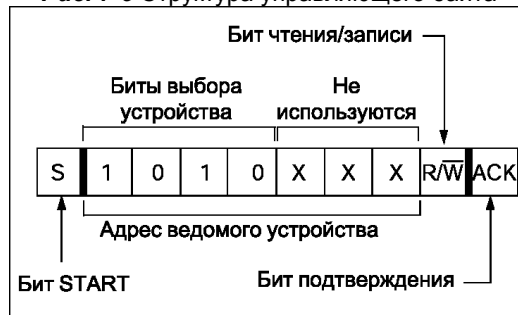
1. Передатчик должен "отпустить" линию SDA в этой точке, чтобы дать возможность приемнику перевести линию в низкий логический уровень для подтверждения приема предыдущих восьми битов.
2. Приемник должен "отпустить" линию SDA в этой точке, чтобы дать возможность передатчику продолжить передавать данные.

7.2 Адресация устройства

После формирования условия START ведущий шины передает управляющий байт, состоящий из адреса устройства и бита чтения/записи. Бит чтения/записи определяет, какая операция должна быть выполнена на шине. Адрес ведомого состоит из 4-разрядного кода устройства (1010), трех бит, которые могут иметь любое значение

Последний бит управляющего байта определяет тип операции. Когда бит операции равен 1, то будет выполняться чтение данных. Если бит операции равен 0, то выполняется операция записи (см. рисунок 7-5). Шина постоянно проверяется на соответствие адреса ведомого устройства. Бит подтверждения генерируется после получения управляющего байта, если совпал адрес устройства и не выполняется внутренний цикл записи.

Рис. 7-5 Структура управляющего байта



7.3 Операция записи

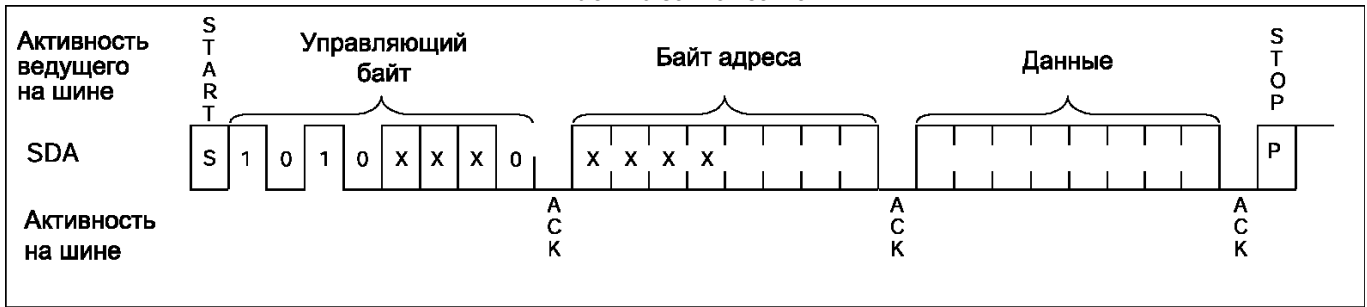
7.3.1 Запись байта

После формирования условия START передается управляющий байт, состоящий из: 4 бита кода устройства, 3 незначащих бита, бита операции R/W (в данном случае R/W должен быть равен нулю). Эта последовательность указывает на то, что после получения бита подтверждения (на девятом такте сигнала синхронизации) будет передан байт адреса ячейки в EEPROM памяти, к которой будет выполняться обращение. Только младших четыре бита адреса участвуют в адресации памяти, а старшие четыре бита игнорируются. Передав байт адреса необходима принять подтверждение, после чего передается один байт сохраняемых данных по указанному адресу. EEPROM память снова формирует бит подтверждения, а ведущий шины генерирует условие STOP. После формирования условия STOP инициализируется цикл записи. Во время цикла записи EEPROM память не будет генерировать биты подтверждения (см. рисунок 7-6). После операции записи адрес в EEPROM памяти не инкрементируется, указывая на ячейку, в которую была выполнена запись.

Если сформировано условие STOP до передачи всей последовательности записи, то никакие данные не будут записаны. Если передано более 8 бит данных прежде чем сформировано условие STOP, то EEPROM память очистит предварительно загруженный байт и начнет загружать данные снова. Если передано более одного байта данных и условие STOP сформировано прежде чем переданы все 8 бит последнего байта, то никакие данные не будут записаны. Встроенная в EEPROM память схема запрещает операцию стирание/запись, если напряжение питания V_{DD} ниже установленного порога.

Перед и после операции записи шина должна находиться в не занятом состоянии (на SCL и SDA высокий логический уровень сигнала).

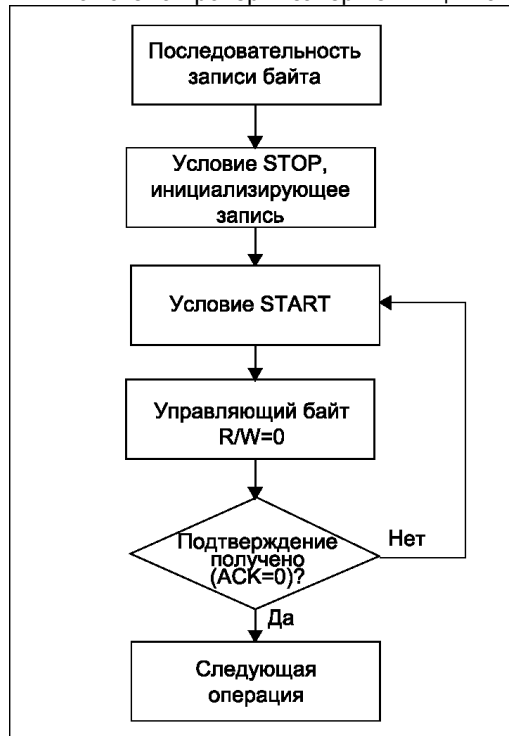
Рис. 7-6 Запись байта



7.4 Подтверждение записи

EEPROM память не будет генерировать биты подтверждения, когда выполняется внутренний цикл записи, что может использоваться для определения завершения цикла записи (эта особенность применяется когда необходимо получить максимальную производительность шины). Как только сформировано условие STOP инициализируется внутренний цикл записи. Опрос окончания записи может быть начат немедленно, включая формирование условия START с передачей управляющего байта, в котором бит R/W=0. Если выполняется цикл записи, то подтверждение не будет получено. Если подтверждение не было получено, то условие START и управляющий байт должны быть переданы повторно. После завершения цикла записи будет сформирован бит подтверждения и ведущий может инициировать новую операцию записи или чтения. Пояснения смотрите на рисунке 7-7.

Рис. 7-7 Блок схема проверки завершения цикла записи



7.5 Операция чтения

Операция чтения инициализируется аналогично записи, за исключением того, что бит R/W=1. Существует три основных типа операции чтения: чтение с текущего адреса, чтение с требуемого адреса и последовательное чтение.

7.5.1 Чтение с текущего адреса

Во внутреннем счетчике EEPROM памяти содержится адрес ячейки, к которой было выполнено обращение последний раз, увеличенный на единицу. Поэтому, если предыдущая операция чтения обращалась к ячейки с адресом n, то следующая операция чтения обратится к ячейки с адресом n+1. После получения байта управления (R/W=1) ведомый генерирует бит подтверждения и передает 8 бит данных. Ведущий шины не генерирует бит подтверждения, но формирует условие STOP, что указывает ведомому прекратить передачу данных (см. рисунок 7-8).

7.5.2 Чтение с требуемого адреса

Этот вид операции чтения позволяет ведущему шины обратиться к любой ячейке EEPROM памяти в произвольном порядке. Для начала операции чтения необходимо установить адрес ячейки в памяти. Установка адреса выполняется как часть операции записи. После передачи адреса ячейки в памяти, получив бит подтверждения, ведущий генерирует условие START. Условие START завершает операцию записи (необходимо формировать условие START после передачи адресного байта, но не ранее). Ведущий шины вновь передает байт управления, в котором бит R/W=1. После получения байта управления (R/W=1) ведомый генерирует бит подтверждения и передает 8 бит данных. Ведущий шины не генерирует бит подтверждения, но формирует условие STOP, что указывает ведомому прекратить передачу данных (см. рисунок 7-9). После этой операции счетчик адреса EEPROM памяти будет указывать на следующую ячейку.

7.5.3 Последовательное чтение

Последовательное чтение инициализируется аналогично чтению с требуемого адреса. Отличие заключается в том, что после приема первого байта данных ведущий формирует бит подтверждения, настраивая ведомого передать следующий байт (см. рисунок 7-10). Операция последовательного чтения реализована за счет внутреннего счетчика адреса, который инкрементируется после чтения каждого байта. Этот счетчик адреса позволяет последовательно прочитать всю EEPROM память в течение одной операции.

Рис.7-8 Чтение с текущего адреса



Рис.7-9 Чтение с требуемого адреса

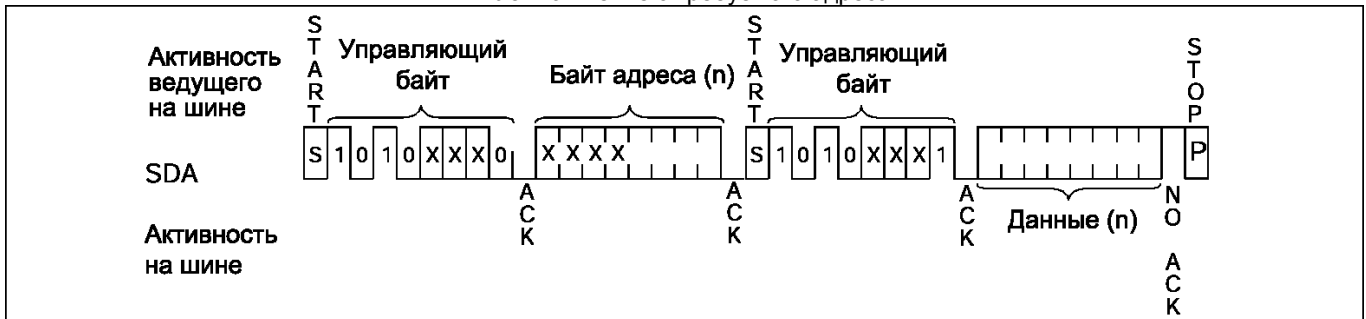
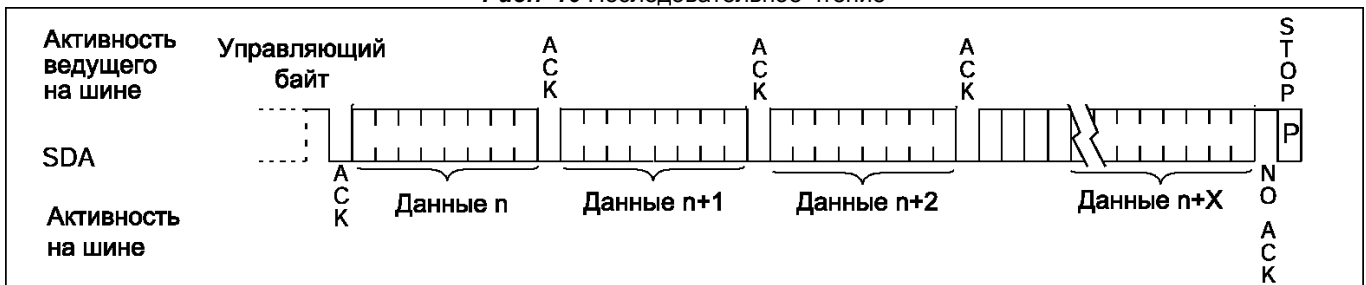


Рис.7-10 Последовательное чтение



8.0 Особенности микроконтроллеров PIC12C5XX

В настоящее время, устройства работающие в режиме реального времени часто содержат микроконтроллер как основной элемент схемы. PIC12C5XXX имеют много усовершенствований повышающие надежность системы, снижающие стоимость устройства и число внешних компонентов. Микроконтроллеры PIC12C5XXX имеют режимы энергосбережения и возможность защиты кода программы.

Основные достоинства:

- Выбор тактового генератора.
- Сброс:
 - сброс по включению питания (POR);
 - таймер включения питания (DRT);
 - выход из режима SLEEP по изменению уровня входного сигнала.
- Сторожевой таймер (WDT).
- Режим энергосбережения (SLEEP).
- Защита кода программы.
- Область памяти для идентификатора.
- Внутрисхемное программирование по последовательному порту (ICSP).

В микроконтроллерах PIC12C5XX встроен сторожевой таймер WDT, который может быть выключен только в битах конфигурации микроконтроллера. Для повышения надежности сторожевой таймер WDT имеет собственный RC генератор. При сбросе микроконтроллера с установленным XT или LP режимом генератора всегда присутствует задержка в 18 мс (номинальное значение) внутреннего сброса. Эта задержка формируется таймером сброса (DRT) и предназначена для стабилизации частоты тактового генератора. В INTRC или EXTRC режиме генератора задержка в 18мс появляется только при включении питания. В большинстве приложений эти функции микроконтроллера позволяют исключить внешние схемы сброса.

Режим SLEEP предназначен для обеспечения сверхнизкого энергопотребления. Микроконтроллер может выйти из режима SLEEP по переполнению сторожевого таймера или при изменении уровня входного сигнала. Выбор режима работы тактового генератора позволяет использовать микроконтроллеры в различных приложениях. Режим тактового генератора EXTRC позволяет уменьшить стоимость устройства, а режим LP снизить энергопотребление. Биты конфигурации микроконтроллера используются для указания режима его работы.

8.1 Биты конфигурации

В PIC12C5XX 12-разрядное слово конфигурации предназначено для указания режима работы микроконтроллера: два бита - выбор режима работы тактового генератора; один бит - разрешение работы сторожевого таймера; один бит - режим работы вывода -MCLR.

Слово конфигурации для PIC12C5XX

-	-	-	-	-	-	-	MCLRE	CP	WDTE	FOSC1	FOSC0	
Бит 11												Бит 0

биты 11-5: **Не реализованы**: читаются как '1'

бит 4: **MCLRE**: Бит выбора режима работы вывода -MCLR
 1 = -MCLR включен
 0 = -MCLR подключен к V_{DD} (внутри микроконтроллера)

бит 3: **CP**: Бит защиты памяти программ
 1 = защита памяти программ выключена
 0 = защита памяти программ включена

бит 2: **WDTE**: Бит разрешения работы сторожевого таймера
 1 = WDT включен
 0 = WDT выключен

биты 1-0: **FOSC1:FOSC0**: Биты выбора режима тактового генератора
 11 = EXTRC - внешняя RC цепочка
 10 = INTRC - внутренняя RC цепочка
 01 = XT режим
 00 = LP режим

Примечание. Доступ к слову конфигурации описан в документации по программированию микроконтроллеров PIC12C5XX. Этот регистр не адресуется при нормальной работе микроконтроллера.

8.2 Настройка тактового генератора

8.2.1 Режимы тактового генератора

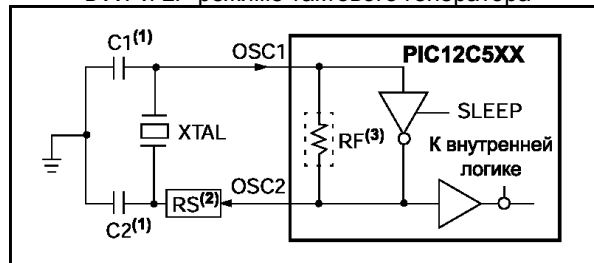
Микроконтроллеры PIC12C5XX могут работать в одном из четырех режимов тактового генератора. Указать режим тактового генератора можно при программировании микроконтроллера в битах конфигурации (FOSC1:FOSC0):

- LP – низкочастотный резонатор;
- XT – обычный резонатор;
- INTRC – внутренняя RC цепочка;
- EXTRC – внешняя RC цепочка.

8.2.2 Кварцевый/керамический резонатор

В режимах тактового генератора XT и LP кварцевый или керамический резонатор подключается к выводам GP5/OSC1/CLKIN, GP4/OSC2 (см. рисунок 8-1). Для микроконтроллеров PIC12C5XX нужно использовать резонаторы с параллельным резонансом. Использование резонаторов с последовательным резонансом может привести к получению тактовой частоты не соответствующей параметрам резонатора. В режимах XT и LP микроконтроллер может работать от внешнего источника тактового сигнала OSC1/CLKIN (см. рисунок 8-2).

Рис. 8-1 Подключение кварцевого/керамического резонатора в XT и LP режиме тактового генератора



Примечания:

1. Смотрите таблицы 8-1, 8-2 для выбора емкости конденсаторов.
2. Для некоторых типов резонаторов может потребоваться последовательно включенный резистор.
3. Значение сопротивления RF примерно равно 10МОм.

Рис. 8-2 Подключение внешнего тактового сигнала в XT и LP режиме тактового генератора

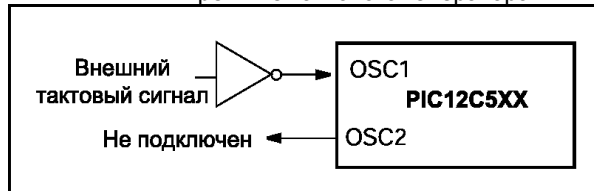


Таблица 8-1 Параметры конденсаторов для керамического резонатора

Режим	Частота	OSC1(C1)	OSC2(C2)
XT	4.0 МГц	33 пФ	33 пФ

Значения емкости конденсаторов, указанные в таблице, являются оценочными, т.к. каждый резонатор имеет собственные характеристики. Проконсультируйтесь у производителя резонаторов для правильного подбора внешних компонентов.

Таблица 8-2 Параметры конденсаторов для кварцевого резонатора

Режим	Частота	OSC1(C1)	OSC2(C2)
LP	32 кГц	15 пФ	15 пФ
XT	200 кГц	47-68пФ	47-68пФ
	1 МГц	15пФ	15пФ
	4 МГц	15пФ	15пФ

Примечание. Для $V_{DD} > 4.5V$, рекомендуется $C1=C2 \approx 30пФ$.

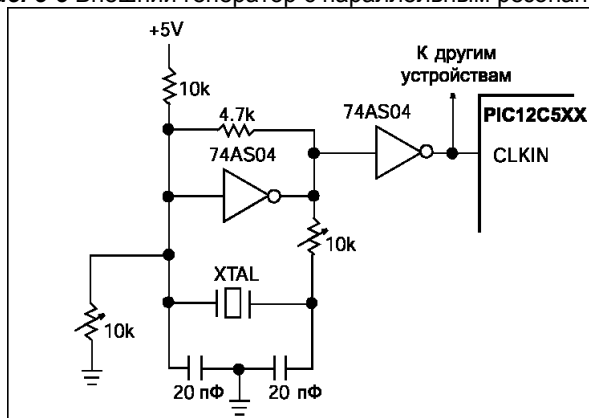
Значения емкости конденсаторов, указанные в таблице, являются оценочными. Последовательный резистор Rs может потребоваться в XT режиме для предотвращения возбуждения резонатора на низкой частоте, т.к. каждый резонатор имеет собственные характеристики. Проконсультируйтесь у производителя резонаторов для правильного подбора внешних компонентов.

8.2.3 Внешний тактовый генератор

В качестве внешнего тактового генератора можно использовать готовый генератор, либо собрать простую схему с ТТЛ выходом. Качественный кварцевый резонатор обеспечивает высокую эффективность ТТЛ схемы. Существует две основных схемы включения кварцевых резонаторов: с параллельным резонансом, с последовательным резонансом.

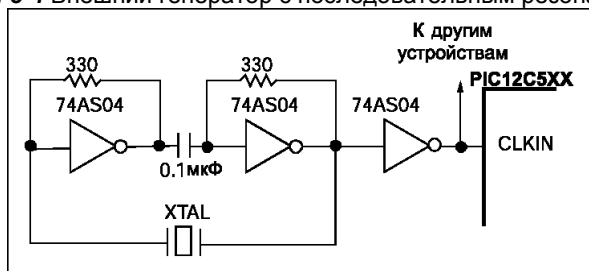
На рисунке 8-3 показана типовая схема генератора с параллельным резонансом, предназначенная для работы на основной частоте кварцевого резонатора. Инвертор 74AS04 производит необходимый для параллельного резонанса сдвиг фазы на 180°. Для обеспечения стабильности схемы в отрицательной обратной связи включен резистор 47кОм. Потенциометр 10кОм предназначен для смещения рабочей точки инвертора в линейную область.

Рис. 8-3 Внешний генератор с параллельным резонансом



На рисунке 8-4 показана типовая схема генератора с последовательным резонансом, тоже предназначенная для работы на основной частоте кварцевого резонатора. Инверторы выполняют сдвиг фазы на 180°. Резисторы 330Ом создают отрицательную обратную связь для смещения рабочих точек инверторов в линейную область.

Рис. 8-4 Внешний генератор с последовательным резонансом



8.2.4 Внешний RC генератор

В приложениях, не требующей высокостабильной тактовой частоты, возможно использовать RC режим генератора, уменьшающий стоимость устройства. Частота RC генератора зависит от напряжения питания, значения сопротивления (R_{EXT}), емкости (C_{EXT}) и рабочей температуры. Дополнительно частота будет варьироваться в некоторых пределах из-за технологического разброс параметров кристалла. Различные паразитные емкости также будут влиять на частоту генератора, особенно при малых значениях C_{EXT} . Необходимо учитывать технологический разброс параметров внешних компонентов R и C.

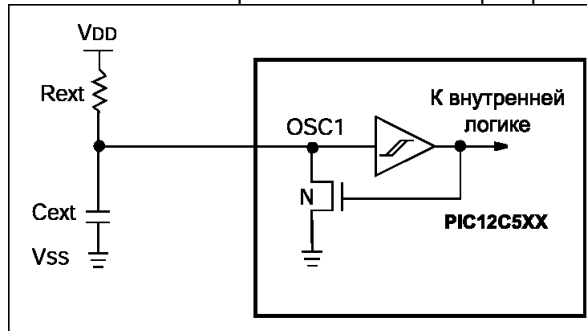
На рисунке 8-5 показана схема подключения RC цепочки к PIC12C5XX. Для сопротивления резистора меньше 2.2кОм частота тактового генератора может быть нестабильна или генерация может прекратиться. Для очень большого сопротивления (больше 1МОм) генератор тактового сигнала становится чувствителен к внешним помехам, токам утечки и влажности. Рекомендуется выбирать сопротивление резисторов от 3кОм до 100кОм.

Тактовый генератор может работать без внешнего конденсатора ($C_{EXT}=0$), но для стабильной работы генератора рекомендуется подключать конденсатор с емкостью более 20пФ. Без внешнего конденсатора (или конденсатор имеет очень малую емкость) частота тактового генератора может зависеть от емкости проводников печатной платы и выводов компонентов.

В разделе электрических характеристик представлены данные технологического разброса частоты RC генератора. Разброс частоты возрастает с увеличением сопротивления R (т.к. возрастает влияние токов утечки) и уменьшением емкости C (т.к. усиливается влияние паразитной емкости проводников и выводов компонентов).

Также в разделе электрических характеристик показано влияние напряжения питания V_{DD} на частоту генератора при различных значениях R_{EXT} , C_{EXT} и влияние температуры для определенных значений R, C и V_{DD} .

Рис. 8-5 EXTRC режим тактового генератора



8.2.5 Внутренний RC генератор 4МГц

Внутренний тактовый генератор формирует тактовый сигнал с частотой 4МГц (номинальное значение) при напряжении питания $V_{DD}=5В$ и температуре 25°C. Графики зависимости частоты внутреннего RC генератора от температуры и напряжения питания смотрите в разделе "электрические характеристики".

В последней ячейке памяти программ сохраняется калибровочная константа для внутреннего RC генератора. На эту ячейку памяти программ не распространяется действие бита защиты CP в слове конфигурации (кроме микроконтроллеров PIC12C508/509). Калибровочная константа сохраняется в виде команды `MOVLW XX`, где XX - калибровочное значение. После сброса микроконтроллера значение калибровки будет загружено в регистр W, счетчик команд PC переполнится и микроконтроллер начнет выполнять программу пользователя с адреса 000h. В начале выполнения программы имеется возможность загрузить калибровочную константу в регистр OSCCAL (05h) или игнорировать ее.

Запись калибровочной константы в регистр OSCCAL позволяет устранить технологический разброс параметров внутреннего RC генератора.

Примечание. Стирание памяти микроконтроллера также сотрет предварительно запрограммированную калибровочную информацию. Для сохранения калибровочной информации ее рекомендуется прочитать перед стиранием памяти микроконтроллера.

Для PIC12C508A, PIC12C509A, PIC12CE518, PIC12CE519, и PIC12CR509A

Биты CAL5:CAL0 регистра OSCCAL<7:2> используются для записи калибровочной константы (от 000000 до 111111). Запись большего значения увеличивает частоту тактового генератора. Младшие биты регистра OSCCAL <1:0> не реализованы и должны равняться нулю при записи калибровочной информации для совместимости с последующими версиями микроконтроллеров.

Для PIC12C508 и PIC12C509

Биты CAL3:CAL0 регистра OSCCAL<7:4> используются для записи калибровочной константы. Запись большего значения увеличивает частоту тактового генератора.

8.3 Сброс

PIC12C5XX различает следующие виды сбросов:

- сброс по включению питания POR;
- сброс по сигналу -MCLR в нормальном режиме работы;
- сброс по сигналу -MCLR в SLEEP режиме;
- сброс от WDT в нормальном режиме работы;
- сброс от WDT в режиме SLEEP;
- выход из режима SLEEP по изменению входного сигнала.

Некоторые регистры не изменяются после любого вида сброса, но после сброса по включению питания POR они содержат неизвестное значение. Большинство регистров сбрасываются в начальное состояние при сбросах POR, -MCLR и WDT в нормальном режиме, -MCLR в режиме SLEEP. Сброс WDT, -MCLR в SLEEP режиме рассматривается как возобновление нормальной работы и на значение регистров не влияет. Биты -TO, -PD и GPWUF принимают определенные значения при различных видах сброса. Программное обеспечение может использовать эти биты для детектирования вида сброса микроконтроллера. Состояние регистров специального назначения после сброса смотрите в таблице 8-3.

Таблица 8-3 Состояние регистров после различных видов сбросов

Имя	Адрес	Сброс POR	Сброс -MCLR, переполнение WDT, выход из SLEEP
W (PIC12C508/ PIC12C509)	-	q q q q 0 0 0 0 ^(1,2)	q q q q 0 0 0 0 ^(1,2)
W (PIC12C508A/ PIC12C509A/ PIC12CR509A/ PIC12CE518/ PIC12CE519)	-	q q q q q q 0 0 ^(1,2)	q q q q q q 0 0 ^(1,2)
INDF	00h	x x x x x x x x	x x x x x x x x
TMR0	01h	x x x x x x x x	u u u u u u u u
PCL	02h	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1
STATUS	03h	0 0 0 1 1 x x x	q 0 0 q q u u u ^(2,3)
FSR (PIC12C508/ PIC12C508A/ PIC12C518)	04h	1 1 1 x x x x x	1 1 1 u u u u u
FSR (PIC12C509/ PIC12C509A/ PIC12CR509A/ PIC12CE519)	04h	1 1 x x x x x x	1 1 u u u u u u
OSCCAL (PIC12C508/ PIC12C509)	05h	0 1 1 1 - - - -	u u u u - - - -
OSCCAL (PIC12C508A/ PIC12C509A/ PIC12CR509A/ PIC12CE518/ PIC12CE519)	05h	1 0 0 0 0 0 - -	u u u u u u - -
GPIO (PIC12C508/ PIC12C508A/ PIC12C509/ PIC12C509A/ PIC12CR509A)	06h	- - x x x x x x	- - u u u u u u
GPIO (PIC12CE518/ PIC12CE519)	06h	1 1 x x x x x x	1 1 u u u u u u
TRIS	-	- - 1 1 1 1 1 1	- - 1 1 1 1 1 1
OPTION	-	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1

Обозначения: - = не используется, читается как 0; u = не изменяется; x = не известно; q = зависит от условий.

Примечания:

- Биты <7:2> в регистр W загружаются командой MOVLW XX в последней ячейки памяти программ.
- Состояние битов смотрите в таблице 8-7.
- Если сброс произошел при выходе из режима SLEEP по изменению сигнала на входе, то бит GPWUF=1. Во все остальных случаях GPWUF=0.

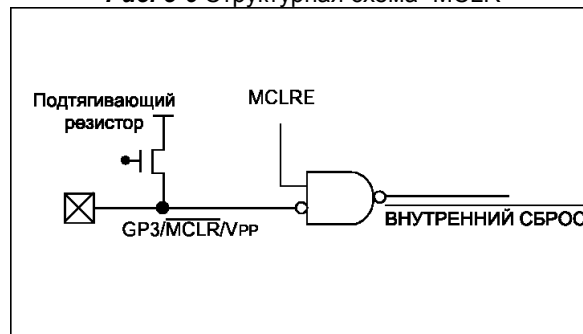
Таблица 8-4 Состояние особых регистров после сброса

Вид сброса	Регистр STATUS	Регистр PCL
Сброс по включению питания	0001 1xxx	1111 1111
Сброс по сигналу -MCLR в нормальном режиме	000u uuuu	1111 1111
Сброс по сигналу -MCLR в SLEEP режиме	0001 0uuu	1111 1111
Сброс от WDT	0000 uuuu	1111 1111
Выход из режима SLEEP от WDT	0000 0uuu	1111 1111
Выход из режима SLEEP по изменению уровня входного сигнала	1001 0uuu	1111 1111

Обозначения: - = не используется, читается как 0; u = не изменяется; x = не известно.

8.3.1 Включение -MCLR

Если бит MCLRE в слове конфигурации не запрограммирован (оставлен равным 1), то вывод GP3/-MCLR работает как вход сброса -MCLR. Если MCLRE=0, то GP3/-MCLR работает как цифровой вход, -MCLR подключен внутри микроконтроллера к V_{DD} (см. рисунок 8-6). Когда вывод работает как -MCLR, внутренний подтягивающий резистор всегда включен.

Рис. 8-6 Структурная схема -MCLR

8.4 Сброс по включению питания (POR)

Микроконтроллеры семейства PIC12C5XX содержат схему сброса по включению питания (POR), которая обеспечивает сброс микроконтроллера в большинстве ситуаций включения питания.

Интегрированная схема POR удерживает микроконтроллер в состоянии сброса, пока напряжение V_{DD} не достигнет требуемого уровня. Для включения схемы POR необходимо соединить вывод GP3/-MCLR/VPP с V_{DD} или настроить вывод как GP3. Для реализации внутреннего резистора используется транзистор (в таблице 11-1 представлены значения подтягивающих резисторов в различных режимах работы микроконтроллера). Это не требует внешней RC цепочки, обычно используемой для сброса. Максимальное время нарастания V_{DD} смотрите в разделе "электрические характеристики".

Когда микроконтроллер переходит в режим нормальной работы из состояния сброса, рабочие параметры (напряжение питания, частота, температура и т.д.) должны соответствовать указанным в разделе "электрические характеристики". Если рабочие параметры не удовлетворяют требованиям, микроконтроллер должен находиться в состоянии сброса.

Упрощенную структурную схему сброса смотрите на рисунке 8-7.

Схема сброса по включению питания POR и таймер DRT связаны между собой (см. раздел 8.5). При сбросе POR сбрасывается таймер DRT, который начинает счет после перехода сигнала на выводе -MCLR в высокий логический уровень. Типовое время счета DRT до переполнения 18мс, после чего сигнал внутреннего сброса микроконтроллера перейдет в высокий логический уровень.

На рисунке 8-8 показан пример сброса микроконтроллера по включению питания, когда вывод -MCLR удерживается в низком логическом уровне после достижения напряжением питания требуемого уровня. Фактически микроконтроллер выйдет из состояния сброса через T_{DRT} после появления высокого уровня на -MCLR.

На рисунке 8-9 показана ситуация, когда скорость нарастания напряжения питания удовлетворяет требованиям, а вывод -MCLR соединен с V_{DD} через резистор или работает в режиме GP3. А на рисунке 8-10 показана ситуация, когда скорость нарастания напряжения питания слишком мала. Между началом отсчета таймера DRT и достижением на -MCLR (и V_{DD}) напряжения номинального уровня очень большой временной интервал. В этой ситуации, после завершения счета DRT, напряжение питания не достигнет требуемого уровня. Это может привести к ненормальной работе микроконтроллера. Для устранения подобных ситуаций рекомендуется применять внешние схемы сброса по включению питания.

Примечание. Когда микроконтроллер переходит в режим нормальной работы из состояния сброса, рабочие параметры (напряжение питания, частота, температура и т.д.) должны соответствовать указанным в разделе "электрические характеристики". Если рабочие параметры не удовлетворяют требованиям, микроконтроллер должен находиться в состоянии сброса.

Дополнительную информацию смотрите в документации AN607 "Power-up Trouble Shooting" и AN522 "Power-Up considerations".

Рис. 8-7 Упрощенная структурная схема сброса

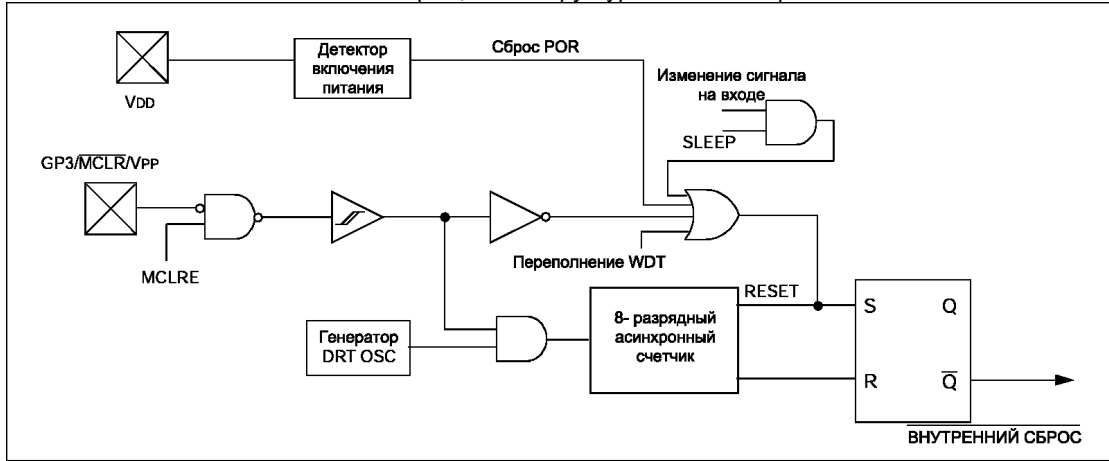


Рис. 8-8 Временная диаграмма сброса микроконтроллера по включению питания (вывод -MCLR удерживается в низком логическом уровне)

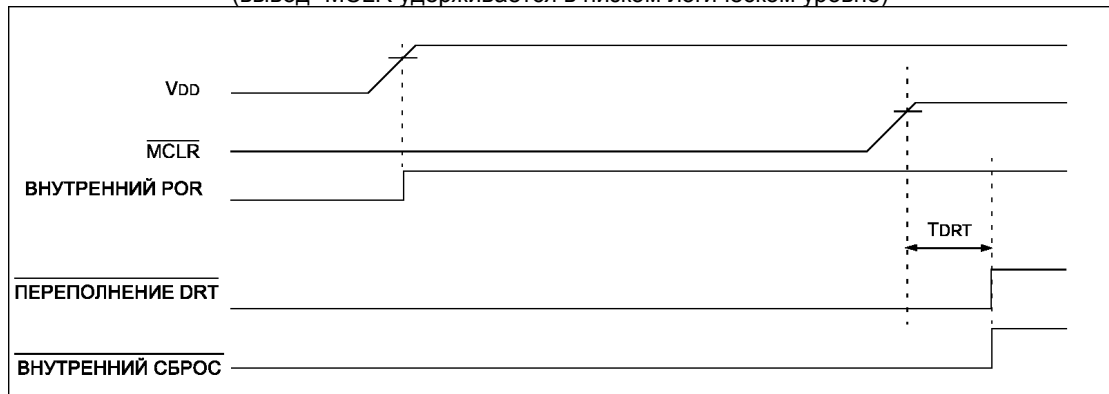


Рис. 8-9 Временная диаграмма сброса микроконтроллера по включению питания (вывод -MCLR подключен VDD) скорость нарастания VDD удовлетворяет требованиям

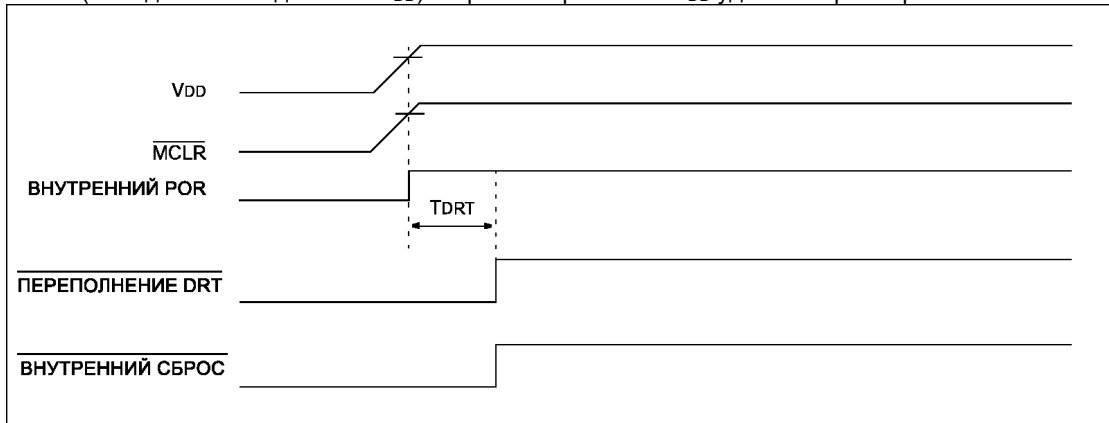
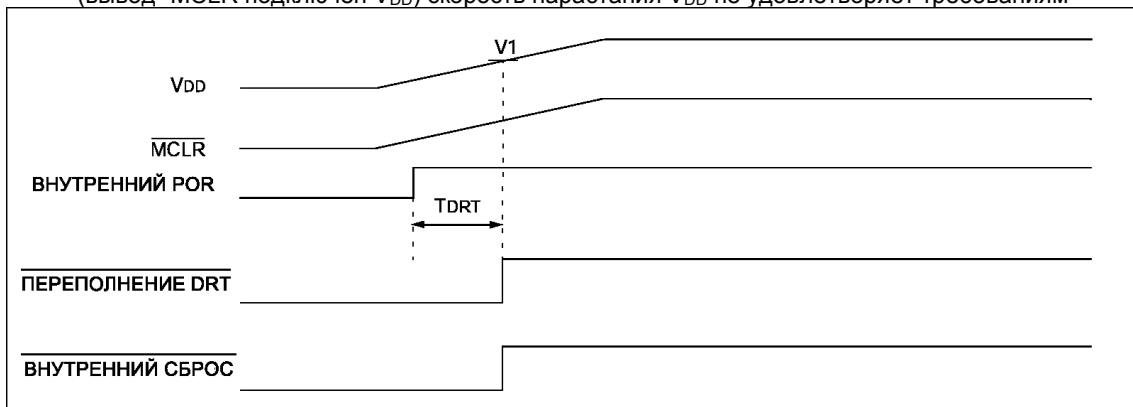


Рис. 8-10 Временная диаграмма сброса микроконтроллера по включению питания (вывод -MCLR подключен VDD) скорость нарастания VDD не удовлетворяет требованиям



8.5 Таймер включения питания DRT

В PIC12C5XX таймер DRT запускается при каждом сбросе POR и при других сбросах в зависимости от режима работы тактового генератора (см. таблицу 8-5). Таймер DRT работает от собственного RC генератора. Микроконтроллер находится в состоянии сброса пока таймер DRT активен, что дает возможность достигнуть напряжению питания требуемого уровня и стабилизироваться частоте тактового генератора.

Схема тактового генератора, основанная на кварцевом или керамическом резонаторе, требует некоторого времени запуска для стабилизации частоты после включения питания. Интегрированный таймер DRT удерживает микроконтроллер в состоянии сброса в течение 18мс после появления на выводе -MCLR сигнала с высоким логическим уровнем ($V_{IH,MCLR}$). Поэтому, не требуется настраивать вывод GP3/-MCLR/ V_{PP} в режим -MCLR и подключать к нему внешнюю RC цепочку. Это дает возможность уменьшить число внешних компонентов и использовать вывод как цифровой вход.

Время задержки DRT зависит от напряжения питания V_{DD} , рабочей температуры и имеет небольшой технологический разброс (см. раздел "электрические характеристики").

DRT всегда запускается после переполнения WDT. Это особенно важно для приложений, использующих WDT для автоматического выхода из режима SLEEP.

Таблица 8-5 Время задержки при различных видах сброса (типичное значение)

Режим генератора	Сброс POR	Последующие сбросы
XT, LP	18мс	18мс
EXTRC, INTRC	18мс	300мкс

8.6 Определение причины сброса микроконтроллера

С помощью битов GPWUF, -TO и -PD в регистре STATUS можно определить причину сброса микроконтроллера (POR, сигнал -MCLR или переполнение WDT).

Таблица 8-6 Состояние некоторых битов регистра STATUS после сброса

GPWUF	-TO	-PD	Тип сброса
0	0	0	Выход из режима SLEEP от WDT
0	0	1	Переполнение WDT
0	1	0	Сброс -MCLR в SLEEP режиме
0	1	1	Сброс по включению питания
0	u	u	Сброс -MCLR при нормальном режиме работы
1	1	0	Выход из режима SLEEP по изменению уровня входного сигнала

Обозначения: u = не изменяется

Примечание. Биты GPWUF, -TO и -PD не изменяют своего состояния пока не произойдет сброс микроконтроллера. Низкий логический уровень сигнала на выводе -MCLR не изменяет состояние битов -TO, -PD.

8.7 Сторожевой таймер WDT

Встроенный сторожевой таймер WDT работает от отдельного RC генератора, не требующего внешних компонентов. Это позволяет работать сторожевому таймеру WDT при выключенном тактовом генератора в SLEEP режиме микроконтроллера. В нормальном режиме работы и в режиме SLEEP при переполнении WDT происходит сброс микроконтроллера.

После сброса по переполнению WDT сбрасывается в '0' бит -TO регистра STATUS<4>.

WDT выключен, если WDTE = 0 в слове конфигурации (см. раздел 8.1). Доступ к слову конфигурации описан в документации по программированию микроконтроллеров PIC12C5XX.

8.7.1 Период WDT

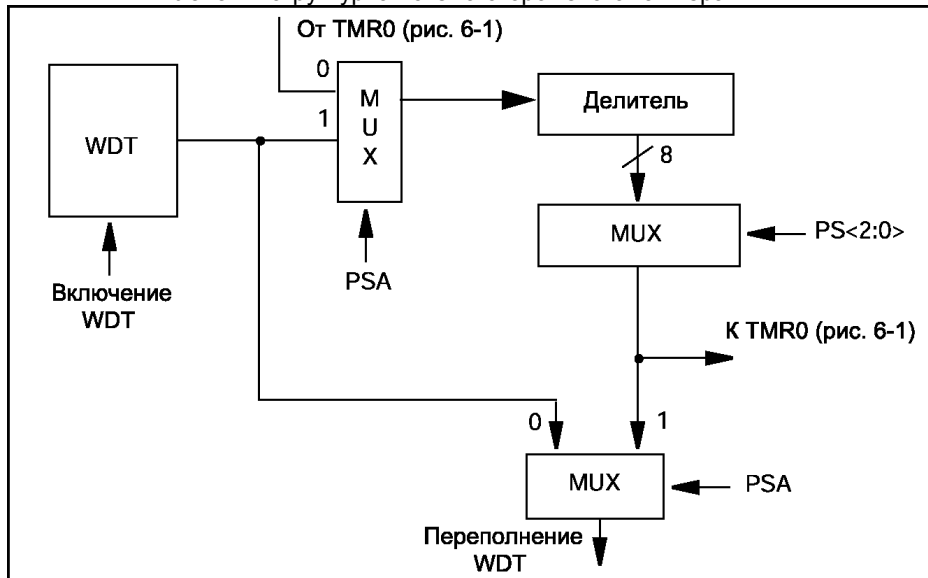
WDT имеет номинальное время переполнения 18мс (без предделителя). Время переполнения зависит от температуры, напряжения питания V_{DD} и разброса технологических параметров микроконтроллера (см. раздел "электрические характеристики"). Если требуется большее время переполнения WDT, необходимо программно подключить предделитель в регистре OPTION с максимальным коэффициентом деления 1:128. С включенным предделителем время переполнения может достигать 2.3с.

Даже в самых плохих условиях работы требуется несколько секунд для переполнения WDT (минимальное напряжение питания V_{DD} , максимальная температура, максимальный коэффициент предделителя подключенного к WDT).

8.7.2 Рекомендации по работе с WDT

Команды CLRWDT и SLEEP сбрасывают сторожевой таймер и предделитель, если он подключен к WDT, откладывая сброс устройства. В регистре STATUS бит -TO=0, если произошел сброс по переполнению WDT.

Рис. 8-11 структурная схема сторожевого таймера WDT



Примечание. Биты PSA, PS2:PS0 находятся в регистре OPTION.

Таблица 8-7 Регистры и биты, связанные с работой WDT

Адрес	Имя	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0	Сброс POR	Другие сбросы
-	OPTION	-GPWU	-GPPU	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111

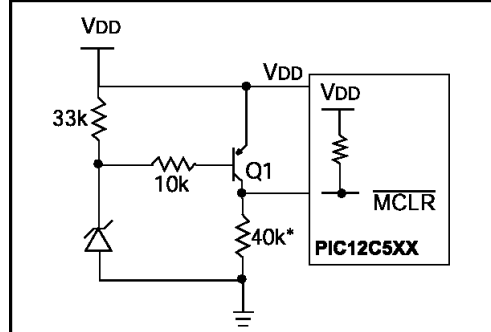
Обозначения: - = не используется, читается как 0; u = не изменяется; x = не известно; q = зависит от условий. Затененные биты не влияют на работу WDT.

8.8 Сброс при снижении напряжения питания

Условием сброса по снижению напряжения питания является уменьшение напряжения на V_{DD} ниже порогового уровня (но не до нуля) и последующее восстановление до номинального значения. В случае описанного снижения напряжения питания микроконтроллер должен быть сброшен.

Для сброса микроконтроллера при снижении напряжения питания можно использовать внешние схемы сброса, показанные на рисунках 8-12, 8-13 и 8-14.

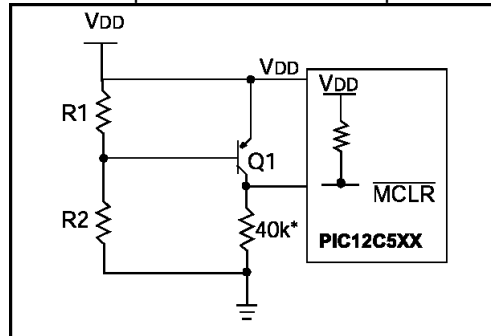
Рис. 8-12 Схема внешнего сброса по снижению напряжения питания (1 вариант)



Примечания:

1. Эта схема будет сбрасывать микроконтроллер, когда V_{DD} будет ниже $V_Z + 0.7V$, где V_Z —напряжение стабилизации стабилитрона.
2. На рисунке 8-6 показана схема вывода $-MCLR$, а в таблице 11-1 представлены значения внутреннего подтягивающего резистора.

Рис. 8-13 Схема внешнего сброса по снижению напряжения питания (2 вариант)



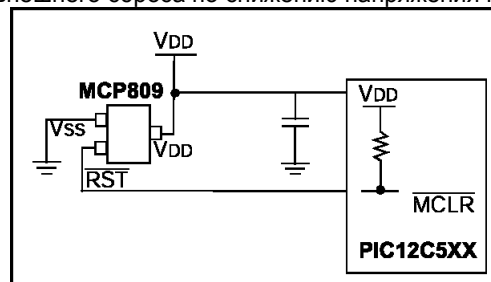
Примечания:

1. Недорогая схема сброса, но менее точная по сравнению с 1 вариантом. Транзистор Q1 закрывается, когда напряжение питания ниже определенного порога.

$$V_{dd} \cdot \frac{R1}{R1 + R2} = 0.7$$

2. На рисунке 8-6 показана схема вывода $-MCLR$, а в таблице 11-1 представлены значения внутреннего подтягивающего резистора.
3. Номиналы резисторов должны быть выбраны с учетом типа транзистора.

Рис. 8-14 Схема внешнего сброса по снижению напряжения питания (3 вариант)



Примечание. В данной схеме сброса по снижению напряжения питания используется супервизор компании Microchip MCP809. Микросхемы семейств супервизоров MCP8XX и MCP1XX имеют выходы с открытым коллектором, активным низким/высоким уровнем сигнала сброса и 7 значений порогового напряжения для устройств с напряжением питания 3В и 5В.

8.9 Режим энергосбережения SLEEP

Микроконтроллер может быть переведен в режим энергосбережения SLEEP, а затем выведен из него по одному из условий.

8.9.1 Режим SLEEP

Переход в режим энергосбережения происходит по команде SLEEP. При переходе в режим SLEEP сторожевой таймер WDT сбрасывается (если включен), но продолжает работать. В регистре STATUS бит -PD сбрасывается в '0', бит -TO устанавливается в '1', тактовый генератор микроконтроллера выключен. Порты ввода/вывода остаются в том же состоянии, что и до выполнения команды SLEEP (высокий уровень, низкий уровень, третье состояние).

Сброс, сгенерированный при переполнении WDT не переводит сигнал на входе -MCLR в низкий логический уровень.

Для снижения энергопотребления в SLEEP режиме все каналы ввода/вывода должны быть подключены к V_{DD} или V_{SS} при отсутствии токов из внешней схемы через выводы портов. Выводы находящиеся в третьем состоянии должны иметь высокий или низкий уровень сигнала, чтобы избежать токов переключения входных буферов. Вход T0CKI должен быть подключен к V_{DD} или V_{SS} для снижения энергопотребления. Должны учитываться внутренние подтягивающие резисторы. На входе -MCLR должен быть высокий уровень сигнала.

8.9.2 Выход из режима SLEEP

Микроконтроллер выйдет из режима SLEEP по одному из следующих событий:

1. Внешний сброс по сигналу на входе GP3/-MCLR/ V_{PP} , если вывод настроен как -MCLR.
2. Переполнение сторожевого таймера WDT (если он включен).
3. Изменение уровня сигнала на входе GP0, GP1 или GP3/-MCLR/ V_{PP} , если разрешено.

Биты GPWUF, -TO и -PD в регистре STATUS могут использоваться для определения причины сброса микроконтроллера. Бит -PD сбрасывается в '0' при переходе в режим SLEEP. Бит -TO сбрасывается в '0', если произошло переполнение WDT (и выходу из режима SLEEP). Бит GPWUF устанавливается в '1', если выход из режима SLEEP произошел по изменению входного сигнала на выводах GP0, GP1 или GP3.

Примечание. Перед входом в SLEEP режим необходимо прочитать из регистра GPIO состояние портов ввода/вывода, т.к. выход из SLEEP режима происходит при изменении входного сигнала по сравнению с последним считыванием из порта. Если изменение сигнала на входах произошло до перехода в SLEEP режим, то микроконтроллер немедленно выйдет из режима SLEEP после перехода в него.

При выходе из SLEEP режима по любой причине WDT сбрасывается.

8.10 Защита кода программы

Если защита кода программы не была включена, то память программ может быть прочитана для проверки программирования.

Первые 64 слова памяти программ в PIC12C5XX доступны для чтения независимо от состояния бита защиты.

В PIC12C508/509 последняя ячейка памяти программ не может быть прочитана при включенной защите.

В PIC12C508A/509A/CR509A/CE518/CE519 последняя ячейка памяти программ может быть прочитана независимо от состояния бита защиты.

8.11 Размещение идентификатора ID

Четыре ячейки памяти программ предназначены для размещения идентификатора, которые могут использоваться для сохранения контрольной суммы или другой информации. Эти ячейки недоступны программе микроконтроллера, но могут быть прочитаны и изменены при программировании микроконтроллера. Используются только 4 младших бита каждой ячейки (старшие 8 бит должны быть оставлены не запрограммированными).

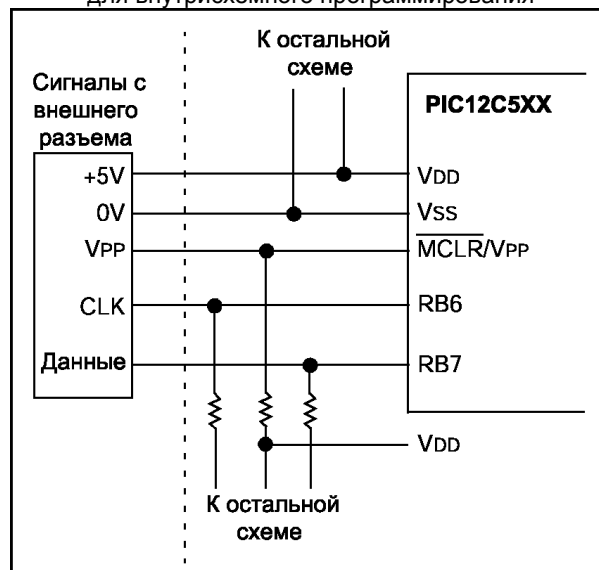
8.12 Внутрисхемное программирование ICSP

Микроконтроллеры PIC12C5XX могут быть запрограммированы по последовательному интерфейсу в готовом изделии. Программирование выполняется по двум линиям последовательного интерфейса (данные, синхронизация) и трем дополнительным линиям: напряжение питания, общий провод, напряжение программирования. Это позволяет изготавливать платы с не запрограммированными микроконтроллерами, а затем загружать в них программу перед поставкой изделия. Данная функция также позволяет записывать последнюю версию программного обеспечения и настраивать программу микроконтроллера для каждого изделия.

Микроконтроллер переходит в режим программирования/проверки при удержании на выводах GP0, GP1 низкого уровня во время перехода сигнала на входе -MCLR от V_{IL} к V_{IH} (см. спецификацию программирования микроконтроллера). После этого GP1 становится тактовым входом, GP0 входом данных. Оба вывода имеют входные триггеры Шмидта.

После перехода в режим программирования/проверки можно передать 6-разрядную команду. В зависимости от типа команды можно записать/прочитать 12-разрядные данные из микроконтроллера. Дополнительную информацию смотрите в спецификации программирования PIC12C5XX. На рисунке 8-15 показана типовая схема включения микроконтроллера для внутрисхемного программирования.

Рис. 8-15 Типовая схема включения микроконтроллера для внутрисхемного программирования



9.0 Система команд

Каждая команда микроконтроллеров PIC12C5XX состоит из одного 12-разрядного слова, разделенного на код операции (OPCODE), определяющий тип команды и один или несколько операндов, определяющие операцию команды. Полный список команд смотрите в таблице 9-2. Команды разделены на следующие группы: байт ориентированные команды, бит ориентированные команды, команды управления и операций с константами. Описание полей кода операции смотрите в таблице 9-1.

Для байт ориентированных команд 'f' является указателем регистра (определяет какой из 32 регистров будет адресован), а 'd' указателем адресата результата. Указатель регистра определяет, какой регистр должен использоваться в команде. Указатель адресата определяет, где будет сохранен результат. Если 'd'=0, результат сохраняется в регистре W. Если 'd'=1, результат сохраняется в регистре, который используется в команде.

В бит ориентированных командах 'b' определяет номер бита участвующего в операции, а 'f' - указатель регистра, который содержит этот бит.

В командах управления или операциях с константами 'k' представляет восемь или девять бит константы или значения литералов.

Все команды выполняются за один машинный цикл, кроме команд условия, в которых получен истинный результат и инструкций изменяющих значение счетчика команд PC. В случае выполнения команды за два машинных цикла, во втором цикле выполняется инструкция NOP. Один машинный цикл состоит из четырех тактов генератора. Для тактового генератора с частотой 4 МГц все команды выполняются за 1мкс. Если условие истинно или изменяется счетчик команд PC, команда выполняется за 2мкс.

Мнемоника команд, поддерживаемая ассемблером MPASM, показана в таблице 9-2. На рисунке 9-1 показан форма команд трех основных групп.

Во всех примерах используется следующий формат шестнадцатеричных чисел:

0xhh, где h - шестнадцатеричная цифра.

Таблица 9-1 Описание полей кода операции

Поле	Описание
f	Адрес регистра (от 0x00 до 0x1F)
w	Рабочий регистр (аккумулятор)
b	Номер бита в 8-разрядном регистре
k	Константа (данные или метка)
x	Не имеет значения (0 или 1). Ассемблер генерирует x=0 для совместимости программы микроконтроллера с инструментальными средствами
d	Указатель адресата результата операции: d = 0 - результат сохраняется в регистре w d = 1 - результат сохраняется в регистре f По умолчанию d = 1
label	Имя метки
TOS	Вершина стека
PC	Счетчик команд
WDT	Сторожевой таймер
-TO	Флаг переполнения WDT
-PD	Флаг сброса по включению питания
dest	Приемник, регистр w или регистр памяти
[]	Дополнительные параметры
()	Содержимое
→	Присвоение
< >	Битовое поле
€	Из набора
<i>Курсив</i>	Термин, определяемый пользователем

Рис 9-1 Форма команд трех основных групп

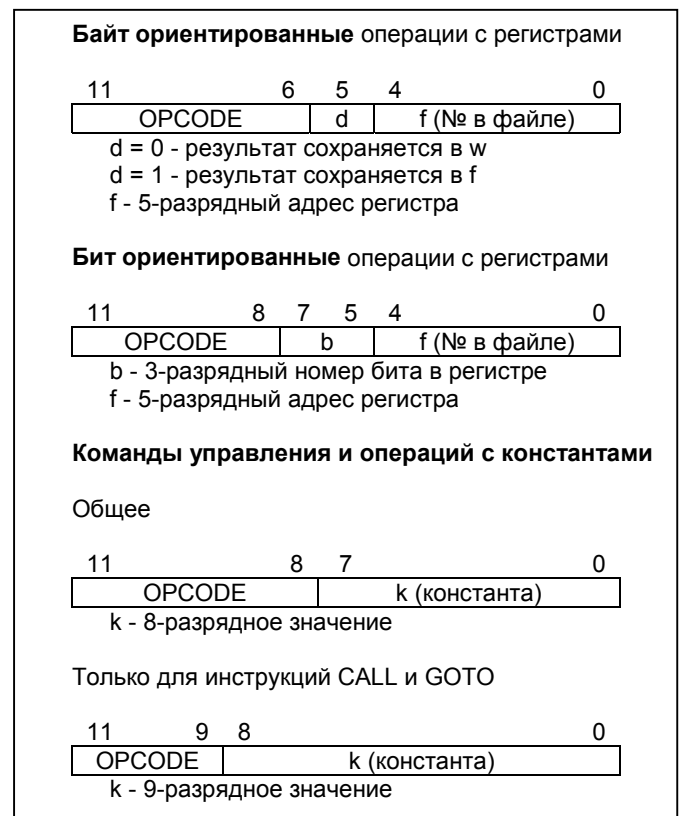


Таблица 9-2 Список команд микроконтроллеров PIC12C5XX

Мнемоника команды	Описание	Циклов	12-разрядный код		Изм. флаги	Прим.
			Бит 11	Бит 0		
Байт ориентированные команды						
ADDWF f,d	Сложение W и f	1	0001	11df ffff	C,DC,Z	1,2, 4
ANDWF f,d	Побитное 'И' W и f	1	0001	01df ffff	Z	2,4
CLRF f	Очистить f	1	0000	011f ffff	Z	4
CLRW -	Очистить W	1	0000	0100 0000	Z	
COMF f,d	Инвертировать f	1	0010	01df ffff	Z	
DECf f,d	Вычесть 1 из f	1	0000	11df ffff	Z	2,4
DECFSZ f,d	Вычесть 1 из f и пропустить если 0	1(2)	0010	11df ffff		2,4
INCF f,d	Прибавить 1 к f	1	0010	10df ffff	Z	2,4
INCFSZ f,d	Прибавить 1 к f и пропустить если 0	1(2)	0011	11df ffff		2,4
IORWF f,d	Побитное 'ИЛИ' W и f	1	0001	00df ffff	Z	2,4
MOVF f,d	Переслать f	1	0010	00df ffff	Z	2,4
MOVWF f	Переслать W в f	1	0000	001f ffff		1,4
NOP -	Нет операции	1	0000	0000 0000		
RLF f,d	Циклический сдвиг f влево через перенос	1	0011	01df ffff	C	2,4
RRF f,d	Циклический сдвиг f вправо через перенос	1	0011	00df ffff	C	2,4
SUBWF f,d	Вычесть W из f	1	0000	10df ffff	C,DC,Z	1,2,4
SWAPF f,d	Поменять местами полубайты в регистре f	1	0011	10df ffff		2,4
XORWF f,d	Побитное 'исключающее ИЛИ' W и f	1	0001	10df ffff	Z	2,4
Бит ориентированные команды						
BCF f,b	Очистить бит b в регистре f	1	0100	bbbf ffff		2,4
BSF f,b	Установить бит b в регистре f	1	0101	bbbf ffff		2,4
BTFSC f,b	Проверить бит b в регистре f, пропустить если 0	1(2)	0110	bbbf ffff		
BTFSS f,b	Проверить бит b в регистре f, пропустить если 1	1(2)	0111	bbbf ffff		
Команды управления и операций с константами						
ANDLW k	Побитное 'И' константы и W	1	1110	kkkk kkkk	Z	
CALL k	Вызов подпрограммы	2	1001	kkkk kkkk		1
CLRWDI -	Очистить WDT	1	0000	0000 0100	-TO,-PD	
GOTO k	Безусловный переход	2	101k	kkkk kkkk		
IORLW k	Побитное 'ИЛИ' константы и W	1	1101	kkkk kkkk	Z	
MOVLW k	Переслать константу в W	1	1100	kkkk kkkk		
OPTION -	Загрузка регистра OPTION	1	0000	0000 0010		
RETLW k	Возврат из подпрограммы с загрузкой константы в W	2	1000	kkkk kkkk		
SLEEP -	Перейти в режим SLEEP	1	0000	0000 0011	-TO,-PD	
TRIS f	Загрузка регистра TRIS	1	0000	0000 0fff		3
XORLW k	Побитное 'исключающее ИЛИ' константы и W	1	1111	kkkk kkkk	Z	

Примечания:

1. При любом изменении счетчика команд PC, кроме команды GOTO, 9-й бит PC всегда сбрасывается в '0' (см. раздел 4.6).
2. При выполнении операции "чтение - модификация - запись" с портом ввода/вывода исходные значения считываются с выводов порта, а не из выходных защелок. Например, если в выходной защелке было записано '1', а на соответствующем выходе низкий уровень сигнала, то обратно будет записано значение '0'.
3. Инструкция TRIS f, где f=6, загружает из регистра W во внутреннюю защелку направление каналов ввода/вывода порта GPIO. Если бит равен 1, то соответствующий вывод переходит в 3-е состояние, а выходной буфер выключен.
4. При выполнении записи в TMR0 (и d=1) предделитель TMR0 сбрасывается, если он подключен к модулю TMR0.

9.1 Подробное описание команд

ADDWF	Сложение W и f			
Синтаксис:	<code>[label] ADDWF f,d</code>			
Операнды:	$0 \leq f \leq 31$ $d \in [0,1]$			
Операция:	$(W) + (f) \rightarrow (dest)$			
Измен. флаги:	C, DC, Z			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0001</td> <td>11df</td> <td>ffff</td> </tr> </table>	0001	11df	ffff
0001	11df	ffff		
Описание:	Сложить содержимое регистров W и 'f'. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'.			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	<pre>ADDWF FSR,0 До выполнения команды W = 0x17 FSR = 0xC2 После выполнения команды W = 0xD9 FSR = 0xC2</pre>			
ANDLW	Побитное 'И' константы и W			
Синтаксис:	<code>[label] ANDLW k</code>			
Операнды:	$0 \leq k \leq 255$			
Операция:	$(W) .AND. k \rightarrow (W)$			
Измен. флаги:	Z			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>1110</td> <td>kkkk</td> <td>kkkk</td> </tr> </table>	1110	kkkk	kkkk
1110	kkkk	kkkk		
Описание:	Выполняется побитное 'И' содержимого регистра W и 8-разрядной константы 'k'. Результат сохраняется в регистре W.			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	<pre>ANDLW 0x5F До выполнения команды W = 0xA3 После выполнения команды W = 0x03</pre>			
ANDWF	Побитное 'И' W и f			
Синтаксис:	<code>[label] ANDWF f,d</code>			
Операнды:	$0 \leq f \leq 31$ $d \in [0,1]$			
Операция:	$(W) .AND. (f) \rightarrow (dest)$			
Измен. флаги:	Z			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0001</td> <td>01df</td> <td>ffff</td> </tr> </table>	0001	01df	ffff
0001	01df	ffff		
Описание:	Выполняется побитное 'И' содержимого регистров W и 'f'. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'.			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	<pre>ANDWF FSR,1 До выполнения команды W = 0x17 FSR = 0xC2 После выполнения команды W = 0x17 FSR = 0x02</pre>			

BCF **Очистить бит b в регистре f**

Синтаксис:	<code>[label] BCF f,b</code>			
Операнды:	$0 \leq f \leq 31$ $0 \leq b \leq 7$			
Операция:	$0 \rightarrow (f < b >)$			
Измен. флаги:	Нет			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0100</td> <td>bbbf</td> <td>ffff</td> </tr> </table>	0100	bbbf	ffff
0100	bbbf	ffff		
Описание:	Очистить бит 'b' в регистре 'f'.			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	<pre>BCF FLAG_REG,7 До выполнения команды FLAG_REG = 0xC7 После выполнения команды FLAG_REG = 0x47</pre>			

BSF **Установить бит b в регистре f**

Синтаксис:	<code>[label] BSF f,b</code>			
Операнды:	$0 \leq f \leq 31$ $0 \leq b \leq 7$			
Операция:	$1 \rightarrow (f < b >)$			
Измен. флаги:	Нет			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0101</td> <td>bbbf</td> <td>ffff</td> </tr> </table>	0101	bbbf	ffff
0101	bbbf	ffff		
Описание:	Установить бит 'b' в регистре 'f'.			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	<pre>BSF FLAG_REG,7 До выполнения команды FLAG_REG = 0x0A После выполнения команды FLAG_REG = 0x8A</pre>			

BTFS Проверить бит b в регистре f, пропустить если 0Синтаксис: `[label] BTFS f,b`Операнды: $0 \leq f \leq 31$
 $0 \leq b \leq 7$

Операция: пропустить если (f) = 0

Измен. флаги: Нет

Код:

0110	bbbf	ffff
------	------	------

Описание: Если бит 'b' в регистре 'f' равен '1', то выполняется следующая инструкция.
Если бит 'b' в регистре 'f' равен '0', то следующая инструкция не выполняется, команда выполняется за два цикла. Во втором цикле выполняется NOP.

Слов: 1

Циклов: 1(2)

Пример: `HERE BTFS FLAG,1`
`FALSE GOTO PROCESS_CODE`
`TRUE` •
•

До выполнения команды

PC = адрес HERE

После выполнения команды

Если FLAG<1> = 0,

PC = адрес TRUE

Если FLAG<1> = 1,

PC = адрес FALSE

BTFS Проверить бит b в регистре f, пропустить если 1Синтаксис: `[label] BTFS f,b`Операнды: $0 \leq f \leq 31$
 $0 \leq b \leq 7$

Операция: пропустить если (f) = 1

Измен. флаги: Нет

Код:

0111	bbbf	ffff
------	------	------

Описание: Если бит 'b' в регистре 'f' равен '0', то выполняется следующая инструкция.
Если бит 'b' в регистре 'f' равен '1', то следующая инструкция не выполняется, команда выполняется за два цикла. Во втором цикле выполняется NOP.

Слов: 1

Циклов: 1(2)

Пример: `HERE BTFS FLAG,1`
`FALSE GOTO PROCESS_CODE`
`TRUE` •
•

До выполнения команды

PC = адрес HERE

После выполнения команды

Если FLAG<1> = 0,

PC = адрес FALSE

Если FLAG<1> = 1,

PC = адрес TRUE

CALL	Вызов подпрограммы			
Синтаксис:	<i>[label]</i> CALL k			
Операнды:	$0 \leq k \leq 255$			
Операция:	(PC) + 1 → TOS, k → PC<7:0>, (STATUS<6:5>) → PC<10:9> 0 → PC<8>			
Измен. флаги:	Нет			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>1001</td> <td>kkkk</td> <td>kkkk</td> </tr> </table>	1001	kkkk	kkkk
1001	kkkk	kkkk		
Описание:	Вызов подпрограммы. Адрес следующей инструкции (PC+1) помещается в вершину стека. Восемь бит адреса загружаются из кода команды в счетчик команд PC<7:0>. Два старших бита загружаются в счетчик команд PC<10:9> из регистра STATUS, PC<8> сбрасывается в '0'. Команда CALL выполняется за два цикла.			
Слов:	1			
Циклов:	2			
Пример:	HERE CALL THERE До выполнения команды PC = адрес HERE После выполнения команды PC = адрес THERE TOS = адрес HERE + 1			

CLRF	Очистить f			
Синтаксис:	<i>[label]</i> CLRF f			
Операнды:	$0 \leq f \leq 31$			
Операция:	00h → (f) 1 → Z			
Измен. флаги:	Z			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0000</td> <td>011f</td> <td>ffff</td> </tr> </table>	0000	011f	ffff
0000	011f	ffff		
Описание:	Очистить содержимое регистра 'f' и установить флаг Z			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	CLRF FLAG_REG До выполнения команды FLAG_REG = 0x5A После выполнения команды FLAG_REG = 0x00 Z = 1			

CLRW	Очистить W			
Синтаксис:	<i>[label]</i> CLRW			
Операнды:	Нет			
Операция:	00h → (W) 1 → Z			
Измен. флаги:	Z			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0000</td> <td>0100</td> <td>0000</td> </tr> </table>	0000	0100	0000
0000	0100	0000		
Описание:	Очистить содержимое регистра W и установить флаг Z			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	CLRW До выполнения команды W = 0x5A После выполнения команды W = 0x00 Z = 1			
CLRWDT	Очистить WDT			
Синтаксис:	<i>[label]</i> CLRWDT			
Операнды:	Нет			
Операция:	00h → WDT, 00h → предделитель WDT, 1 → -TO 1 → -PD			
Измен. флаги:	-TO, -PD			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0000</td> <td>0000</td> <td>0100</td> </tr> </table>	0000	0000	0100
0000	0000	0100		
Описание:	Инструкция CLRWDT сбрасывает WDT и предделитель, если он подключен к WDT. В регистре STATUS устанавливает биты -TO и -PD.			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	CLRWDT До выполнения команды Счетчик WDT = ? После выполнения команды Счетчик WDT = 0 Предделитель WDT = 0 -TO = 1 -PD = 1			
COMF	Инвертировать f			
Синтаксис:	<i>[label]</i> COMF f,d			
Операнды:	$0 \leq f \leq 31$ $d \in [0,1]$			
Операция:	(-f) → (dest)			
Измен. флаги:	Z			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0010</td> <td>01df</td> <td>ffff</td> </tr> </table>	0010	01df	ffff
0010	01df	ffff		
Описание:	Инвертировать все биты в регистре 'f'. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'.			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	COMF REG1,0 До выполнения команды REG1 = 0x13 После выполнения команды REG1 = 0x13 W = 0xEC			

DECF	Вычитать 1 из f			
Синтаксис:	<i>[label]</i> DECF f,d			
Операнды:	$0 \leq f \leq 31$ $d \in [0,1]$			
Операция:	$(f) - 1 \rightarrow (\text{dest})$			
Измен. флаги:	Z			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0000</td> <td>11df</td> <td>ffff</td> </tr> </table>	0000	11df	ffff
0000	11df	ffff		
Описание:	Декрементировать содержимое регистра 'f'. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'.			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	DECF CNT,1 До выполнения команды CNT = 0x01 Z = 0 После выполнения команды CNT = 0x00 Z = 1			

DECFSZ	Вычитать 1 из f и пропустить если 0			
Синтаксис:	<i>[label]</i> DECFSZ f,d			
Операнды:	$0 \leq f \leq 31$ $d \in [0,1]$			
Операция:	$(f) - 1 \rightarrow (\text{dest})$; пропустить если результат равен 0			
Измен. флаги:	Нет			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0000</td> <td>11df</td> <td>ffff</td> </tr> </table>	0000	11df	ffff
0000	11df	ffff		
Описание:	Декрементировать содержимое регистра 'f'. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'. Если результат не равен '0', то выполняется следующая инструкция. Если результат равен '0', то следующая инструкция не выполняется, команда выполняется за два цикла. Во втором цикле выполняется NOP.			
Слов:	1			
Циклов:	1(2)			
Пример:	HERE DECFSZ CNT,1 GOTO LOOP CONTINUE • • До выполнения команды PC = адрес HERE После выполнения команды CNT = CNT - 1 Если CNT = 0, PC = адрес CONTINUE Если CNT ≠ 0, PC = адрес HERE + 1			

GOTO**Безусловный переход**

Синтаксис: `[label] GOTO k`
 Операнды: $0 \leq k \leq 511$
 Операция: $k \rightarrow PC\langle 8:0 \rangle$,
 $(STATUS\langle 6:5 \rangle) \rightarrow PC\langle 10:9 \rangle$
 Измен. флаги: Нет

Код:

101k	kkkk	kkkk
------	------	------

Описание:

Выполнить безусловный переход. Девять бит адреса загружаются из кода команды в счетчик команд $PC\langle 8:0 \rangle$. Два старших бита загружаются в счетчик команд $PC\langle 10:9 \rangle$ из регистра STATUS. Команда GOTO выполняется за два цикла.

Слов:

1

Циклов:

2

Пример:

GOTO THERE

После выполнения команды

PC = адрес THERE

INCF**Прибавить 1 к f**

Синтаксис: `[label] INCF f,d`
 Операнды: $0 \leq f \leq 31$
 $d \in [0,1]$
 Операция: $(f) + 1 \rightarrow (dest)$
 Измен. флаги: Z

Код:

0010	10dff	ffff
------	-------	------

Описание:

Инкрементировать содержимое регистра 'f'. Если $d=0$, результат сохраняется в регистре W. Если $d=1$, результат сохраняется в регистре 'f'.

Слов:

1

Циклов:

1

Пример:

INCF CNT,1

До выполнения команды

CNT = 0xFF

Z = 0

После выполнения команды

CNT = 0x00

Z = 1

INCFSZ **Прибавить 1 к f и пропустить если 0**

Синтаксис:	<code>[label] INCFSZ f,d</code>			
Операнды:	$0 \leq f \leq 31$ $d \in [0,1]$			
Операция:	$(f) + 1 \rightarrow (dest)$; пропустить если результат равен 0			
Измен. флаги:	Нет			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0011</td> <td>11df</td> <td>ffff</td> </tr> </table>	0011	11df	ffff
0011	11df	ffff		
Описание:	<p>Инкрементировать содержимое регистра 'f'. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'.</p> <p>Если результат не равен '0', то выполняется следующая инструкция. Если результат равен '0', то следующая инструкция не выполняется, команда выполняется за два цикла. Во втором цикле выполняется NOP.</p>			
Слов:	1			
Циклов:	1(2)			
Пример:	<pre>HERE INCFSZ CNT,1 GOTO LOOP CONTINUE • •</pre> <p>До выполнения команды PC = адрес HERE</p> <p>После выполнения команды CNT = CNT - 1 Если CNT = 0, PC = адрес CONTINUE Если CNT ≠ 0, PC = адрес HERE + 1</p>			

IORLW **Побитное 'ИЛИ' константы и W**

Синтаксис:	<code>[label] IORLW k</code>			
Операнды:	$0 \leq k \leq 255$			
Операция:	$(W) .OR. k \rightarrow (W)$			
Измен. флаги:	Z			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>1101</td> <td>kkkk</td> <td>kkkk</td> </tr> </table>	1101	kkkk	kkkk
1101	kkkk	kkkk		
Описание:	<p>Выполняется побитное 'ИЛИ' содержимого регистра W и 8-разрядной константы 'k'. Результат сохраняется в регистре W.</p>			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	<pre>IORLW 0x35</pre> <p>До выполнения команды W = 0x9A</p> <p>После выполнения команды W = 0xBF</p>			

IORWF	Побитное 'ИЛИ' W и f		
Синтаксис:	<i>[label]</i>	IORWF	f,d
Операнды:	0 ≤ f ≤ 31 d ∈ [0,1]		
Операция:	(W) .OR. (f) → (dest)		
Измен. флаги:	Z		
Код:	0001	00df	ffff
Описание:	Выполняется побитное 'ИЛИ' содержимого регистров W и 'f'. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'.		
Слов:	1		
Циклов:	1		
Пример:	IORWF RESULT,0 До выполнения команды RESULT = 0x13 W = 0x91 После выполнения команды RESULT = 0x13 W = 0x93		
MOVF	Переслать f		
Синтаксис:	<i>[label]</i>	MOVF	f,d
Операнды:	0 ≤ f ≤ 31 d ∈ [0,1]		
Операция:	(f) → (dest)		
Измен. флаги:	Z		
Код:	0010	00df	ffff
Описание:	Содержимое регистра 'f' пересылается в регистр адресата. Если d=0, значение сохраняется в регистре W. Если d=1, значение сохраняется в регистре 'f'. d=1 используется для проверки содержимого регистра 'f' на ноль.		
Слов:	1		
Циклов:	1		
Пример:	MOVF FSR,0 После выполнения команды W = значение регистра FSR		
MOVLW	Переслать константу в W		
Синтаксис:	<i>[label]</i>	MOVLW	k
Операнды:	0 ≤ k ≤ 255		
Операция:	k → (W)		
Измен. флаги:	Нет		
Код:	1100	kkkk	kkkk
Описание:	Переслать константу 'k' в регистр W.		
Слов:	1		
Циклов:	1		
Пример:	MOVLW 0x5A После выполнения команды W = 0x5A		

MOVWF	Переслать W в f			
Синтаксис:	<i>[label]</i> MOVWF f			
Операнды:	$0 \leq f \leq 31$			
Операция:	$(W) \rightarrow (f)$			
Измен. флаги:	Нет			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0000</td> <td>001f</td> <td>ffff</td> </tr> </table>	0000	001f	ffff
0000	001f	ffff		
Описание:	Переслать содержимое регистра W в регистр 'f'.			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	MOVWF REG До выполнения команды REG = 0xFF W = 0x4F После выполнения команды REG = 0x4F W = 0x4F			

NOP	Нет операции			
Синтаксис:	<i>[label]</i> NOP			
Операнды:	Нет			
Операция:	Нет операции			
Измен. флаги:	Нет			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0000</td> <td>0000</td> <td>0000</td> </tr> </table>	0000	0000	0000
0000	0000	0000		
Описание:	Нет операции			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	NOP			

OPTION	Загрузить регистр OPTION			
Синтаксис:	<i>[label]</i> OPTION			
Операнды:	Нет			
Операция:	$(W) \rightarrow \text{OPTION}$			
Измен. флаги:	Нет			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0000</td> <td>0000</td> <td>0010</td> </tr> </table>	0000	0000	0010
0000	0000	0010		
Описание:	Переслать содержимое регистра W в регистр OPTION.			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример:	OPTION До выполнения команды W = 0x07 После выполнения команды OPTION = 0x07			

RETLW **Возврат из подпрограммы с загрузкой константы в W**Синтаксис: *[label]* RETLW kОперанды: $0 \leq k \leq 255$ Операция: $k \rightarrow (W)$
TOS \rightarrow PC

Измен. флаги: Нет

Код:

1000	kkkk	kkkk
------	------	------

Описание: В регистр W загружается 8-разрядная константа. Вершина стека TOS загружается в счетчик команд PC. Инструкция выполняется за 2 цикла.

Слов: 1

Циклов: 2

```

Пример:
                                CALL      TABLE
                                •
                                •
TABLE   ADDWF    PCL,f
                                RETLW    k1
                                RETLW    k2
                                •
                                •
                                RETLW    kn

```

До выполнения команды

W = 0x07

После выполнения команды

W = значение k8

RLF **Циклический сдвиг f влево через перенос**Синтаксис: *[label]* RLF f,dОперанды: $0 \leq f \leq 31$ d \in [0,1]

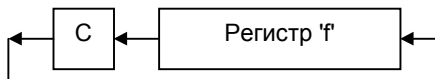
Операция: См. описание

Измен. флаги: C

Код:

0011	01df	ffff
------	------	------

Описание: Выполняется циклический сдвиг влево содержимого регистра 'f' через бит C регистра STATUS. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'.



Слов: 1

Циклов: 1

```

Пример:
RLF      REG1,0
До выполнения команды
REG1 = 1110 0110
C = 0
После выполнения команды
REG1 = 1110 0110
W = 1100 1100
C = 1

```

RRF **Циклический сдвиг f вправо через перенос**Синтаксис: *[label]* RRF f,dОперанды: $0 \leq f \leq 31$
 $d \in [0,1]$

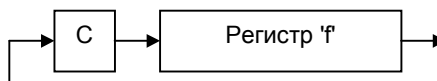
Операция: См. описание

Измен. флаги: C

Код:

0011	00df	ffff
------	------	------

Описание: Выполняется циклический сдвиг вправо содержимого регистра 'f' через бит C регистра STATUS. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'.



Слов: 1

Циклов: 1

Пример: RRF REG1,0

До выполнения команды

REG1 = 1110 0110

C = 0

После выполнения команды

REG1 = 1110 0110

W = 0111 0011

C = 0

SLEEP **Перейти в режим SLEEP**Синтаксис: *[label]* SLEEPОперанды: Нет
00h → WDT

Операция: 00h → предделитель WDT

1 → - TO

0 → - PD

Измен. флаги: -TO, -PD

Код:

0000	0000	0011
------	------	------

Описание: Сбросить флаг включения питания -PD в '0'. Установить флаг переполнения WDT -TO в '1'. Очистить таймер WDT и его предделитель. Перевести микроконтроллер в режим SLEEP и выключить тактовый генератор. Подробное описание смотрите в разделе 8.9.

Слов: 1

Циклов: 1

Пример: SLEEP

SUBWF	Вычесть W из f			
Синтаксис:	<code>[label] SUBWF f,d</code>			
Операнды:	$0 \leq f \leq 31$ $d \in [0,1]$			
Операция:	$(f) - (W) \rightarrow (dest)$			
Измен. флаги:	C, DC, Z			
Код:	<table border="1"> <tr> <td>0000</td> <td>10df</td> <td>ffff</td> </tr> </table>	0000	10df	ffff
0000	10df	ffff		
Описание:	Вычесть содержимое регистра W из регистра 'f'. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'.			
Слов:	1			
Циклов:	1			
Пример 1:	<p><code>SUBWF REG1,1</code></p> <p>До выполнения команды</p> <p>REG1 = 3 W = 2 C = ? Z = ?</p> <p>После выполнения команды</p> <p>REG1 = 1 W = 2 C = 1 ; результат положительный Z = 0</p>			
Пример 2:	<p>До выполнения команды</p> <p>REG1 = 2 W = 2 C = ? Z = ?</p> <p>После выполнения команды</p> <p>REG1 = 0 W = 2 C = 1 ; результат нулевой Z = 1</p>			
Пример 3:	<p>До выполнения команды</p> <p>REG1 = 1 W = 2 C = ? Z = ?</p> <p>После выполнения команды</p> <p>REG1 = 0xFF W = 2 C = 0 ; результат отрицательный Z = 0</p>			

SWAPF Поменять местами полубайты в регистре fСинтаксис: `[label] SWAPF f,d`Операнды: $0 \leq f \leq 31$
 $d \in [0,1]$ Операция: $(f<3:0>) \rightarrow (dest<7:4>)$
 $(f<7:4>) \rightarrow (dest<3:0>)$

Измен. флаги: Нет

Код:

0011	10df	ffff
------	------	------

Описание: Поменять местами старший и младший полубайты регистра 'f'. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'.

Слов: 1

Циклов: 1

Пример: SWAPF REG,0

До выполнения команды
REG = 0xA5После выполнения команды
REG = 0xA5
W = 0x5A**TRIS** Загрузить регистр TRISСинтаксис: `[label] TRIS f`

Операнды: f = 6

Операция: (W) → TRIS регистр f

Измен. флаги: Нет

Код:

0000	0000	0fff
------	------	------

Описание: Переслать содержимое W в регистр TRIS ('f'=6).

Слов: 1

Циклов: 1

Пример: TRIS GPIO

До выполнения команды
W = 0xA5После выполнения команды
TRIS = 0xA5**Примечание.** Для PIC12C5XX 'f' всегда должно равняться 6.

XORLW **Побитное 'исключающее ИЛИ' константы и W**Синтаксис: `[label] XORLW k`Операнды: $0 \leq k \leq 255$ Операция: $(W) .XOR. k \rightarrow (W)$

Измен. флаги: Z

Код:

1111	kkkk	kkkk
------	------	------

Описание: Выполняется побитное 'исключающее ИЛИ' содержимого регистра W и 8-разрядной константы 'k'. Результат сохраняется в регистре W.

Слов: 1

Циклов: 1

Пример: `XORLW 0xAF`

До выполнения команды

W = 0xB5

После выполнения команды

W = 0x1A

XORWF **Побитное 'исключающее ИЛИ' W и f**Синтаксис: `[label] XORWF f,d`Операнды: $0 \leq f \leq 31$ d $\in [0,1]$ Операция: $(W) .XOR. (f) \rightarrow (dest)$

Измен. флаги: Z

Код:

0001	10df	ffff
------	------	------

Описание: Выполняется побитное 'исключающее ИЛИ' содержимого регистров W и 'f'. Если d=0, результат сохраняется в регистре W. Если d=1, результат сохраняется в регистре 'f'.

Слов: 1

Циклов: 1

Пример: `XORWF REG,1`

До выполнения команды

REG = 0xAF

W = 0xB5

После выполнения команды

REG = 0x1A

W = 0xB5

10.0 Поддержка разработчиков

10.1 Инструментальные средства проектирования

Микроконтроллеры PICmicro обеспечены большим спектром аппаратных и программных инструментальных средств проектирования:

- Внутрисхемный эмулятор реального времени MPLAB-ICE;
- Недорогой эмулятор ICEPIC для PIC16C5X и PIC16CXXX;
- Универсальный программатор PRO MATE II;
- Недорогой программатор PICSTART для начала работы с PICmicro;
- SIMICE;
- Недорогая демонстрационная плата PICDEM-1;
- Недорогая демонстрационная плата PICDEM-2;
- Недорогая демонстрационная плата PICDEM-3;
- Ассемблер MPASM;
- Программный симулятор MLAB-SIM;
- MLAB-C17 (C компилятор);
- Интегрированная среда проектирования MPLAB-IDE;
- Среда проектирования *fuzzyTECH-MP*;
- Среда проектирования и программатор для KeeLoq.

10.2 Универсальный эмулятор MPLAB-ICE

Универсальный эмулятор MPLAB-ICE обеспечивает разработчиков полным набором инструментальных средств для проектирования устройств с применением микроконтроллеров PICmicro. Управление работой эмулятора выполняется из интегрированной среды проектирования MPLAB-IDE с возможностью редактирования, компиляции, загрузки и выполнения программы.

Заменяемые поды позволяют быстро перенастроить эмулятор для работы с другим типом микроконтроллеров. Универсальная архитектура MPLAB-ICE дает возможность поддерживать новые типы микроконтроллеров PICmicro.

Эмулятор MPLAB-ICE был разработан как система эмуляции (анимации) в реальном масштабе времени с дополнительными возможностями, присутствующих в дорогих инструментальных средствах. Эмулятор работает под управлением распространенной операционной системы Microsoft Windows 3.x/95/98.

MPLAB-ICE 2000 - полнофункциональная система эмуляции с усовершенствованными функциями трассировки, триггеров и управляющих особенностей. Оба эмулятора используют одинаковые поды и работают во всех допустимых режимах микроконтроллеров PICmicro.

10.3 ICEPIC

ICEPIC - недорогой эмулятор, предназначенный для однократно программируемых (OTP) 8-разрядных микроконтроллеров семейств PIC16C5X, PIC16C6X, PIC16C7X и PIC16CXXX. Модульная структура позволяет поддерживать все типы микроконтроллеров семейства PIC16C5X и PIC16CXXX за счет сменных подов.

10.4 Универсальный программатор PRO MATE II

Универсальный программатор PRO MATE II может работать автономно и под управлением PC совместимого компьютера. Для максимальной надежности программирования в программаторе PRO MATE II можно указать напряжения V_{DD} и V_{PP} . В программатор встроен ЖКИ дисплей для вывода сообщений об ошибках и клавиатура для ввода команд. Модульная колодка позволяет программировать микросхемы в различных корпусах. В автономном режиме программатор PRO MATE II может проверять микроконтроллер и устанавливать биты защиты.

10.5 Программатор PICSTART

Недорогой программатор PICSTART (PICSTART+CE) предназначен для начала работы с микроконтроллерами PICmicro, подключается к PC совместимому компьютеру через COM (RS-232) порт и работает под управлением интегрированной среды проектирования MPLAB-IDE. PICSTART поддерживает все микроконтроллеры PICmicro в корпусах до 40 выводов. Микроконтроллеры с большим числом выводов (PIC16C92X, PIC17C76X) поддерживаются при использовании адаптеров.

10.6 Аппаратный модуль SIMICE

SIMICE предназначен для работы совместно с симулятором MPLAB-SIM. SIMICE и MPLAB-SIM работают под управлением интегрированной среды проектирования MPLAB-IDE. SIMICE поддерживает работу микроконтроллеров PIC12C5XX, PIC12CE5XX и PIC16C5X с эмуляцией портов ввода/вывода не в реальном масштабе времени. SIMICE позволяет разработчику выполнить код программы непосредственно в устройстве, что освобождает от необходимости написания файлов стимула. SIMICE ценный инструмент отладки программного обеспечения при начале работы с микроконтроллерами PICmicro.

10.7 Демонстрационная плата PICDEM-1

Демонстрационная плата PICDEM-1 предназначена для микроконтроллеров PIC16C5X (PIC26C54, PIC16C58A), PIC16C61, PIC16C62X, PIC16C71, PIC16C8X, PIC17C42, PIC17C43 и PIC17C44. В комплект поставки входят необходимые аппаратные модули, программное обеспечение и демонстрационные программы. Записать демонстрационные программы в микроконтроллер можно с помощью программатора PRO MATE II или PICSTART. Пользователь может подключить к демонстрационной плате эмулятор MPLAB-ICE и выполнять отладку программы. На демонстрационной плате имеется полигон для установки дополнительных элементов пользователя. В состав демонстрационной платы входит: драйвер интерфейса RS-232, потенциометр для моделирования аналогового входа, выключатели и восемь светодиодов подключенных к PORTB.

10.8 Демонстрационная плата PICDEM-2 для PIC16CXXX

Демонстрационная плата PICDEM-2 предназначена для микроконтроллеров PIC16C62, PIC16C64, PIC16C65, PIC16C73 и PIC16C74. В комплект поставки входят необходимые аппаратные модули, программное обеспечение и демонстрационные программы. Записать демонстрационные программы в микроконтроллер можно с помощью программатора PRO MATE II или PICSTART. Пользователь может подключить к демонстрационной плате эмулятор MPLAB-ICE и выполнять отладку программы. На демонстрационной плате имеется полигон для установки дополнительных элементов пользователя. В состав демонстрационной платы входит: драйвер интерфейса RS-232, потенциометр для моделирования аналогового входа, последовательная EEPROM для демонстрации работы шины I²C, выводы для подключения ЖКИ и дополнительной клавиатуры.

10.9 Демонстрационная плата PICDEM-3 для PIC16CXXX

Демонстрационная плата PICDEM-3 предназначена для микроконтроллеров PIC16C923 и PIC16C924 выполненных в 44-выводном PLCC корпусе с интегрированным ЖКИ модулем. В комплект поставки входят необходимые аппаратные модули, программное обеспечение и демонстрационные программы. Записать демонстрационные программы в микроконтроллер можно с помощью программатора PRO MATE II или PICSTART. Пользователь может подключить к демонстрационной плате эмулятор MPLAB-ICE и выполнять отладку программы. В состав демонстрационной платы входит: драйвер интерфейса RS-232, выключатели; потенциометр для моделирования аналогового входа; термистор; выводы для подключения ЖКИ и дополнительной клавиатуры; 12-разрядный ЖКИ для отображения времени, даты и температуры; дополнительный интерфейс RS-232; программное обеспечение работающее под управлением операционной системы Windows 3.x для передачи данных на PC совместимый компьютер.

10.10 Интегрированная среда проектирования MPLAB-IDE

Программное обеспечение MPLAB-IDE предназначено для разработки программного обеспечения 8-разрядных микроконтроллеров PICmicro, работающее под управлением операционной системы Windows.

Основные характеристики MPLAB-IDE:

- Многофункциональные возможности:
 - Редактор;
 - Симулятор;
 - Программатор (приобретается отдельно);
 - Эмулятор (приобретается отдельно).
- Полнофункциональный редактор.
- Организатор проекта.
- Настройка панелей инструментов и параметров отображения.
- Строка состояния.
- Интерактивная помощь.

MPLAB-IDE позволяет Вам:

- Редактировать исходные файлы написанные на языке ассемблера или C.
- Быстро выполнять трансляцию и компиляцию проекта автоматически загружая параметры используемого микроконтроллера PICmicro.
- Выполнять отладку программы с использованием:
 - Исходных файлов;
 - Листинга программы;
 - Объектного кода.

Однотипная работа инструментальных модулей интегрированной среды проектирования MPLAB-IDE позволяет легко перейти от программного симулятора MPLAB-SIM к использованию полнофункционального эмулятора.

10.11 Ассемблер MPASM

MPASM - полнофункциональный универсальный макроассемблер для всех семейств микроконтроллеров PICmicro. Ассемблер может генерировать шестнадцатиразрядный файл пригодный для записи в микроконтроллер или формировать перемещаемые объектные файлы для линкера MPLINK.

MPASM имеет интерфейс командной строки и оконный интерфейс, работает под управлением операционной системы Windows 3.X и выше, может работать как автономное приложение. MPASM генерирует объектные файлы, шестнадцатеричные HEX файлы в стандарте Intel, файл карты памяти (для детализации использования памяти микроконтроллера), файл листинга программы (текст программы совмещен с кодами микроконтроллера) и файл отладки для MPLAB-IDE.

Особенности MPASM:

- MPASM и MPLINK интегрированы в MPLAB-IDE;
- MPASM поддерживает систему макрокоманд, упрощающих написание текста программы;
- Позволяет выполнять компиляцию условных блоков текста программы;
- Директивы MPASM дают возможность управлять компиляцией исходного текста программы.

10.12 Программный симулятор MPLAB-SIM

Симулятор MPLAB-SIM позволяет проследить выполнение программы микроконтроллеров PICmicro на уровне команд по шагам или в режиме анимации. На любой команде выполнение программы может быть остановлено для проверки и изменения памяти. Функции стимула позволяют моделировать сигнал с логическими уровнями на входах микроконтроллера. MPLAB-SIM полностью поддерживает символьную отладку, используя MPLAB-C17, MPLAB-C18 и MPASM. MPLAB-SIM является доступным и удобным средством отладки программ микроконтроллеров PICmicro.

10.13 С компилятор MPLAB-C17

MPLAB-C17 - полнофункциональный ANSI 'C' компилятор с интегрированной средой обработки для микроконтроллеров семейства PIC17CXXX. Для упрощения отладки текста программы компиляторы обеспечивают интеграцию в средства проектирования с передачей информации об используемых переменных в формате совместимом с MPLAB-IDE.

10.14 Среда проектирования fuzzyTECH-MP

Среда проектирования нечеткой логики *fuzzyTECH-MP* разработана в двух версиях: недорогая версия *fuzzyTECH-MP* предназначена для ознакомления проектировщиков с возможностями использования нечеткой логики в разрабатываемых проектах; полнофункциональная версия.

В комплект обеих версий входит демонстрационная плата *fuzzyLAB*TM с рабочими примерами.

10.15 SEEVAL (с функциями программатора)

Комплект SEEVAL SEEPROМ поддерживает весь спектр 2-х/3-х проводных последовательных микросхем EEPROM фирмы Microchip. С помощью комплекта можно SEEVAL выполнять чтение, стирание и запись любой микросхемы последовательного EEPROM фирмы Microchip. Система позволяет сделать анализ обмена данных, число циклов и надежность записи. Полный комплект SEEVAL позволяет уменьшить время проектирование устройства.

10.16 KeeLoq (с функциями программатора)

Оценочная система KeeLoq предназначена для микросхем HCS фирмы Microchip. В состав комплекта входит: ЖКИ дисплей для отображения изменяющихся кодов, декодер, интерфейс программирования.

11.0 Электрические характеристики PIC12C508, PIC12C509

Максимально допустимые значения (*)

Предельная рабочая температура	от -40°C до +125°C
Температура хранения	от -65°C до +150°C
Напряжение V_{DD} относительно V_{SS}	от 0В до +7.5В
Напряжение -MCLR относительно V_{SS}	от 0В до +14В
Напряжение на остальных выводах относительно V_{SS}	от -0.6В до $V_{DD}+0.6В$
Рассеиваемая мощность ⁽¹⁾	700мВт
Максимальный ток вывода V_{SS}	200мА
Максимальный ток вывода V_{DD}	150мА
Входной запирающий ток I_{IK} ($V_I < 0$ или $V_I > V_{DD}$)	± 20 мА
Выходной запирающий ток I_{OK} ($V_O < 0$ или $V_O > V_{DD}$)	± 20 мА
Максимальный выходной ток стока канала ввода/вывода	25мА
Максимальный выходной ток истока канала ввода/вывода	25мА
Максимальный выходной ток стока портов ввода/вывода (GPIO)	100мА
Максимальный выходной ток истока портов ввода/вывода (GPIO)	100мА

Примечание 1. Потребляемая мощность рассчитывается по формуле:

$$P = V_{DD} \times \{I_{DD} - \sum I_{OH}\} + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$$

Примечание * Выход за указанные значения может привести к необратимым повреждениям микроконтроллера. Не предусмотрена работа микроконтроллера в предельном режиме в течении длительного времени. Длительная эксплуатация микроконтроллера в недопустимых условиях может повлиять на его надежность.

11.1 Электрические характеристики PIC12C508, PIC12C509 (Коммерческий, Промышленный, Расширенный)

			Стандартные рабочие условия (если не указано иное)				
			Температурный диапазон: Коммерческий 0°C ≤ T _A ≤ +70°C Промышленный -40°C ≤ T _A ≤ +85°C Расширенный -40°C ≤ T _A ≤ +125°C				
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип. ⁽¹⁾	Макс.	Ед.	Примечание
D001	V _{DD}	Напряжение питания	2.5 3.0		5.5 5.5	В В	F _{OSC} = от DC до 4МГц (Коммерч., Промышл.) F _{OSC} = от DC до 4МГц (Расширенный)
D002	V _{DR}	Напряжение сохранения данных в ОЗУ ⁽²⁾		1.5*		В	Микроконтроллер в SLEEP режиме
D003	V _{POR}	Стартовое напряжение V _{DD} для формирования POR		V _{SS}		В	Смотрите раздел "сброс POR"
D004	S _{VDD}	Скорость нарастания V _{DD} для формирования POR	0.05*			В/мс	Смотрите раздел "сброс POR"
D010 ⁽⁴⁾ D010C D010A	I _{DD}	Ток потребления ⁽³⁾	-	0.78 1.1 10 14 14	2.4 2.4 27 35 35	мА мА мкА мкА мкА	ХТ, EXTRC режим генератора F _{OSC} = 4МГц, V _{DD} =5.5В INTRC режим генератора F _{OSC} = 4МГц, V _{DD} =5.5В LP режим генератора (Комм.) F _{OSC} = 32кГц, V _{DD} =3.0В, WDT выключен LP режим генератора (Пром.) F _{OSC} = 32кГц, V _{DD} =3.0В, WDT выключен LP режим генератора (Расш.) F _{OSC} = 32кГц, V _{DD} =3.0В, WDT выключен
D020 D021 D021B	I _{PD}	Ток потребления в SLEEP режиме ⁽⁵⁾	-	0.25 0.25 2	4 5 18	мкА мкА мкА	V _{DD} =3.0В, WDT выключен, Коммерческий V _{DD} =3.0В, WDT выключен, Промышленный V _{DD} =3.0В, WDT выключен, Расширенный
D022	ΔI _{WDT}	Ток потребления WDT	-	3.75 3.75 3.75	8 9 14	мкА мкА мкА	V _{DD} =3.0В, Коммерческий V _{DD} =3.0В, Промышленный V _{DD} =3.0В, Расширенный

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

- В столбце "Тип." приведены параметры при V_{DD}=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.
- Предел, до которого может быть понижено напряжение питания V_{DD} без потери данных в ОЗУ.
- Ток потребления в основном зависит от напряжения питания и тактовой частоты. Другие факторы, влияющие на ток потребления: выходная нагрузка и частота переключения каналов ввода/вывода; тип тактового генератора; температура и выполняемая программа. Измерения I_{DD} проводилось в следующих условиях: внешний тактовый сигнал (меандр); каналы портов ввода/вывода в третьем состоянии и подтянуты к V_{SS}; T_{0CKI} = V_{DD}; -MCLR = V_{DD}; WDT выключен/выключен, указано в спецификации.
- В RC режиме генератора ток через внешний резистор не учитывается. Ток, протекающий через внешний резистор, может быть рассчитан по формуле I_r = V_{DD}/2R_{EXT} (мА), где R_{EXT} в кОм.
- Потребляемый ток в SLEEP режиме не зависит от типа тактового генератора. При измерении тока все каналы портов ввода/вывода в третьем состоянии и подтянуты к V_{DD} или V_{SS}.

11.2 Электрические характеристики PIC12C508, PIC12C509 (Коммерческий, Промышленный, Расширенный)

Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 11.1		Стандартные рабочие условия (если не указано иное)					
		Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип.**	Макс.	Ед.	Примечание
	V_{IL}	Входное напряжение низкого уровня					
D030		Канал порта ввода/вывода ТТЛ буфер	V_{SS}	-	0.8	В	V_{DD} = от 4.5В до 5.5В иначе
D031		Триггер Шмидта	V_{SS}	-	$0.15V_{DD}$	В	
D032		-MCLR, GP2/T0СК1	V_{SS}	-	$0.15V_{DD}$	В	
D033		OSC1 (EXTRC) ⁽¹⁾	V_{SS}	-	$0.15V_{DD}$	В	
D033		OSC1 (XT, LP) ⁽¹⁾	V_{SS}	-	$0.3V_{DD}$	В	
	V_{IH}	Входное напряжение высокого уровня					
D040		Канал порта ввода/вывода ТТЛ буфер	2.0	-	V_{DD}	В	V_{DD} = от 4.5В до 5.5В иначе
D040A			$0.25V_{DD}+0.8$	-	V_{DD}	В	
D041		Триггер Шмидта	$0.85V_{DD}$	-	V_{DD}	В	
D042		-MCLR, GP2/T0СК1	$0.85V_{DD}$	-	V_{DD}	В	
D042A		OSC1 (XT, LP) ⁽¹⁾	$0.7V_{DD}$	-	V_{DD}	В	
D043		OSC1 (EXTRC)	$0.85V_{DD}$	-	V_{DD}	В	
D070	I_{PUR}	Ток через подтягивающие резисторы GPIO	50	250	400	мкА	$V_{DD} = 5.0\text{В}, V_{PIN} = V_{SS}$
	I_{IL}	Входной ток утечки ^(2,3) для $V_{DD} \leq 5.5\text{В}$					
D060		Порт ввода/вывода	-1	0.5	± 1	мкА	$V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$, 3-е сост. $V_{PIN} = V_{SS} + 0.25\text{В}$ ⁽²⁾ $V_{PIN} = V_{DD}$
D061		-MCLR, GP2/T0СК1	20	130	250	мкА	
D063		OSC1	-	-	5	мкА	$V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$, XT, LP
D080	V_{OL}	Выходное напряжение низкого уровня канала ввода/вывода	-	-	0.6	В	$I_{OL} = 8.7\text{ мА}, V_{DD} = 4.5\text{В}$
D090	V_{OH}	Выходное напряжение высокого уровня канала ввода/вывода	$V_{DD} - 0.7$	-	-	В	$I_{OH} = -5.4\text{ мА}, V_{DD} = 4.5\text{В}$
		Емкостная нагрузка на выходах					
D100	C_{OSC2}	Вывод OSC2	-	-	15	пФ	XT, LP внешний тактовый сигнал
D101	C_{IO}	Все каналы ввода/вывода	-	-	50	пФ	

** - В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD}=5.0\text{В}$ @ 25C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечания:

1. В EXTRC режиме генератора на входе OSC1 включен триггер Шмидта. Не рекомендуется использовать внешний тактовый сигнал для PIC12C5XX в EXTRC режиме тактового генератора.
2. Ток утечки на выводе -MCLR зависит от приложенного напряжения. Параметры указаны для нормального режима работы. В других режимах может возникнуть больший ток утечки.
3. Отрицательный ток показывает, что он вытекает из вывода.

Таблица 11-1 Значения внутренних подтягивающих резисторов

Напряжение V _{DD} (В)	Температура (°С)	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы измерения
GP0/GP1					
2.5	-40	38	42	63	кОм
	25	42	48	63	кОм
	85	42	49	63	кОм
	125	50	55	63	кОм
5.5	-40	15	17	20	кОм
	25	18	20	23	кОм
	85	19	22	25	кОм
	125	22	24	28	кОм
GP3					
2.5	-40	285	346	417	кОм
	25	343	414	532	кОм
	85	368	457	532	кОм
	125	431	504	593	кОм
5.5	-40	247	292	360	кОм
	25	288	341	437	кОм
	85	306	371	448	кОм
	125	351	407	500	кОм

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

11.3 Символьное обозначение временных параметров

Символьное обозначение временных параметров имеет один из следующих форматов:

1. TppS2ppS
2. TppS

T	
F	Частота
T	Время

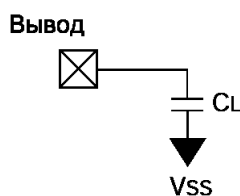
Строчные символы (pp) и их значение

pp	
2	До
ck	CLKOUT
cy	Длительность цикла
drt	DRT
io	Канал ввода/вывода
mc	-MCLR
osc	Генератор
os	OSC1
t0	T0CKI
wdt	WDT

Прописные символы и их значение

S	
F	Задний фронт
H	Высокий уровень
I	Неверный (3-е состояние)
L	Низкий уровень
P	Период
R	Передний фронт
V	Верный
Z	3-е состояние

Рис. 11-1 Нагрузочные параметры



$C_L = 50\text{пФ}$ (для всех выводов, кроме OSC2)
 $C_L = 15\text{пФ}$ (для вывода OSC2)

11.4 Временные диаграммы и спецификации

Рис. 11-2 Временная диаграмма внешнего тактового сигнала

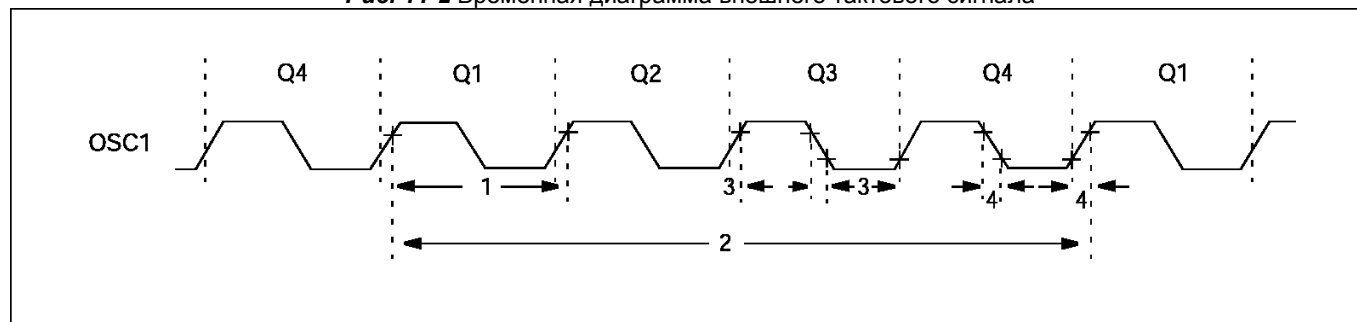


Таблица 11-2 Параметры внешнего тактового сигнала

Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 11.1		Стандартные рабочие условия (если не указано иное)					
		Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип. ⁽¹⁾	Макс.	Ед.	Примечание
	F_{osc}	Частота внешнего тактового сигнала ⁽²⁾	DC	-	4	МГц	XT режим
		Частота генератора ⁽²⁾	DC	-	200	кГц	LP режим
1	T_{osc}	Период внешнего тактового сигнала ⁽²⁾	250	-	-	нс	EXTRC режим
			250	-	-	нс	XT режим
			5	-	-	мс	LP режим
		Период генератора ⁽²⁾	250	-	-	нс	RC режим
			250	-	10000	нс	XT режим
			5	-	-	мс	LP режим
2	T_{cy}	Время выполнения инструкции ⁽²⁾	-	$4/F_{osc}$	-	-	
3	T_{osL} , T_{osH}	Длительность высокого/низкого уровня (OSC1)	50*	-	-	нс	XT режим
			2*	-	-	мс	LP режим
4	T_{osR} , T_{osF}	Длительность переднего/заднего фронта внешнего тактового сигнала (OSC1)	-	-	25*	нс	XT режим
			-	-	50*	нс	LP режим

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

- В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD}=5.0\text{В}$ @ 25°C , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.
- Машинный цикл микроконтроллера равняется 4 периодам тактового сигнала. Все приведенные значения основываются на характеристиках конкретного типа генератора в стандартных условиях при выполнении программы. Выход за указанные пределы может привести к нестабильной работе генератора и/или к большему потребляемому току. Все микроконтроллеры проверены в режиме "Мин." при внешнем тактовом сигнале на выводе OSC1/CLKIN.

Таблица 11-3 Параметры калибровки внутреннего RC генератора

Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 11.1		Стандартные рабочие условия (если не указано иное)					
		Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.*	Тип. ⁽¹⁾	Макс.*	Ед.	Примечание
		Частота внутреннего RC генератора	3.58	4.00	4.32	МГц	$V_{DD} = 5.0\text{В}$
		Частота внутреннего RC генератора	3.50	-	4.26	МГц	$V_{DD} = 2.5\text{В}$

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

- В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD}=5.0\text{В}$ @ 25°C , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Рис. 11-3 Временная диаграмма работы каналов ввода/вывода

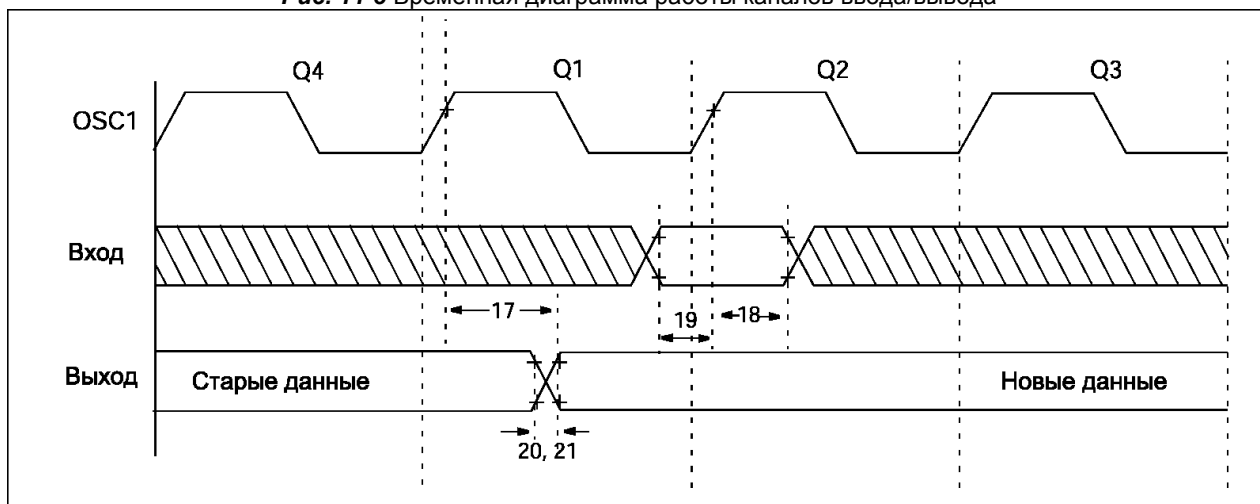


Таблица 11-4 Параметры работы каналов ввода/вывода

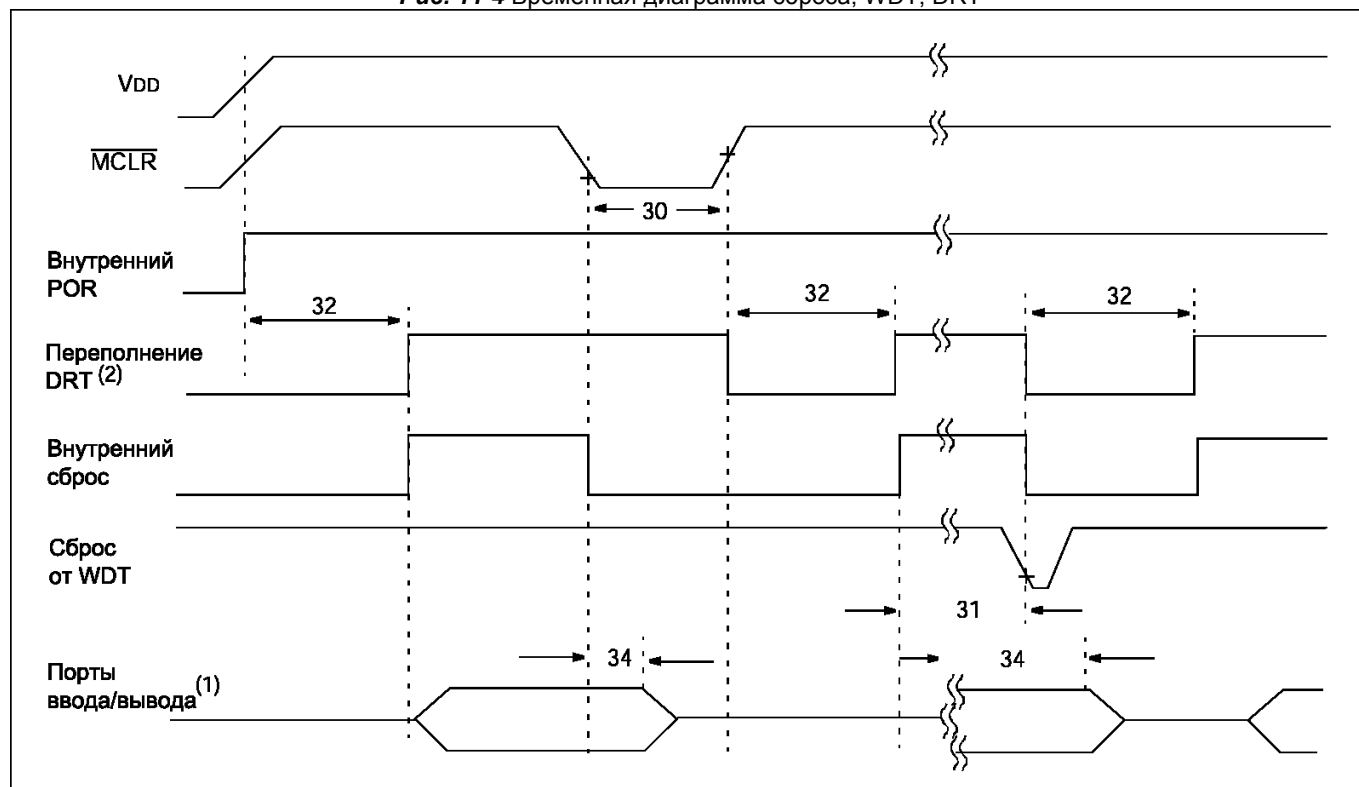
Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 11.1		Стандартные рабочие условия (если не указано иное)					
		Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип. ⁽¹⁾	Макс.	Ед.	Примечание
17*	TosH2ioV	От OSC1 \uparrow до установл. выхода ⁽³⁾	-		100*	нс	
18*	TosH2iol	Удержание входа после OSC1 \uparrow	TBD	-	-	нс	
19*	TioV2osH	Переход в режим входа относ. OSC1 \uparrow	TBD	-	-	нс	
20*	TioR	Длительность переднего фронта на выходе порта ввода/вывода ^(2,3)	-	10	25*	нс	
21*	TioF	Длительность заднего фронта на выходе порта ввода/вывода ^(2,3)	-	10	25*	нс	

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

1. В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD}=5.0\text{В}$ @ 25°C , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.
2. Измерения проведены в EXTRC режиме генератора.
3. Параметры нагрузки смотрите на рисунке 11-1.

Рис. 11-4 Временная диаграмма сброса, WDT, DRT

**Примечания:**

1. Выводы каналов порта ввода/вывода должны перейти в 3-е состояние, включение выходных драйверов выполняется программным обеспечением.
2. При сбросе -MCLR или WDT выполняется только в XT, LP режиме генератора.

Таблица 11-5 Параметры сброса, WDT, DRT

Рабочее напряжение питания V _{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 11.1		Стандартные рабочие условия (если не указано иное)					
		Температурный диапазон: Коммерческий 0°C ≤ T _A ≤ +70°C Промышленный -40°C ≤ T _A ≤ +85°C Расширенный -40°C ≤ T _A ≤ +125°C					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип. ⁽¹⁾	Макс.	Ед.	Примечание
30	T _{mCL}	Длительность импульса -MCLR	2*	-	-	мкс	V _{DD} =5В
31*	T _{wdt}	Период переполнения WDT (без предделителя)	9*	18*	30*	мс	V _{DD} =5В (Коммерческий)
32	T _{DRT}	Период DRT ⁽²⁾	9*	18*	30*	мс	V _{DD} =5В (Коммерческий)
34	T _{IOZ}	От сброса -MCLR до перевода каналов ввода/вывода 3-е состояние	-	-	2*	мкс	

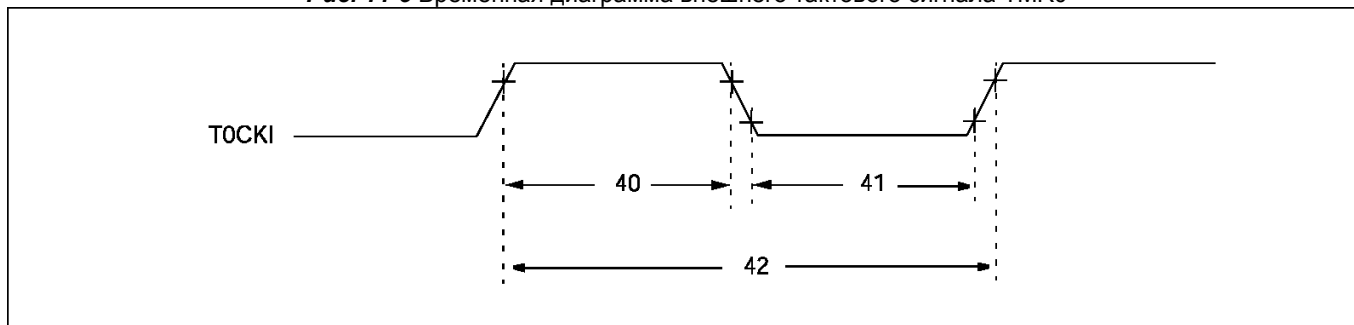
* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

1. В столбце "Тип." приведены параметры при V_{DD}=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.
2. Смотрите таблицу 11-6.

Таблица 11-6 Время задержки при различных видах сброса (типичное значение)

Режим генератора	Сброс POR	Последующие сбросы
XT, LP	18мс	18мс
EXTRC, INTRC	18мс	300мкс

Рис. 11-5 Временная диаграмма внешнего тактового сигнала TMR0**Таблица 11-7** Параметры внешнего тактового сигнала TMR0

Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 11.1		Стандартные рабочие условия (если не указано иное) Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип. ⁽¹⁾	Макс.	Ед.	Примечание
40	Tt0H	Длительность высокого уровня TMR0 Без предделителя С предделителем	$0.5T_{CY}+20^*$ 10^*	- -	- -	нс нс	
41	Tt0L	Длительность низкого уровня TMR0 Без предделителя С предделителем	$0.5T_{CY}+20^*$ 10^*	- -	- -	нс нс	
42	Tt0P	Период TMR0	20 или $(T_{CY}+40^*)/N$	-	-	нс	N = коэфф.предд.

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

1. В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD}=5.0\text{В}$ @ 25°C , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

12.0 Характеристики микроконтроллеров PIC12C508, PIC12C509

Графики в этом разделе не проверены и предназначены только для оценки при разработке устройств. В некоторых графиках представлены данные вне рабочего диапазона (в частности для напряжения питания V_{DD}). Это только информационные данные.

Данные, представленные в этом разделе, являются среднестатистическим результатом испытаний большого числа микроконтроллеров в течение длительного времени. Типовое значение подразумевает среднее, а минимальное и максимальное - соответственно (среднее - 3σ) и (среднее + 3σ), где σ - стандартный разброс.

Рис. 12-1 График зависимости калиброванной частоты внутреннего RC генератора от температуры ($V_{DD}=2.5В$)

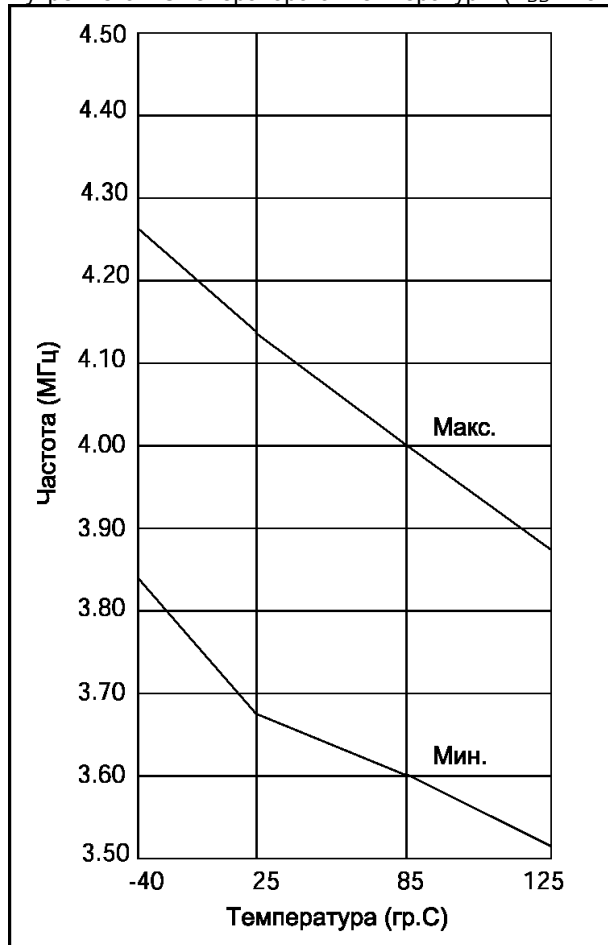


Рис. 12-2 График зависимости калиброванной частоты внутреннего RC генератора от температуры ($V_{DD}=5.0В$)

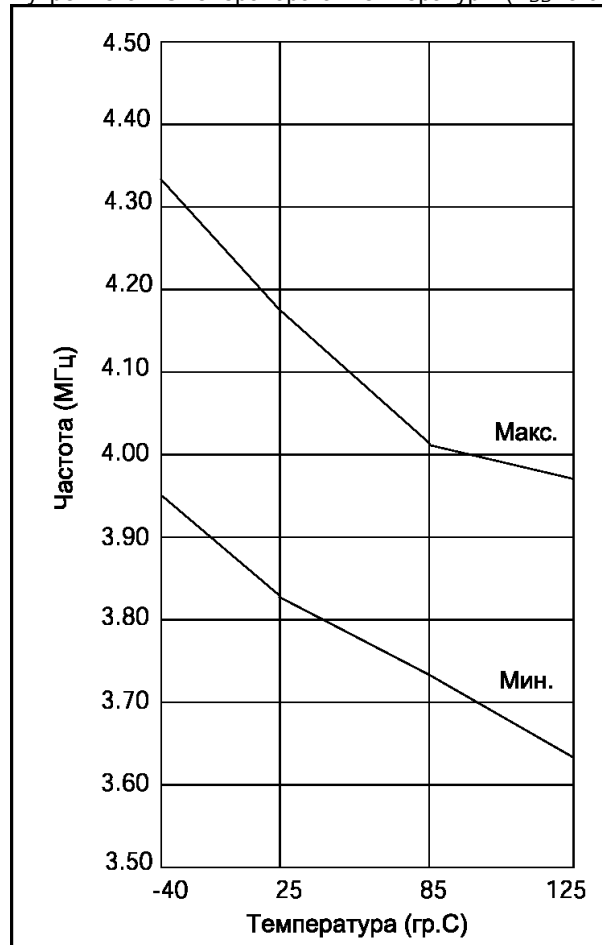


Таблица 12-1 Типовое значение тока потребления I_{DD} (WDT включен, температура 25°C)

Режим генератора	Частота	$V_{DD} = 2.5В$	$V_{DD} = 5.5В$
EXTRC	4 МГц	250 мкА*	780 мкА*
INTRC	4 МГц	420 мкА	1.1 мА
XT	4 МГц	251 мкА	780 мкА
LP	32 кГц	15 мкА	37 мкА

* - Не учитывается ток через внешний резистор.

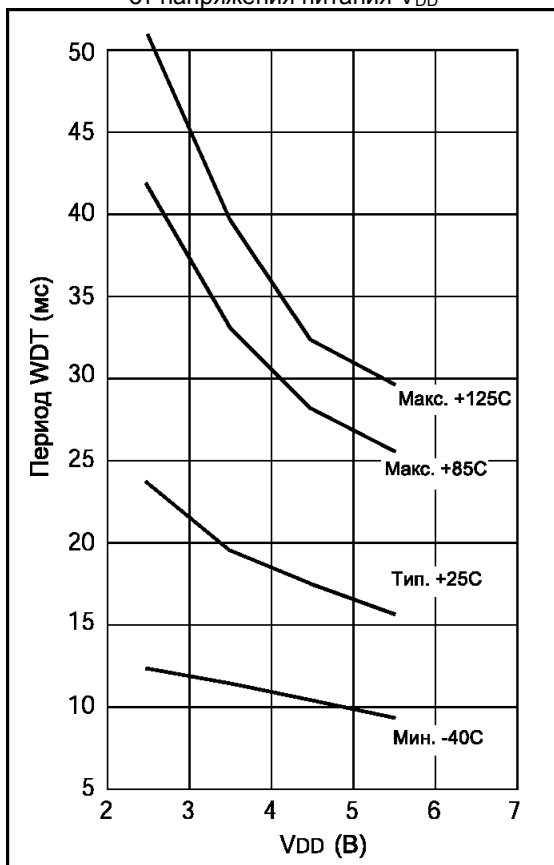
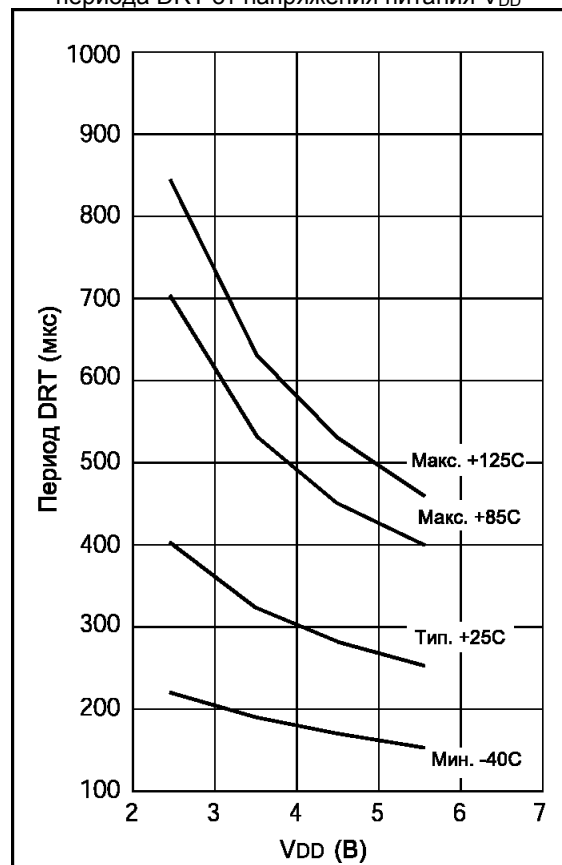
Рис. 12-3 График зависимости периода WDT от напряжения питания V_{DD} Рис. 12-4 График зависимости минимального периода DRT от напряжения питания V_{DD} 

Рис. 12-5 График зависимости I_{OH} от V_{OH} ($V_{DD}=2.5В$)

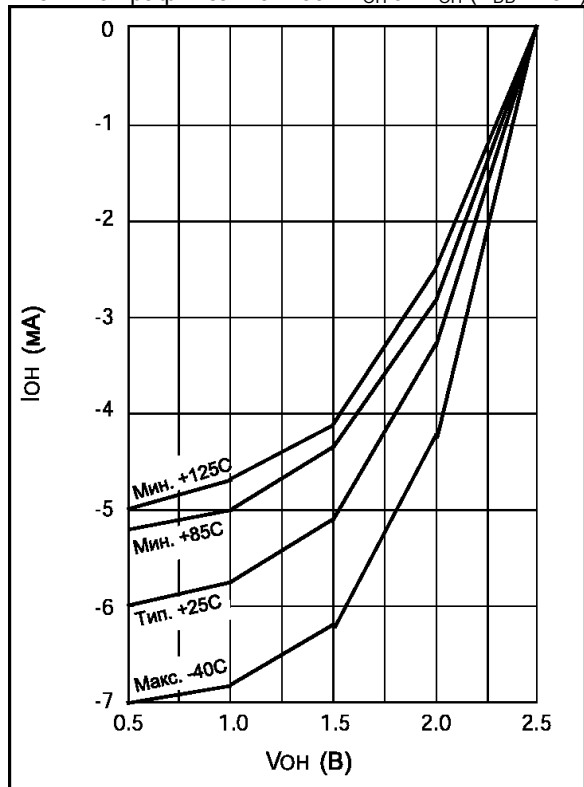


Рис. 12-6 График зависимости I_{OH} от V_{OH} ($V_{DD}=5.5В$)

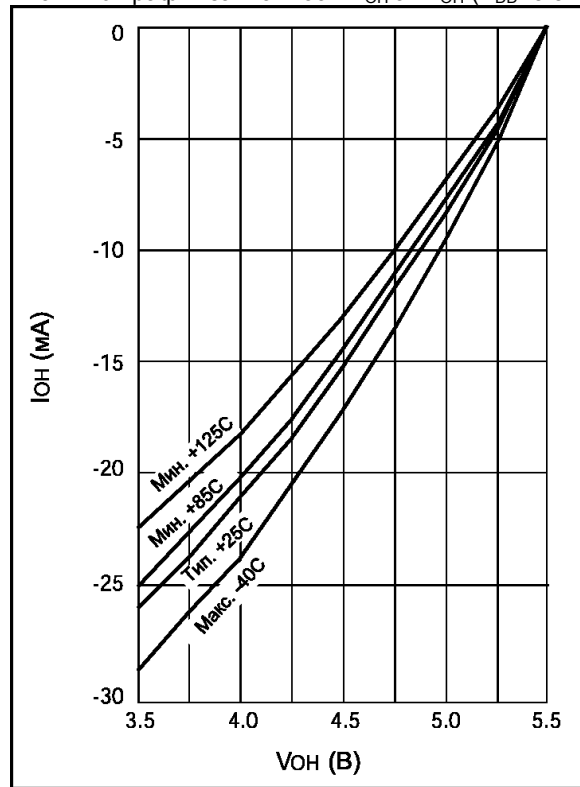


Рис. 12-7 График зависимости I_{OL} от V_{OL} ($V_{DD}=2.5В$)

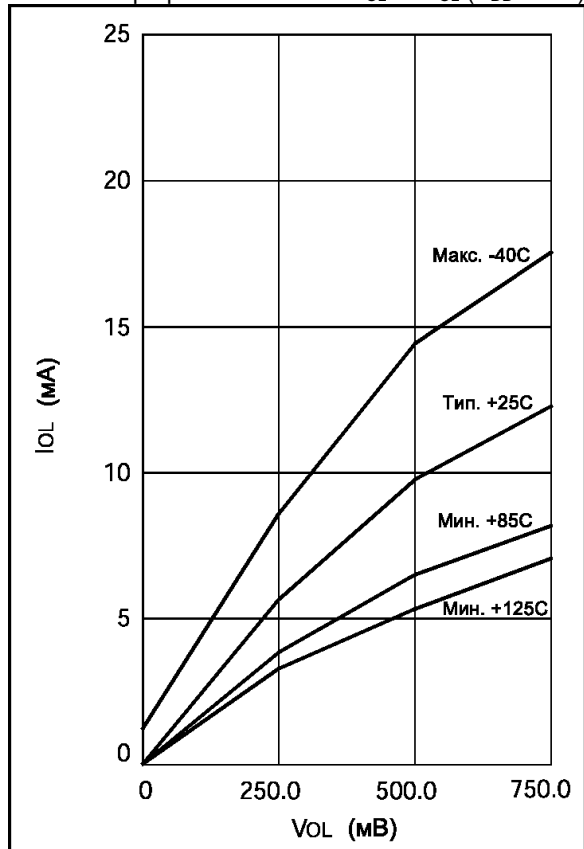
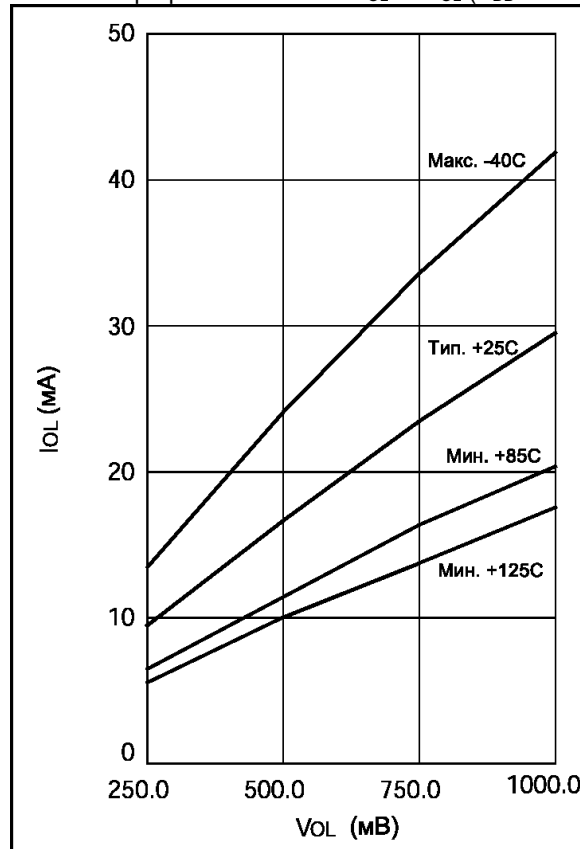


Рис. 12-8 График зависимости I_{OL} от V_{OL} ($V_{DD}=5.5В$)



13.0 Электрические характеристики PIC12C508A, PIC12C509A, PIC12LC508A, PIC12LC509A, PIC12CR509A, PIC12CE518, PIC12CE519, PIC12LCE518, PIC12LCE519, PIC12LCR509A

Максимально допустимые значения (*)

Предельная рабочая температура	от -40°C до +125°C
Температура хранения	от -65°C до +150°C
Напряжение V_{DD} относительно V_{SS}	от 0В до +7.0В
Напряжение -MCLR относительно V_{SS}	от 0В до +14В
Напряжение на остальных выводах относительно V_{SS}	от -0.3В до $V_{DD}+0.3В$
Рассеиваемая мощность ⁽¹⁾	700мВт
Максимальный ток вывода V_{SS}	200мА
Максимальный ток вывода V_{DD}	150мА
Входной запирающий ток I_{IK} ($V_I < 0$ или $V_I > V_{DD}$)	±20мА
Выходной запирающий ток I_{OK} ($V_O < 0$ или $V_O > V_{DD}$)	±20мА
Максимальный выходной ток стока канала ввода/вывода	25мА
Максимальный выходной ток истока канала ввода/вывода	25мА
Максимальный выходной ток стока портов ввода/вывода (GPIO)	100мА
Максимальный выходной ток истока портов ввода/вывода (GPIO)	100мА

Примечание 1. Потребляемая мощность рассчитывается по формуле:

$$P = V_{DD} \times \{I_{DD} - \sum I_{OH}\} + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$$

Примечание * Выход за указанные значения может привести к необратимым повреждениям микроконтроллера. Не предусмотрена работа микроконтроллера в предельном режиме в течении длительного времени. Длительная эксплуатация микроконтроллера в недопустимых условиях может повлиять на его надежность.

13.1 Электрические характеристики PIC12C508A, PIC12C509A, PIC12CE518, PIC12CE519, PIC12CR509A (Коммерческий, Промышленный, Расширенный)

			Стандартные рабочие условия (если не указано иное)				
			Температурный диапазон: Коммерческий 0°C ≤ T _A ≤ +70°C Промышленный -40°C ≤ T _A ≤ +85°C Расширенный -40°C ≤ T _A ≤ +125°C				
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип. ⁽¹⁾	Макс.	Ед.	Примечание
D001	V _{DD}	Напряжение питания	3.0		5.5	В	F _{OSC} = от DC до 4МГц
D002	V _{DR}	Напряжение сохранения данных в ОЗУ ⁽²⁾		1.5*		В	Микроконтроллер в SLEEP режиме
D003	V _{POR}	Стартовое напряжение V _{DD} для формирования POR		V _{SS}		В	Смотрите раздел "сброс POR"
D004	S _{VDD}	Скорость нарастания V _{DD} для формирования POR	0.05*			В/мс	Смотрите раздел "сброс POR"
D010 ⁽⁴⁾	I _{DD}	Ток потребления ⁽³⁾	-	0.8	1.4	мА	ХТ, EXTRC режим генератора F _{OSC} = 4МГц, V _{DD} =5.5В INTRC режим генератора F _{OSC} = 4МГц, V _{DD} =5.5В LP режим генератора (Комм.) F _{OSC} = 32кГц, V _{DD} =3.0В, WDT выключен LP режим генератора (Пром.) F _{OSC} = 32кГц, V _{DD} =3.0В, WDT выключен LP режим генератора (Расш.) F _{OSC} = 32кГц, V _{DD} =3.0В, WDT выключен
D010C			-	0.8	1.4	мА	
D010A			-	19	27	мкА	
			-	19	35	мкА	
			-	30	55	мкА	
D020	I _{PD}	Ток потребления в SLEEP режиме ⁽⁵⁾	-	0.25	4	мкА	V _{DD} =3.0В, WDT выключен, Коммерческий V _{DD} =3.0В, WDT выключен, Промышленный V _{DD} =3.0В, WDT выключен, Расширенный
D021			-	0.25	5	мкА	
D021B			-	2	12	мкА	
D022	ΔI _{WDT}	Ток потребления WDT	-	2.2	5	мкА	V _{DD} =3.0В, Коммерческий V _{DD} =3.0В, Промышленный V _{DD} =3.0В, Расширенный
			-	2.2	6	мкА	
			-	4	11	мкА	
	ΔI _{EE}	Ток потребления EEPROM памяти во время цикла стирание/запись ⁽³⁾	-	0.1	0.2	мА	F _{OSC} = 4МГц, V _{DD} =5.5В, SCL=400кГц

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

- В столбце "Тип." приведены параметры при V_{DD}=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.
- Предел, до которого может быть понижено напряжение питания V_{DD} без потери данных в ОЗУ.
- Ток потребления в основном зависит от напряжения питания и тактовой частоты. Другие факторы, влияющие на ток потребления: выходная нагрузка и частота переключения каналов ввода/вывода; тип тактового генератора; температура и выполняемая программа. Измерения I_{DD} проводилось в следующих условиях: внешний тактовый сигнал (меандр); каналы портов ввода/вывода в третьем состоянии и подтянуты к V_{SS}; T_{OSCI} = V_{DD}; -MCLR = V_{DD}; WDT выключен/выключен, указано в спецификации.
- В RC режиме генератора ток через внешний резистор не учитывается. Ток, протекающий через внешний резистор, может быть рассчитан по формуле I_r = V_{DD}/2R_{EXT} (мА), где R_{EXT} в кОм.
- Потребляемый ток в SLEEP режиме не зависит от типа тактового генератора. При измерении тока все каналы портов ввода/вывода в третьем состоянии и подтянуты к V_{DD} или V_{SS}.

13.2 Электрические характеристики PIC12LC508A, PIC12LC509A, PIC12LCE518, PIC12LCE519, PIC12LCR509A (Коммерческий, Промышленный)

			Стандартные рабочие условия (если не указано иное)				
			Температурный диапазон: Коммерческий 0°C ≤ T _A ≤ +70°C				
			Промышленный -40°C ≤ T _A ≤ +85°C				
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип. ⁽¹⁾	Макс.	Ед.	Примечание
D001	V _{DD}	Напряжение питания	2.5		5.5	В	F _{OSC} = от DC до 4МГц
D002	V _{DR}	Напряжение сохранения данных в ОЗУ ⁽²⁾		1.5*		В	Микроконтроллер в SLEEP режиме
D003	V _{POR}	Стартовое напряжение V _{DD} для формирования POR		V _{SS}		В	Смотрите раздел "сброс POR"
D004	S _{VDD}	Скорость нарастания V _{DD} для формирования POR	0.05*			В/мс	Смотрите раздел "сброс POR"
D010 ⁽⁴⁾	I _{DD}	Ток потребления ⁽³⁾	-	0.4	0.8	мА	ХТ, EXTRC режим генератора F _{OSC} = 4МГц, V _{DD} =5.5В INTRC режим генератора F _{OSC} = 4МГц, V _{DD} =5.5В LP режим генератора (Комм.) F _{OSC} = 32кГц, V _{DD} =3.0В, WDT выключен LP режим генератора (Пром.) F _{OSC} = 32кГц, V _{DD} =3.0В, WDT выключен
D010C			-	0.4	0.8	мА	
D010A			-	15	23	мкА	
			-	15	31	мкА	
D020	I _{PD}	Ток потребления в SLEEP режиме ⁽⁵⁾	-	0.2	3	мкА	V _{DD} =3.0В, WDT выключен, Коммерческий V _{DD} =3.0В, WDT выключен, Промышленный
D021			-	0.2	4	мкА	
D022	ΔI _{WDT}	Ток потребления WDT	-	2.0	4	мкА	V _{DD} =3.0В, Коммерческий V _{DD} =3.0В, Промышленный
			-	2.0	5	мкА	
	ΔI _{EE}	Ток потребления EEPROM памяти во время цикла стирание/запись ⁽³⁾	-	0.1	0.2	мА	F _{OSC} = 4МГц, V _{DD} =5.5В, SCL=400кГц

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

- В столбце "Тип." приведены параметры при V_{DD}=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.
- Предел, до которого может быть понижено напряжение питания V_{DD} без потери данных в ОЗУ.
- Ток потребления в основном зависит от напряжения питания и тактовой частоты. Другие факторы, влияющие на ток потребления: выходная нагрузка и частота переключения каналов ввода/вывода; тип тактового генератора; температура и выполняемая программа. Измерения I_{DD} проводилось в следующих условиях: внешний тактовый сигнал (меандр); каналы портов ввода/вывода в третьем состоянии и подтянуты к V_{SS}; T_{OSCI} = V_{DD}; -MCLR = V_{DD}; WDT выключен/выключен, указано в спецификации.
- В RC режиме генератора ток через внешний резистор не учитывается. Ток, протекающий через внешний резистор, может быть рассчитан по формуле I_r = V_{DD}/2R_{EXT} (мА), где R_{EXT} в кОм.
- Потребляемый ток в SLEEP режиме не зависит от типа тактового генератора. При измерении тока все каналы портов ввода/вывода в третьем состоянии и подтянуты к V_{DD} или V_{SS}.

13.3 Электрические характеристики PIC12C508A, PIC12C509A, PIC12CE518, PIC12CE519, PIC12CR509A (Коммерческий, Промышленный, Расширенный)

Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 13.1		Стандартные рабочие условия (если не указано иное)					
		Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип.**	Макс.	Ед.	Примечание
	V_{IL}	Входное напряжение низкого уровня					
D030		Канал порта ввода/вывода ТТЛ буфер	V_{SS}	-	0.8	В	$V_{DD} = \text{от } 4.5\text{В до } 5.5\text{В}$ иначе
D031		Триггер Шмидта	V_{SS}	-	$0.15V_{DD}$	В	
D032		-MCLR, GP2/T0CKI	V_{SS}	-	$0.2V_{DD}$	В	
D033		OSC1 (EXTRC) ⁽¹⁾	V_{SS}	-	$0.2V_{DD}$	В	
D033		OSC1 (XT, LP) ⁽¹⁾	V_{SS}	-	$0.3V_{DD}$	В	
	V_{IH}	Входное напряжение высокого уровня					
D040		Канал порта ввода/вывода ТТЛ буфер	$0.25V_{DD}+0.8$	-	V_{DD}	В	$V_{DD} = \text{от } 4.5\text{В до } 5.5\text{В}$ иначе
D040A			2.0	-	V_{DD}	В	
D041		Триггер Шмидта	$0.8V_{DD}$	-	V_{DD}	В	
D042		-MCLR, GP2/T0CKI	$0.8V_{DD}$	-	V_{DD}	В	
D042A		OSC1 (XT, LP) ⁽¹⁾	$0.7V_{DD}$	-	V_{DD}	В	
D043		OSC1 (EXTRC)	$0.9V_{DD}$	-	V_{DD}	В	
D070	I_{PUR}	Ток через подтягивающие резисторы GPIO ⁽⁴⁾	30	250	400	мкА	$V_{DD} = 5.0\text{В}, V_{PIN} = V_{SS}$
		Ток через подтягивающий резистор на -MCLR	-	-	30	мкА	$V_{DD} = 5.0\text{В}, V_{PIN} = V_{SS}$
	I_{IL}	Входной ток утечки ^(2,3) для $V_{DD} \leq 5.5\text{В}$					
D060		Порт ввода/вывода	-	-	± 1	мкА	$V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$, 3-е сост. $V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$ $V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$, XT, LP
D061		T0CKI	-	-	± 5	мкА	
D063		OSC1	-	-	± 5	мкА	
D080	V_{OL}	Выходное напряжение низкого уровня канала ввода/вывода	-	-	0.6	В	$I_{OL} = 8.5\text{ мА}, V_{DD} = 4.5\text{В},$ от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$ $I_{OL} = 7.0\text{ мА}, V_{DD} = 4.5\text{В},$ от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$
D080A			-	-	0.6	В	
D090	V_{OH}	Выходное напряжение высокого уровня канала ввода/вывода	$V_{DD} - 0.7$	-	-	В	$I_{OH} = -3.0\text{ мА}, V_{DD} = 4.5\text{В},$ от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$ $I_{OH} = -2.5\text{ мА}, V_{DD} = 4.5\text{В},$ от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$
D090A			$V_{DD} - 0.7$	-	-	В	
D100	C_{OSC2}	Емкостная нагрузка на выходах					
		Вывод OSC2	-	-	15	пФ	XT, LP внешний тактовый сигнал
D101	C_{IO}	Все каналы ввода/вывода	-	-	50	пФ	

** - В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD}=5.0\text{В}$ @ 25C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечания:

1. В EXTRC режиме генератора на входе OSC1 включен триггер Шмидта. Не рекомендуется использовать внешний тактовый сигнал для PIC12C5XX в EXTRC режиме тактового генератора.
2. Ток утечки на выводе -MCLR зависит от приложенного напряжения. Параметры указаны для нормального режима работы. В других режимах может возникнуть больший ток утечки.
3. Отрицательный ток показывает, что он вытекает из вывода.
4. Для режима, когда GP3/-MCLR настроен как -MCLR. Ток потребления входного буфера -MCLR больше чем канала порта ввода/вывода.

13.4 Электрические характеристики PIC12LC508A, PIC12LC509A, PIC12LCE518, PIC12LCE519, PIC12LCR509A (Коммерческий, Промышленный)

Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 13.2		Стандартные рабочие условия (если не указано иное)					
		Температурный диапазон: Коммерческий		0°C ≤ T _A ≤ +70°C			
		Промышленный		-40°C ≤ T _A ≤ +85°C			
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип.**	Макс.	Ед.	Примечание
	V_{IL}	Входное напряжение низкого уровня					
D030		Канал порта ввода/вывода ТТЛ буфер	V_{SS}	-	0.8	В	V_{DD} = от 4.5В до 5.5В иначе
D031		Триггер Шмидта	V_{SS}	-	0.15 V_{DD}	В	
D032		-MCLR, GP2/T0CKI	V_{SS}	-	0.2 V_{DD}	В	
D033		OSC1 (EXTRC) ⁽¹⁾	V_{SS}	-	0.2 V_{DD}	В	
D033		OSC1 (XT, LP) ⁽¹⁾	V_{SS}	-	0.3 V_{DD}	В	
	V_{IH}	Входное напряжение высокого уровня					
D040		Канал порта ввода/вывода ТТЛ буфер	0.25 V_{DD} +0.8	-	V_{DD}	В	V_{DD} = от 4.5В до 5.5В иначе
D040A			2.0	-	V_{DD}	В	
D041		Триггер Шмидта	0.8 V_{DD}	-	V_{DD}	В	
D042		-MCLR, GP2/T0CKI	0.8 V_{DD}	-	V_{DD}	В	
D042A		OSC1 (XT, LP) ⁽¹⁾	0.7 V_{DD}	-	V_{DD}	В	
D043		OSC1 (EXTRC)	0.9 V_{DD}	-	V_{DD}	В	
D070	I_{PUR}	Ток через подтягивающие резисторы GPIO ⁽⁴⁾	30	250	400	мкА	$V_{DD} = 5.0В, V_{PIN} = V_{SS}$
		Ток через подтягивающий резистор на -MCLR	-	-	30	мкА	$V_{DD} = 5.0В, V_{PIN} = V_{SS}$
	I_{IL}	Входной ток утечки ^(2,3) для $V_{DD} ≤ 5.5В$					
D060		Порт ввода/вывода	-	-	±1	мкА	$V_{SS} ≤ V_{PIN} ≤ V_{DD}, 3-е$ сост. $V_{SS} ≤ V_{PIN} ≤ V_{DD}$ $V_{SS} ≤ V_{PIN} ≤ V_{DD}, XT, LP$
D061		T0CKI	-	-	±5	мкА	
D063		OSC1	-	-	±5	мкА	
D080	V_{OL}	Выходное напряжение низкого уровня канала ввода/вывода	-	-	0.6	В	$I_{OL} = 8.5$ мА, $V_{DD} = 4.5В,$ от -40°C до +85°C
D090	V_{OH}	Выходное напряжение высокого уровня канала ввода/вывода	$V_{DD} - 0.7$	-	-	В	$I_{OH} = -3.0$ мА, $V_{DD} = 4.5В,$ от -40°C до +85°C
		Емкостная нагрузка на выходах					
D100	C_{OSC2}	Вывод OSC2	-	-	15	пФ	XT, LP внешний тактовый сигнал
D101	C_{IO}	Все каналы ввода/вывода	-	-	50	пФ	

** - В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD} = 5.0В @ 25С$, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечания:

1. В EXTRC режиме генератора на входе OSC1 включен триггер Шмидта. Не рекомендуется использовать внешний тактовый сигнал для PIC12C5XX в EXTRC режиме тактового генератора.
2. Ток утечки на выводе -MCLR зависит от приложенного напряжения. Параметры указаны для нормального режима работы. В других режимах может возникнуть больший ток утечки.
3. Отрицательный ток показывает, что он вытекает из вывода.
4. Для режима, когда GP3/-MCLR настроен как -MCLR. Ток потребления входного буфера -MCLR больше чем канала порта ввода/вывода.

Таблица 13-1 Значения внутренних подтягивающих резисторов

Напряжение V _{DD} (В)	Температура (°C)	Мин.	Тип.	Макс.	Единицы измерения
GP0/GP1					
2.5	-40	38	42	63	кОм
	25	42	48	63	кОм
	85	42	49	63	кОм
	125	50	55	63	кОм
5.5	-40	15	17	20	кОм
	25	18	20	23	кОм
	85	19	22	25	кОм
	125	22	24	28	кОм
GP3					
2.5	-40	285	346	417	кОм
	25	343	414	532	кОм
	85	368	457	532	кОм
	125	431	504	593	кОм
5.5	-40	247	292	360	кОм
	25	288	341	437	кОм
	85	306	371	448	кОм
	125	351	407	500	кОм

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

13.5 Символьное обозначение временных параметров

Символьное обозначение временных параметров имеет один из следующих форматов:

1. TppS2ppS
2. TppS

T	
F	Частота
T	Время

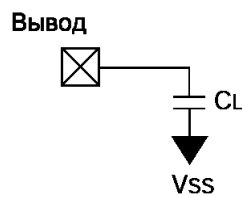
Строчные символы (pp) и их значение

pp			
2	До	mc	-MCLR
ck	CLKOUT	osc	Генератор
cy	Длительность цикла	os	OSC1
drt	DRT	t0	T0CKI
io	Канал ввода/вывода	wdt	WDT

Прописные символы и их значение

S			
F	Задний фронт	P	Период
H	Высокий уровень	R	Передний фронт
I	Неверный (3-е состояние)	V	Верный
L	Низкий уровень	Z	3-е состояние

Рис. 13-1 Нагрузочные параметры



$C_L = 50\text{пФ}$ (для всех выводов, кроме OSC2)
 $C_L = 15\text{пФ}$ (для вывода OSC2)

13.6 Временные диаграммы и спецификации

Рис. 13-2 Временная диаграмма внешнего тактового сигнала

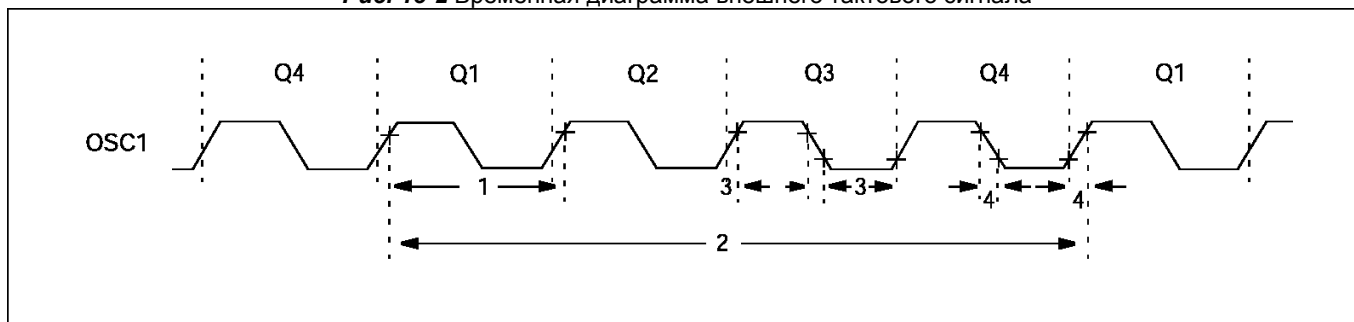


Таблица 13-2 Параметры внешнего тактового сигнала

Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 13.1 или 13.2		Стандартные рабочие условия (если не указано иное) Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип. ⁽¹⁾	Макс.	Ед.	Примечание
	F_{osc}	Частота внешнего тактового сигнала ⁽²⁾	DC	-	4	МГц	XT режим
		Частота генератора ⁽²⁾	DC	-	200	кГц	LP режим
1	T_{osc}	Период внешнего тактового сигнала ⁽²⁾	DC	-	4	МГц	EXTRC режим
		Период генератора ⁽²⁾	0.1	-	4	МГц	XT режим
		Период генератора ⁽²⁾	DC	-	200	кГц	LP режим
			250	-	-	нс	RC режим
1	T_{osc}	Период внешнего тактового сигнала ⁽²⁾	250	-	-	нс	XT режим
			5	-	-	мс	LP режим
		Период генератора ⁽²⁾	250	-	-	нс	RC режим
			5	-	10000	нс	XT режим
1	T_{osc}	Период внешнего тактового сигнала ⁽²⁾	250	-	-	нс	XT режим
			5	-	-	мс	LP режим
2	T_{cy}	Время выполнения инструкции ⁽²⁾	-	$4/F_{osc}$	-	-	
3	T_{osL} , T_{osH}	Длительность высокого/низкого уровня (OSC1)	50*	-	-	нс	XT режим
			2*	-	-	мс	LP режим
4	T_{osR} , T_{osF}	Длительность переднего/заднего фронта внешнего тактового сигнала (OSC1)	-	-	25*	нс	XT режим
			-	-	50*	нс	LP режим

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

- В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD}=5.0\text{В}$ @ 25°C , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.
- Машинный цикл микроконтроллера равняется 4 периодам тактового сигнала. Все приведенные значения основываются на характеристиках конкретного типа генератора в стандартных условиях при выполнении программы. Выход за указанные пределы может привести к нестабильной работе генератора и/или к большему потребляемому току. Все микроконтроллеры проверены в режиме "Мин." при внешнем тактовом сигнале на выводе OSC1/CLKIN.

Таблица 13-3 Параметры калибровки внутреннего RC генератора

Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 13.1 или 13.2		Стандартные рабочие условия (если не указано иное) Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.*	Тип. ⁽¹⁾	Макс.*	Ед.	Примечание
		Частота внутреннего RC генератора	3.65	4.00	4.28	МГц	$V_{DD} = 5.0\text{В}$
		Частота внутреннего RC генератора	3.55	-	4.31	МГц	$V_{DD} = 2.5\text{В}$

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

- В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD}=5.0\text{В}$ @ 25°C , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Рис. 13-3 Временная диаграмма работы каналов ввода/вывода

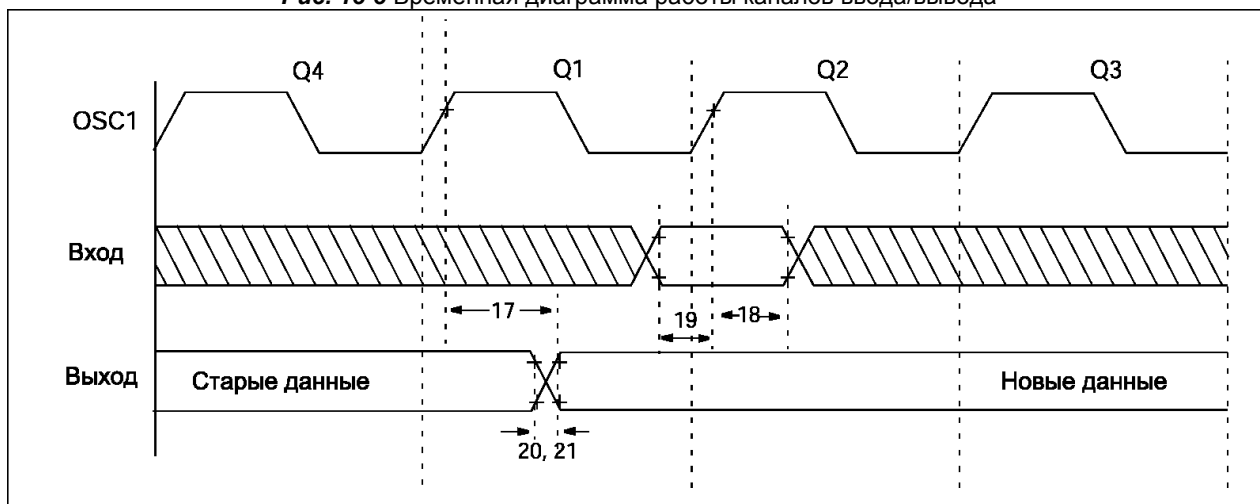


Таблица 13-4 Параметры работы каналов ввода/вывода

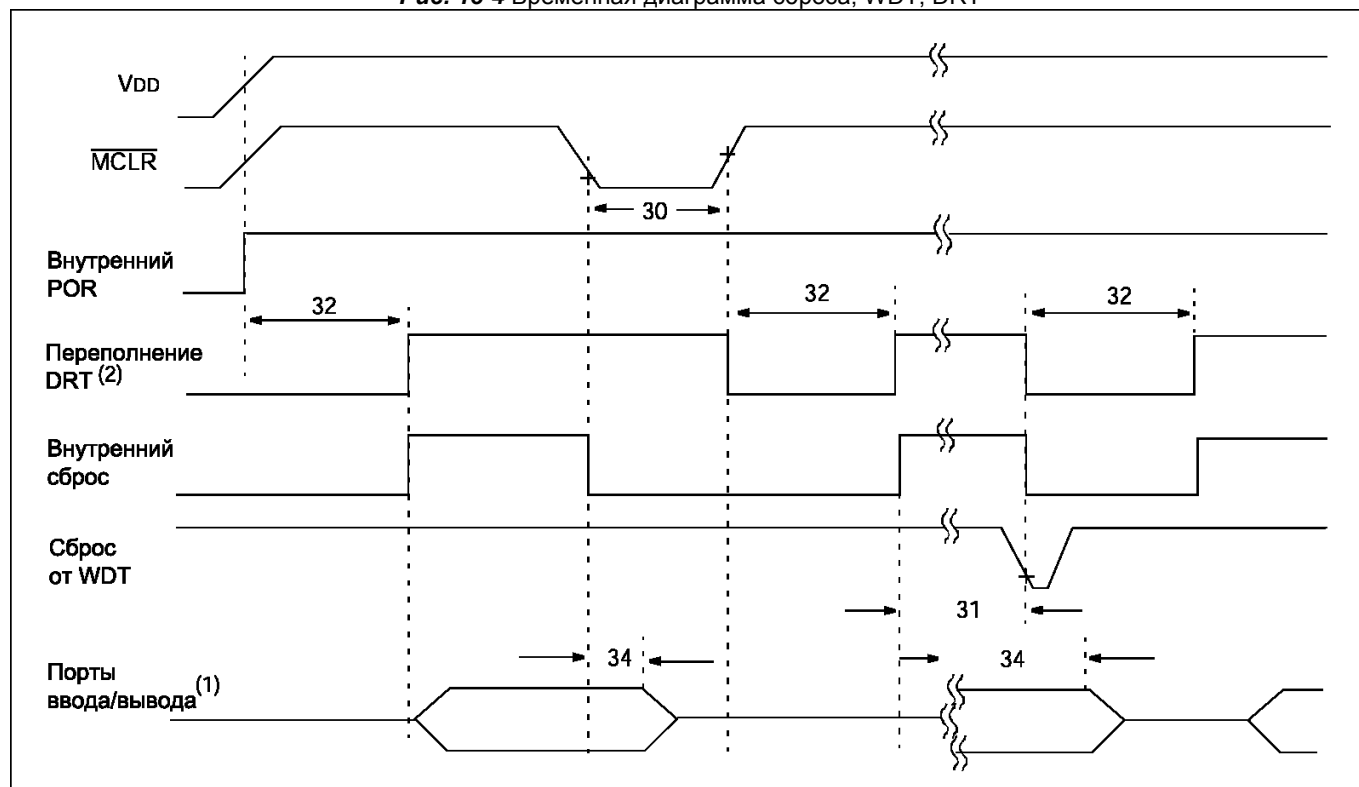
Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 13.1 или 13.2		Стандартные рабочие условия (если не указано иное)					
		Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип. ⁽¹⁾	Макс.	Ед.	Примечание
17*	TosH2ioV	От OSC1 \uparrow до установл. выхода ⁽³⁾	-		100*	нс	
18*	TosH2iol	Удержание входа после OSC1 \uparrow	TBD	-	-	нс	
19*	TioV2osH	Переход в режим входа относ. OSC1 \uparrow	TBD	-	-	нс	
20*	TioR	Длительность переднего фронта на выходе порта ввода/вывода ^(2,3)	-	10	25*	нс	
21*	TioF	Длительность заднего фронта на выходе порта ввода/вывода ^(2,3)	-	10	25*	нс	

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

1. В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD}=5.0\text{В}$ @ 25°C , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.
2. Измерения проведены в EXTRC режиме генератора.
3. Параметры нагрузки смотрите на рисунке 13-1.

Рис. 13-4 Временная диаграмма сброса, WDT, DRT

**Примечания:**

1. Выводы каналов порта ввода/вывода должны перейти в 3-е состояние, включение выходных драйверов выполняется программным обеспечением.
2. При сбросе -MCLR или WDT выполняется только в XT, LP режиме генератора.

Таблица 13-5 Параметры сброса, WDT, DRT

Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 13.1 или 13.2		Стандартные рабочие условия (если не указано иное)					
		Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$					
		Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$					
		Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип. ⁽¹⁾	Макс.	Ед.	Примечание
30	TmCL	Длительность импульса -MCLR	2*	-	-	мкс	$V_{DD}=5\text{В}$
31*	Twdt	Период переполнения WDT (без предделителя)	9*	18*	30*	мс	$V_{DD}=5\text{В}$ (Коммерческий)
32	T _{DRT}	Период DRT ⁽²⁾	9*	18*	30*	мс	$V_{DD}=5\text{В}$ (Коммерческий)
34	T _{IOZ}	От сброса -MCLR до перевода каналов ввода/вывода 3-е состояние	-	-	2*	мкс	

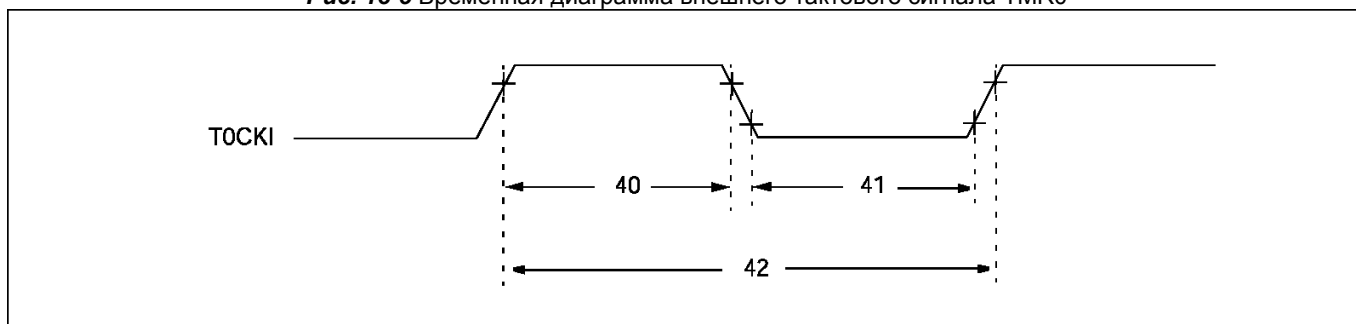
* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

1. В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD}=5.0\text{В}$ @ 25°C , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.
2. Смотрите таблицу 13-6.

Таблица 13-6 Время задержки при различных видах сброса (типичное значение)

Режим генератора	Сброс POR	Последующие сбросы
XT, LP	18мс	18мс
EXTRC, INTRC	18мс	300мкс

Рис. 13-5 Временная диаграмма внешнего тактового сигнала TMR0**Таблица 13-7** Параметры внешнего тактового сигнала TMR0

Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 13.1 или 13.2		Стандартные рабочие условия (если не указано иное) Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$					
№ пар.	Обоз.	Описание	Мин.	Тип. ⁽¹⁾	Макс.	Ед.	Примечание
40	Tt0H	Длительность высокого уровня TMR0 Без предделителя С предделителем	$0.5T_{CY}+20^*$ 10^*	- -	- -	нс нс	
41	Tt0L	Длительность низкого уровня TMR0 Без предделителя С предделителем	$0.5T_{CY}+20^*$ 10^*	- -	- -	нс нс	
42	Tt0P	Период TMR0	20 или $(T_{CY}+40^*)/N$	-	-	нс	N = коэфф.предд.

* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

1. В столбце "Тип." приведены параметры при $V_{DD}=5.0\text{В}$ @ 25°C , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Таблица 13-8 Параметры шины связи с EEPROM памятью данных (только для PIC12CE5XX)

Рабочее напряжение питания V_{DD} должно соответствовать значению, указанному в разделе 13.1 или 13.2	Стандартные рабочие условия (если не указано иное)				
	Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$				
Параметр	Обоз.	Мин.	Макс.	Ед.	Примечание
Частота сигнала синхронизации	F_{CLK}	-	100	кГц	$4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$ (E) $3.0\text{B} \leq V_{DD} \leq 4.5\text{B}$ $4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$
		-	100	кГц	
		-	400	кГц	
Длительность высокого уровня тактового сигнала	T_{HIGH}	4000	-	нс	$4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$ (E) $3.0\text{B} \leq V_{DD} \leq 4.5\text{B}$ $4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$
		4000	-	нс	
		600	-	нс	
Длительность низкого уровня тактового сигнала	T_{LOW}	4700	-	нс	$4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$ (E) $3.0\text{B} \leq V_{DD} \leq 4.5\text{B}$ $4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$
		4700	-	нс	
		1300	-	нс	
Длительность переднего фронта на SDA и SCL ⁽¹⁾	T_R	-	1000	нс	$4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$ (E) $3.0\text{B} \leq V_{DD} \leq 4.5\text{B}$ $4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$
		-	1000	нс	
		-	300	нс	
Длительность заднего фронта на SDA и SCL ⁽¹⁾	T_F	-	300	нс	
Удержание условия START	$T_{HD:STA}$	4000	-	нс	$4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$ (E) $3.0\text{B} \leq V_{DD} \leq 4.5\text{B}$ $4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$
		4000	-	нс	
		600	-	нс	
Установка условия START	$T_{SU:STA}$	4700	-	нс	$4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$ (E) $3.0\text{B} \leq V_{DD} \leq 4.5\text{B}$ $4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$
		4700	-	нс	
		600	-	нс	
Удержание данных на входе ⁽²⁾	$T_{HD:DAT}$	0	-	нс	
Установка данных на входе	$T_{SU:DAT}$	250	-	нс	$4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$ (E) $3.0\text{B} \leq V_{DD} \leq 4.5\text{B}$ $4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$
		250	-	нс	
		250	-	нс	
Установка условия STOP	$T_{SU:STO}$	4000	-	нс	$4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$ (E) $3.0\text{B} \leq V_{DD} \leq 4.5\text{B}$ $4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$
		4000	-	нс	
		600	-	нс	
Достоверность сигнала на выходе ⁽²⁾	T_{AA}	-	3500	нс	$4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$ (E) $3.0\text{B} \leq V_{DD} \leq 4.5\text{B}$ $4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$
		-	3500	нс	
		-	900	нс	
Время не занятости шины. Шина должна быть свободна перед началом нового обмена	T_{BUF}	4700	-	нс	$4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$ (E) $3.0\text{B} \leq V_{DD} \leq 4.5\text{B}$ $4.5\text{B} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{B}$
		4700	-	нс	
		1300	-	нс	
Длительность перехода сигнала от мин. V_{IH} до V_{IL} на выходе ⁽¹⁾	T_{OF}	$20 + 0.1$ CB	250	нс	$CB \leq 100$ пФ
Входной фильтр подавления ВЧ помех на SDA и SCL ⁽¹⁾	T_{SP}	-	50	нс	
Длительность цикла записи	T_{WC}	-	4	мс	
Число циклов стирание/запись ⁽³⁾		1M	-	-	$V_{DD}=5\text{B}$ @ 25°C

Примечания:

1. Эти параметры являются оценочными. CB - емкость одной линии в пФ.
2. Необходимо выдерживать эту минимальную задержку относительно заднего фронта SCL, чтобы избежать ложное формирование битов START и STOP.
3. Этот параметр не проверен, но гарантируется характеристиками. Для оценки реального числа циклов воспользуйтесь программным обеспечением, которое можно получить на WEB узлах технической поддержки www.microchip.com и www.microchip.ru.

14.0 Характеристики микроконтроллеров PIC12C508A, PIC12C509A, PIC12LC508A, PIC12LC509A, PIC12CR509A, PIC12CE518, PIC12CE519, PIC12LCE518, PIC12LCE519, PIC12LCR509A

Графики в этом разделе не проверены и предназначены только для оценки при разработке устройств. В некоторых графиках представлены данные вне рабочего диапазона (в частности для напряжения питания V_{DD}). Это только информационные данные.

Данные, представленные в этом разделе, являются среднестатистическим результатом испытаний большого числа микроконтроллеров в течение длительного времени. Типовое значение подразумевает среднее, а минимальное и максимальное - соответственно (среднее - 3σ) и (среднее + 3σ), где σ - стандартный разброс.

Рис. 14-1 График зависимости калиброванной частоты внутреннего RC генератора от температуры ($V_{DD}=2.5В$)

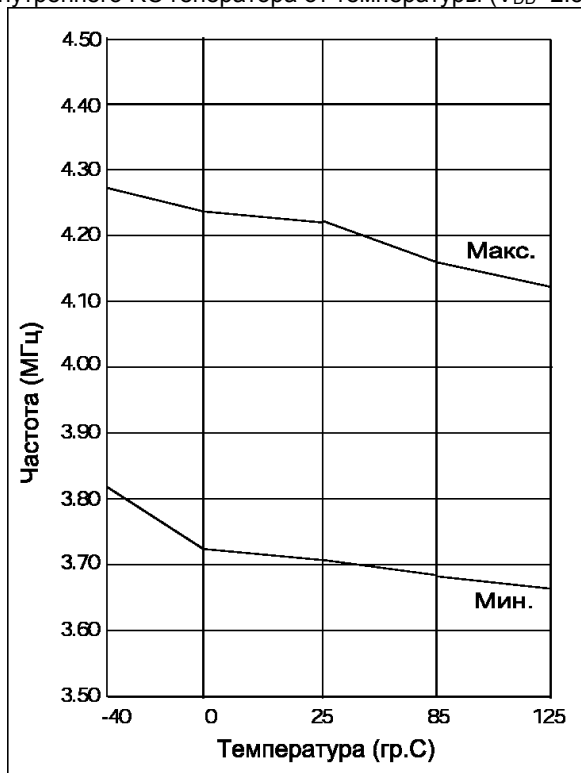


Рис. 14-2 График зависимости калиброванной частоты внутреннего RC генератора от температуры ($V_{DD}=5.0В$)

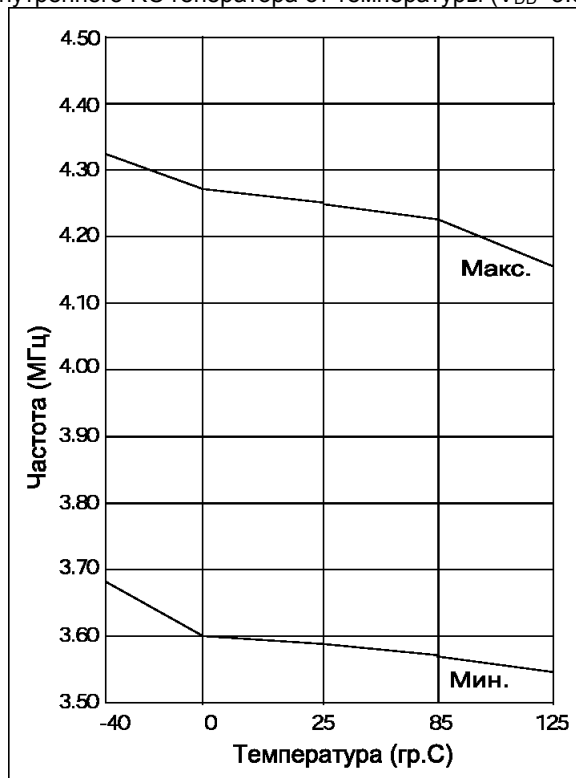


Таблица 14-1 Типовое значение тока потребления I_{DD} (WDT включен, температура 25°C)

Режим генератора	Частота	$V_{DD} = 2.5В$	$V_{DD} = 5.5В$
EXTRC	4 МГц	240 мкА*	800 мкА*
INTRC	4 МГц	320 мкА	800 мкА*
XT	4 МГц	300 мкА	800 мкА*
LP	32 кГц	19 мкА	50 мкА

* - Не учитывается ток через внешний резистор.

Рис. 14-3 График зависимости тока потребления I_{DD} от напряжения питания V_{DD} (WDT выкл., 25°C, $F_{OSC}=4$ МГц)

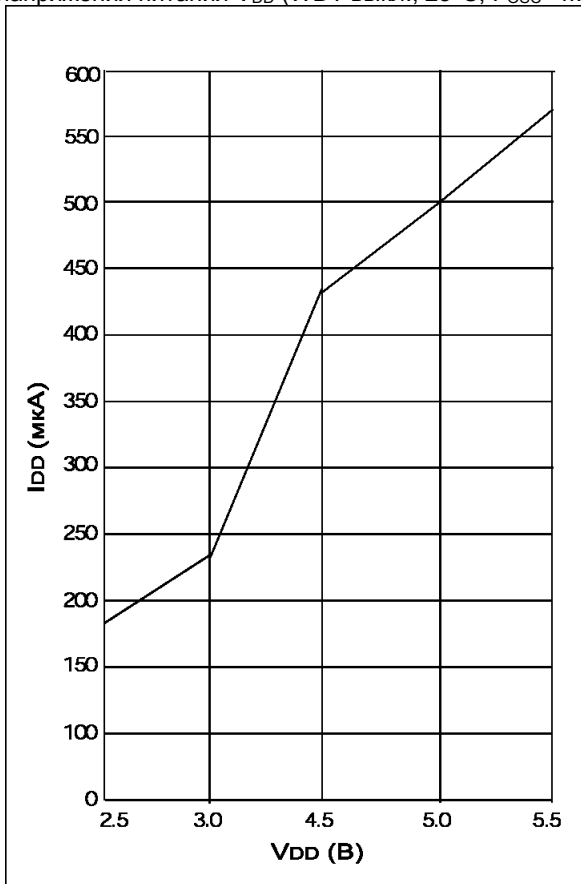


Рис. 14-4 График зависимости тока потребления I_{DD} от тактовой частоты F_{OSC} (WDT выкл., 25°C, $V_{DD} = 5.5$ В)

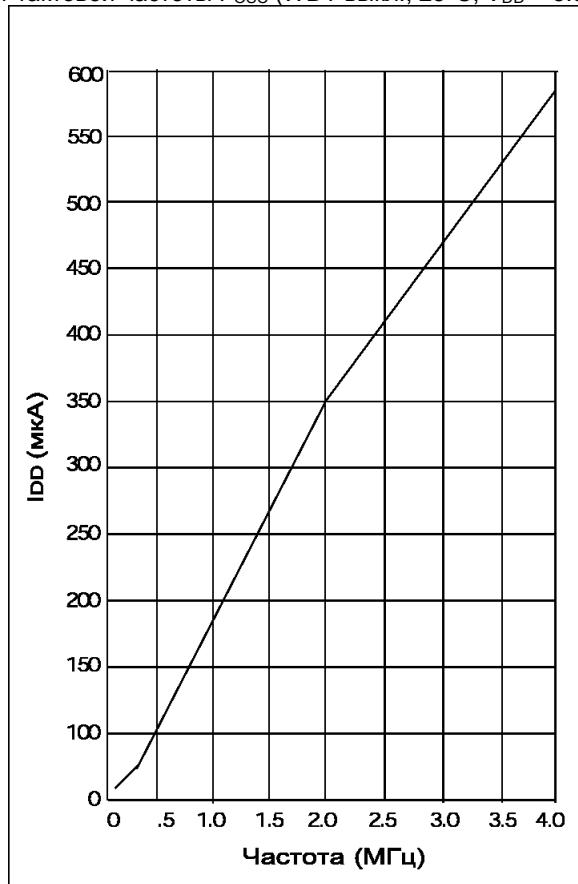


Рис. 14-5 График зависимости периода WDT от напряжения питания V_{DD}

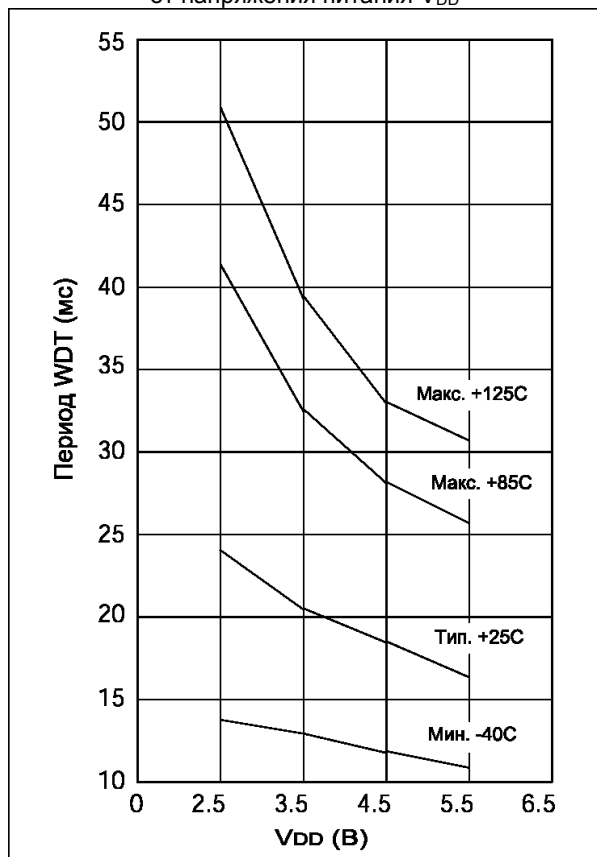


Рис. 14-6 График зависимости минимального периода DRT от напряжения питания V_{DD}

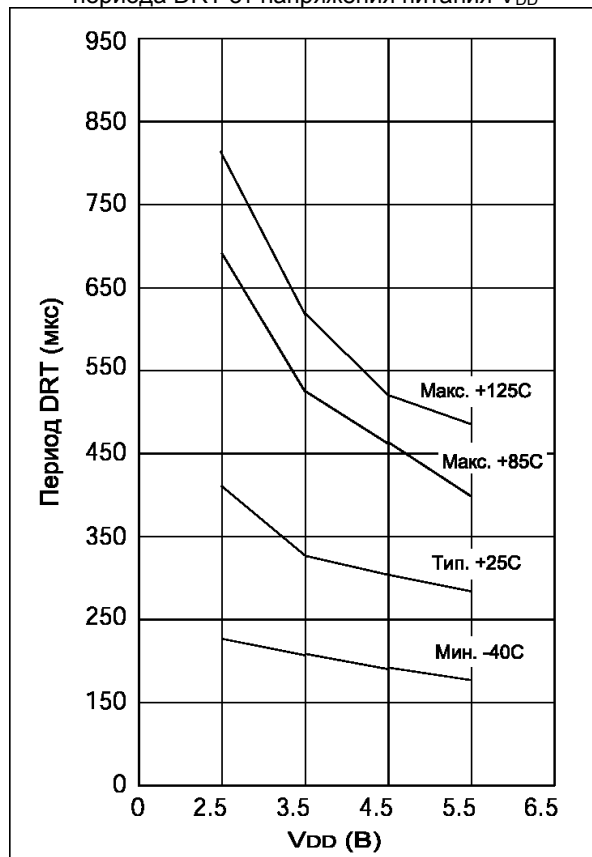


Рис. 14-7 График зависимости I_{OH} от V_{OH} ($V_{DD}=2.5В$)

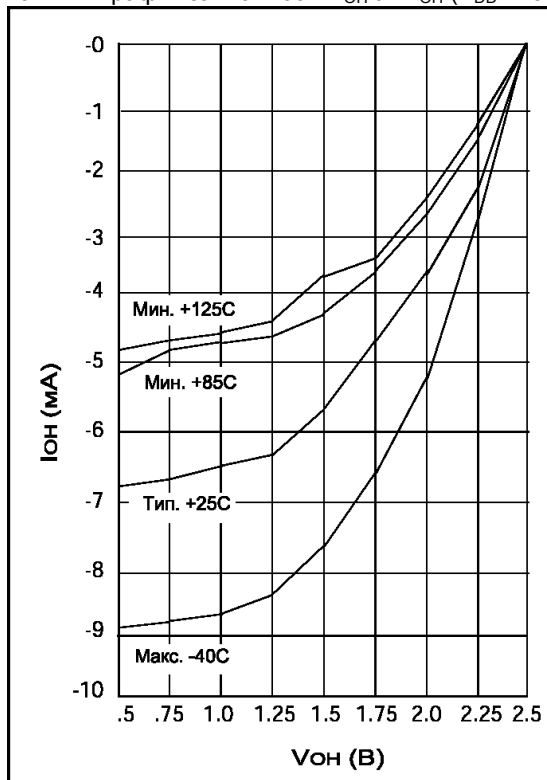


Рис. 14-8 График зависимости I_{OH} от V_{OH} ($V_{DD}=3.5В$)

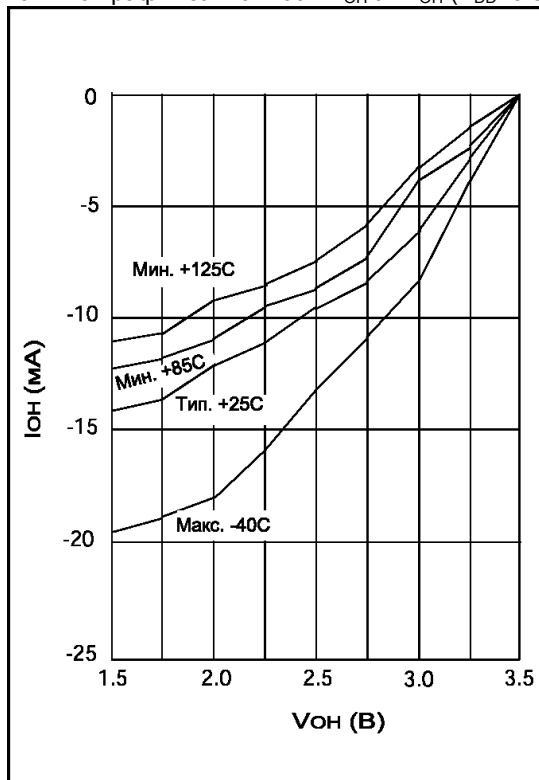


Рис. 14-9 График зависимости I_{OL} от V_{OL} ($V_{DD}=2.5В$)

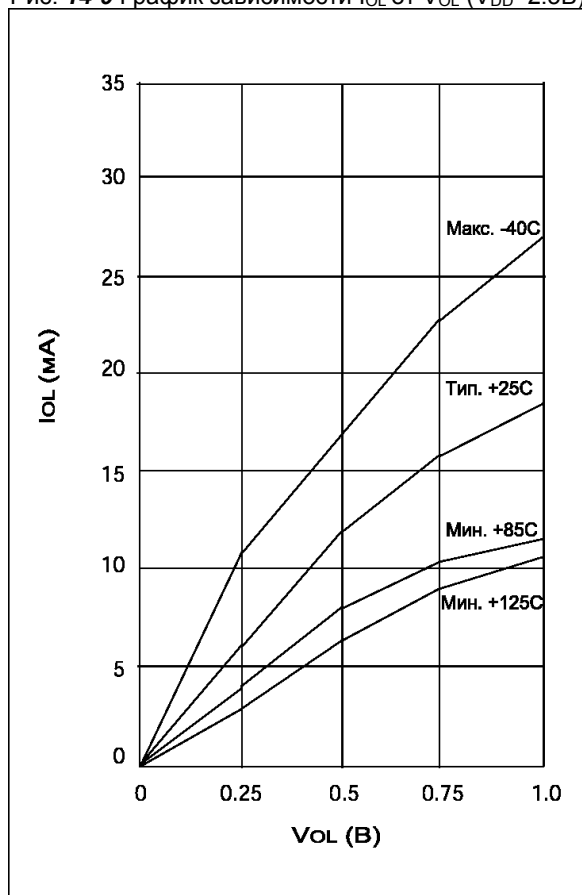


Рис. 14-10 График зависимости I_{OL} от V_{OL} ($V_{DD}=3.5В$)

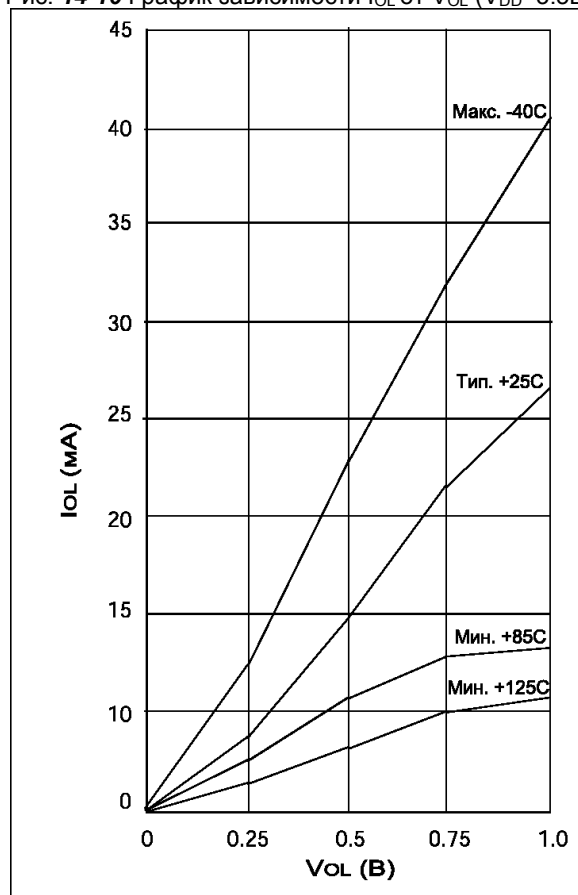


Рис. 14-11 График зависимости I_{OH} от V_{OH} ($V_{DD}=5.5В$)

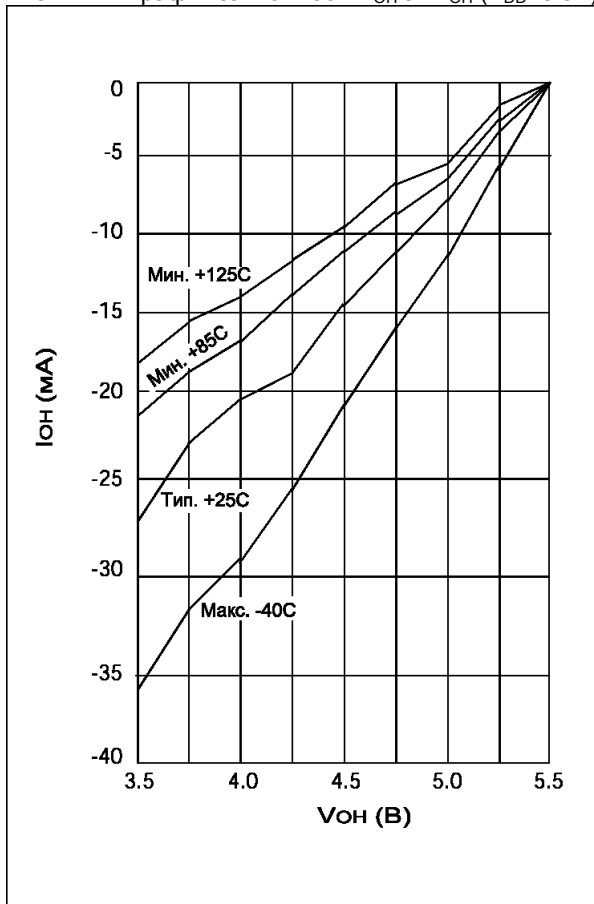


Рис. 14-12 График зависимости I_{OL} от V_{OL} ($V_{DD}=5.5В$)

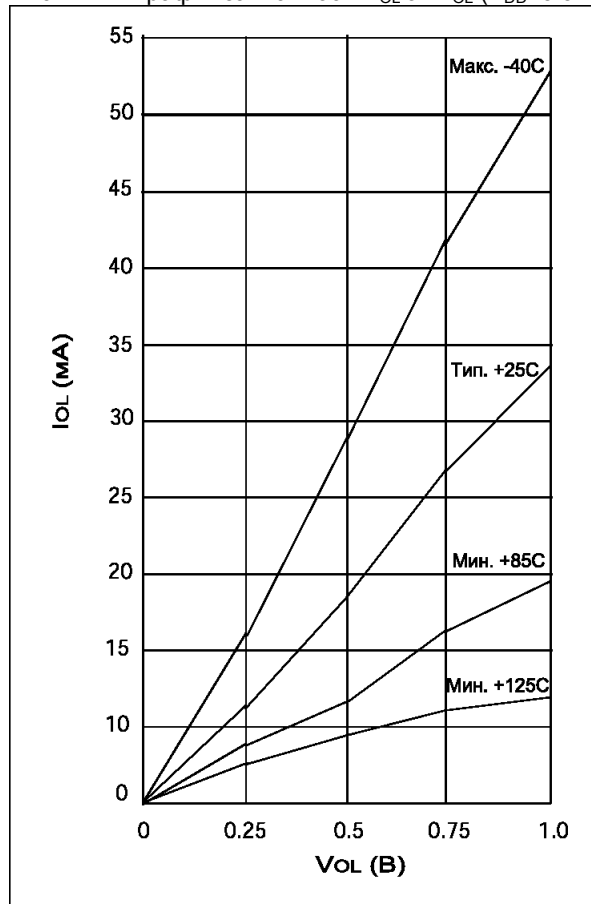


Рис. 14-13 График зависимости тока потребления I_{PD} от напряжения питания V_{DD} (WDT выкл., 25°C)

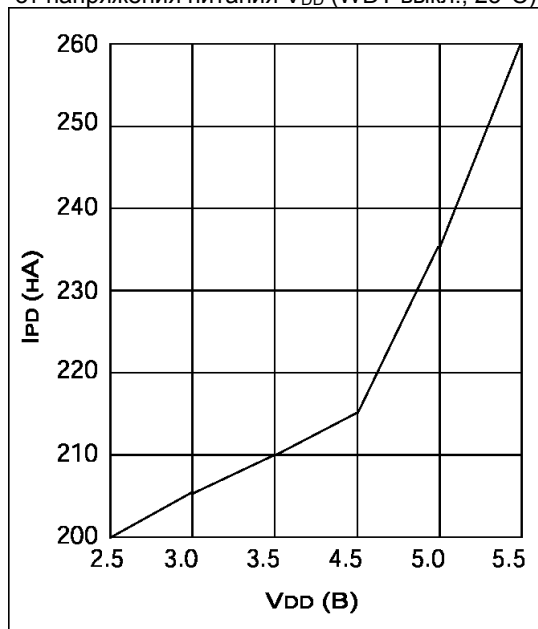


Рис. 14-14 График зависимости V_{TH} GPIO от напряжения питания V_{DD}

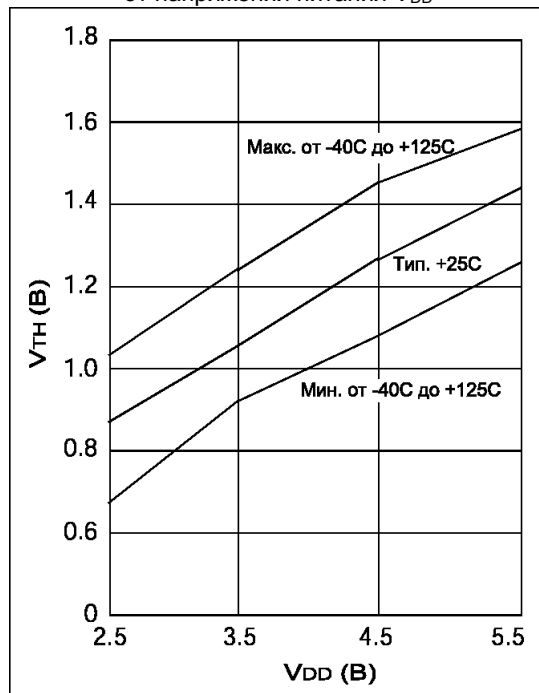
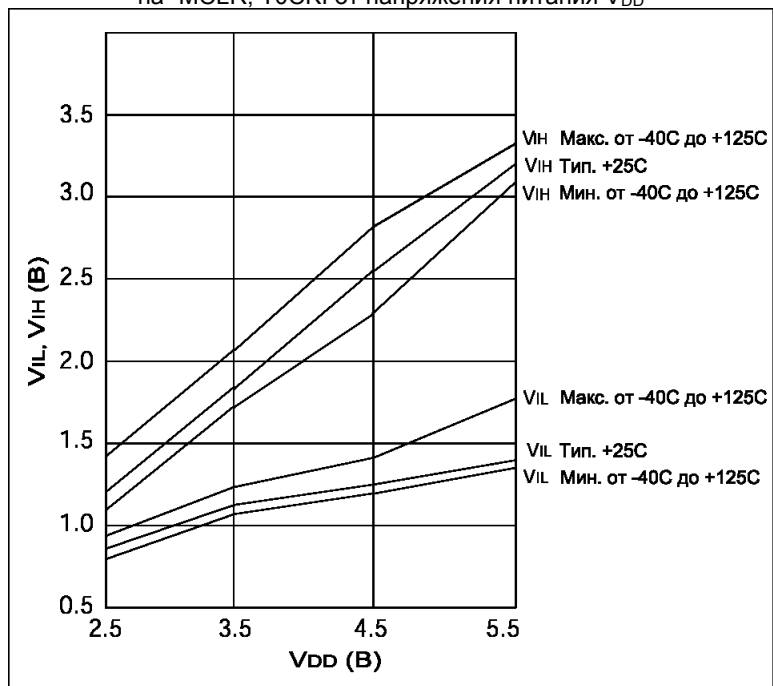


Рис. 14-15 График зависимости напряжения V_{IL} , V_{IH} на -MCLR, T0CKI от напряжения питания V_{DD}



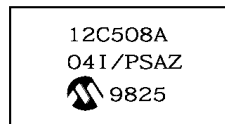
15.0 Корпуса микроконтроллеров

15.1 Описание обозначений на корпусах микроконтроллеров

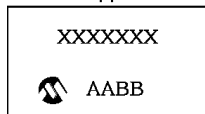
8 - выводный PDIP (300mil)



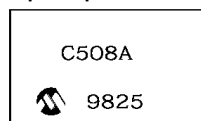
Пример



8 - выводный SOIC (150mil)



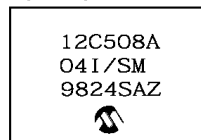
Пример



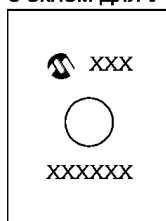
8 - выводный SOIC (208mil)



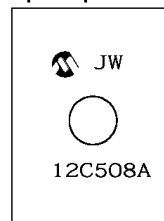
Пример



8 - выводный керамический корпус с окном для УФ стирания (300mil)



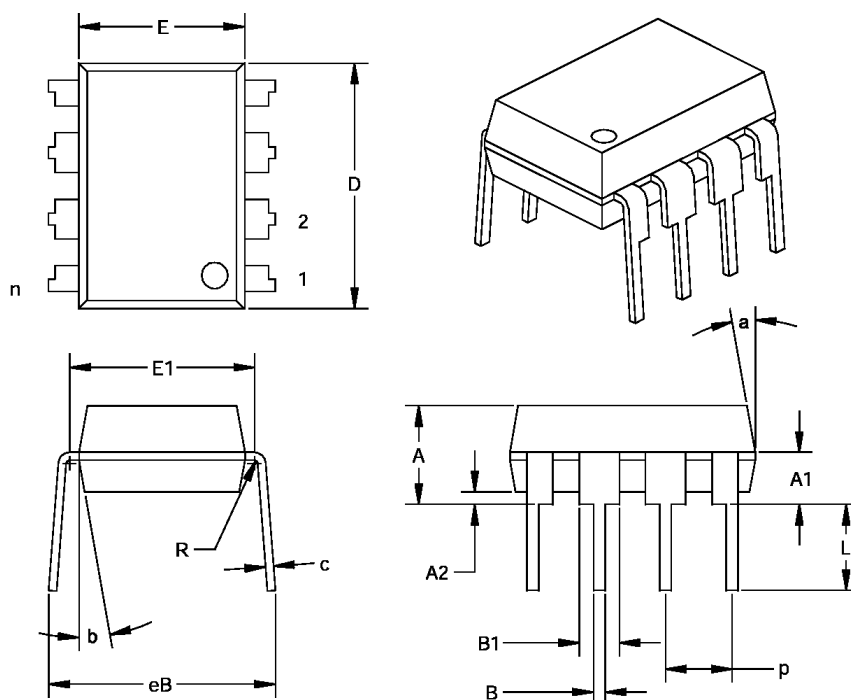
Пример



Обозначения:

XX..X	Тип микроконтроллера*
AA	Две цифры даты изготовления
BB	Две цифры номера недели изготовления считая с 1 января.
C	Код завода изготовителя O = внешний представитель C = 5" S = 6" H = 8"
D	Номер версии
E	Код завода или страны, в которой кристалл был упакован в корпус
Примечание. Если тип микроконтроллера не помещается в одну строку, то он будет перемещен на другую строку, ограничивая число доступных символов для информации заказчика.	

* Стандартная маркировка OTP микросхем состоит из: типа микроконтроллера, код года, код недели, код завода изготовителя, код упаковщика кристалла в корпус. Изменение маркировки микросхемы выполняется за отдельную плату. Для QTP микроконтроллеров стоимость маркировки входит в цену микросхем QTP.

Тип корпуса: 8-выводный PDIP K04-018 - 300mil

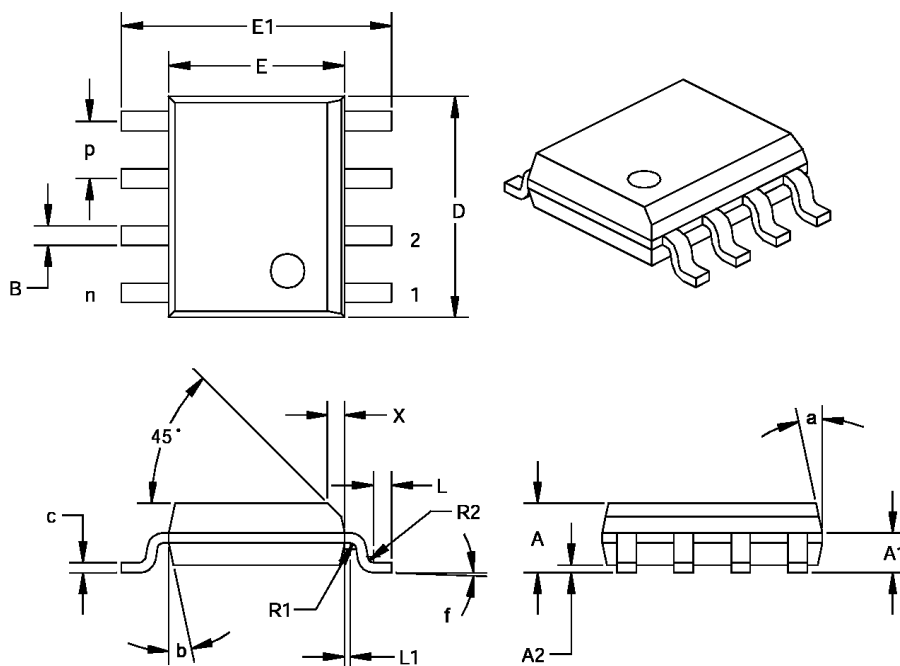
Единицы измерения		Дюймы*			Миллиметры		
		Мин.	Ном.	Макс.	Мин.	Ном.	Макс.
Пределы размеров							
Число выводов	n		8			8	
Расстояние между выводами	p		0.100			2.54	
Ширина нижней части вывода	B	0.014	0.018	0.022	0.36	0.46	0.56
Ширина верхней части вывода	B1**	0.055	0.060	0.065	1.40	1.52	1.65
Радиус сгиба вывода	R	0.000	0.005	0.010	0.00	0.13	0.25
Толщина вывода	c	0.006	0.012	0.015	0.20	0.29	0.38
Толщина корпуса	A	0.140	0.150	0.165	3.56	3.81	4.06
Толщина нижней части корпуса	A1	0.060	0.080	0.152	1.52	2.03	2.54
Расстояние между корпусом и платой	A2	0.005	0.020	0.035	0.13	0.51	0.89
Длина нижней части вывода	L	0.120	0.130	0.140	3.05	3.30	3.56
Длина корпуса	D***	0.355	0.370	0.385	9.02	9.40	9.78
Ширина корпуса	E***	0.245	0.250	0.260	6.22	6.35	6.60
Ширина корпуса без фаски	E1	0.267	0.280	0.292	6.78	7.10	7.42
Полная ширина корпуса с выводами	eB	0.310	0.342	0.380	7.87	8.67	9.65
Угол фаски верхней части корпуса	a	5	10	15	5	10	15
Угол фаски нижней части корпуса	b	5	10	15	5	10	15

* Основные размеры.

** Параметр B1 не включает в себя возможные выступы. Выступ в сторону не должен превышать 0.003"(0.076мм) или не более 0.006"(0.152мм) параметра B1.

*** Параметры D и E не включают выступы. Выступы в сторону не должны превышать 0.010"(0.254мм) или не более 0.020"(0.508мм) параметров D и E.

Тип корпуса: 8-выводный SOIC K04-057 - 150mil

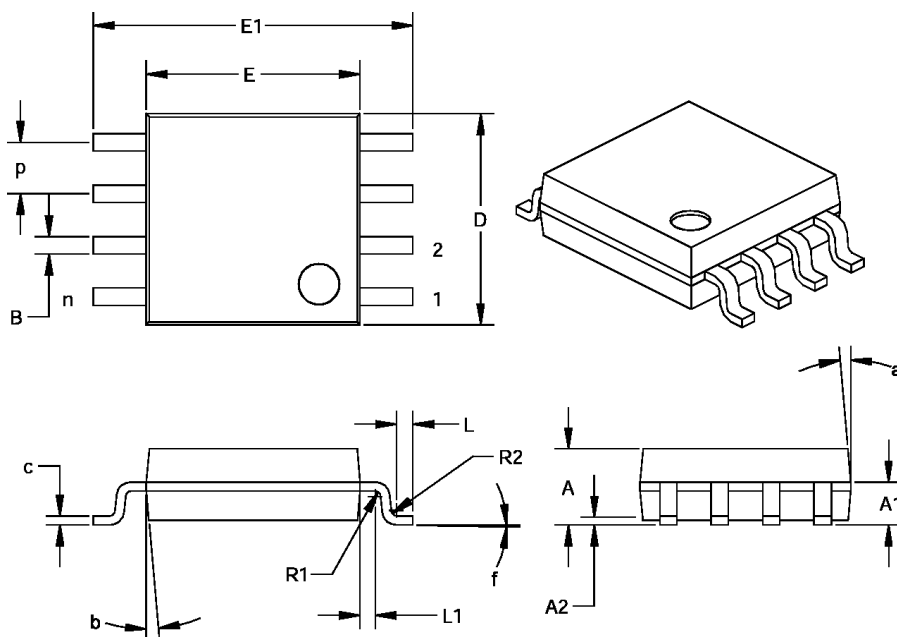


Единицы измерения		Дюймы*			Миллиметры		
		Мин.	Ном.	Макс.	Мин.	Ном.	Макс.
Пределы размеров							
Число выводов	n		8			8	
Расстояние между выводами	p		0.050			1.27	
Толщина корпуса	A	0.054	0.061	0.069	1.37	1.56	1.75
Толщина нижней части корпуса	A1	0.027	0.035	0.044	0.69	0.90	1.11
Расстояние между корпусом и платой	A2	0.004	0.007	0.010	0.10	0.18	0.25
Длина корпуса	D***	0.189	0.193	0.196	4.80	4.89	4.98
Ширина корпуса	E***	0.150	0.154	0.157	3.81	3.90	3.99
Ширина корпуса с выводами	E1	0.229	0.237	0.244	5.82	6.01	6.20
Размер ориентирующей фаски	X	0.010	0.015	0.020	0.25	0.38	0.51
Радиус изгиба верхней части вывода	R1	0.005	0.005	0.010	0.13	0.13	0.25
Радиус изгиба нижней части вывода	R2	0.005	0.005	0.010	0.13	0.13	0.25
Длина нижней части вывода	L	0.011	0.016	0.021	0.28	0.41	0.53
Угол наклона нижней части вывода	f	0	4	8	0	4	8
Длина верхней части вывода	L1	0.000	0.005	0.010	0.00	0.13	0.25
Толщина вывода	c	0.008	0.009	0.010	0.19	0.22	0.25
Ширина вывода	B**	0.014	0.017	0.020	0.36	0.43	0.51
Угол фаски верхней части корпуса	a	0	12	15	0	12	15
Угол фаски нижней части корпуса	b	0	12	15	0	12	15

* Основные размеры.

** Параметр B не включает в себя возможные выступы. Выступ в сторону не должен превышать 0.003"(0.076мм) или не более 0.006"(0.152мм) параметра B.

*** Параметры D и E не включают выступы. Выступы в сторону не должны превышать 0.010"(0.254мм) или не более 0.020"(0.508мм) параметров D и E.

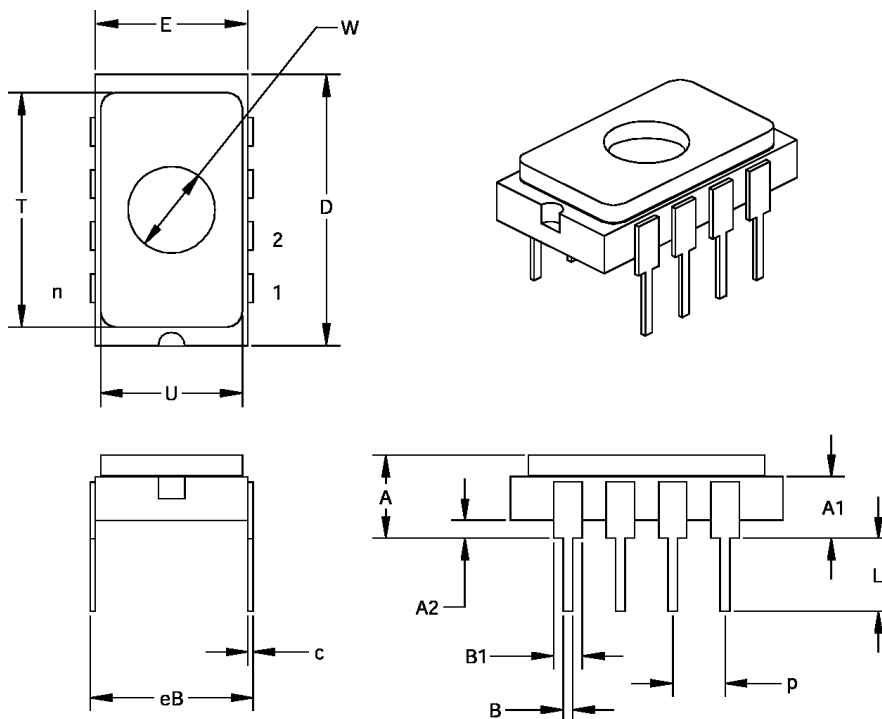
Тип корпуса: 8-выводный SOIC K04-056 - 208mil

Единицы измерения		Дюймы*			Миллиметры		
		Мин.	Ном.	Макс.	Мин.	Ном.	Макс.
Пределы размеров							
Число выводов	n		8			8	
Расстояние между выводами	p		0.050			1.27	
Толщина корпуса	A	0.070	0.074	0.079	1.78	1.89	2.00
Толщина нижней части корпуса	A1	0.037	0.042	0.048	0.94	1.08	1.21
Расстояние между корпусом и платой	A2	0.002	0.005	0.009	0.05	0.14	0.22
Длина корпуса	D***	0.200	0.205	0.210	5.08	5.21	5.33
Ширина корпуса	E***	0.203	0.208	0.213	5.16	5.28	5.41
Ширина корпуса с выводами	E1	0.300	0.313	0.325	7.62	7.94	8.26
Радиус изгиба верхней части вывода	R1	0.005	0.005	0.010	0.13	0.13	0.25
Радиус изгиба нижней части вывода	R2	0.005	0.005	0.010	0.13	0.13	0.25
Длина нижней части вывода	L	0.011	0.016	0.021	0.28	0.41	0.53
Угол наклона нижней части вывода	f	0	4	8	0	4	8
Длина верхней части вывода	L1	0.010	0.015	0.020	0.25	0.38	0.51
Толщина вывода	c	0.008	0.009	0.010	0.19	0.22	0.25
Ширина вывода	B**	0.014	0.017	0.020	0.36	0.43	0.51
Угол фаски верхней части корпуса	a	0	12	15	0	12	15
Угол фаски нижней части корпуса	b	0	12	15	0	12	15

* Основные размеры.

** Параметр В не включает в себя возможные выступы. Выступ в сторону не должен превышать 0.003"(0.076мм) или не более 0.006"(0.152мм) параметра В.

*** Параметры D и E не включают выступы. Выступы в сторону не должны превышать 0.010"(0.254мм) или не более 0.020"(0.508мм) параметров D и E.

Тип корпуса: 8-выводный керамический корпус с окном для УФ стирания (JW) K04-084 - 300mil

Единицы измерения		Дюймы*			Миллиметры		
		Мин.	Ном.	Макс.	Мин.	Ном.	Макс.
Пределы размеров							
Число выводов	n		8			8	
Расстояние между выводами	p	0.098	0.100	0.102	2.49	2.54	2.59
Ширина нижней части вывода	B	0.016	0.018	0.020	0.41	0.46	0.51
Ширина верхней части вывода	B1	0.050	0.055	0.060	1.27	1.40	1.52
Толщина вывода	c	0.008	0.010	0.012	0.20	0.25	0.30
Толщина корпуса	A	0.145	0.165	0.185	3.68	4.19	4.70
Толщина нижней части корпуса	A1	0.103	0.123	0.143	2.62	3.12	3.63
Расстояние между корпусом и платой	A2	0.025	0.035	0.045	0.64	0.89	1.14
Длина нижней части вывода	L	0.130	0.140	0.150	3.30	3.56	3.81
Длина корпуса	D	0.510	0.520	0.530	12.95	13.21	13.46
Ширина корпуса	E	0.280	0.290	0.300	7.11	7.37	7.62
Полная ширина корпуса с выводами	eB	0.310	0.338	0.365	7.87	8.57	9.27
Диаметр окна	W	0.161	0.166	0.171	4.09	4.22	4.34
Длина крышки	T	0.440	0.450	0.460	11.18	11.43	11.68
Ширина крышки	U	0.260	0.270	0.280	6.60	6.86	7.11

* Основные размеры.

15.2 Правила идентификации типа микроконтроллеров PIC12C5XX

Чтобы определить параметры микроконтроллеров воспользуйтесь ниже описанным правилом.

PART №	-XX	X	/XX	XXX	
					Код QTP: 3-цифры кода для QTP микроконтроллеров (иначе пусто)
					Корпус: SN = SOIC 150mil SM = SOIC 208mil P = PDIP JW = корпус с окном для УФ стирания 300mil
					Температурный диапазон: - = от 0°C до +70°C I = от -40°C до +85°C E = от -40°C до +125°C
					Тактовая частота 04 = 4МГц
					Микроконтроллер: PIC12C508 PIC12C509 PIC12C508T (работа в условиях вибрации, только SOIC) PIC12C509T (работа в условиях вибрации, только SOIC) PIC12C508A PIC12C509A PIC12C508AT (работа в условиях вибрации, только SOIC) PIC12C509AT (работа в условиях вибрации, только SOIC) PIC12LC508A PIC12LC509A PIC12LC508AT (работа в условиях вибрации, только SOIC) PIC12LC509AT (работа в условиях вибрации, только SOIC) PIC12CR509A PIC12CR509AT (работа в условиях вибрации, только SOIC) PIC12LCR509A PIC12LCR509AT (работа в условиях вибрации, только SOIC) PIC12CE518 PIC12CE519 PIC12CE518T (работа в условиях вибрации, только SOIC) PIC12CE519T (работа в условиях вибрации, только SOIC) PIC12LCE518 PIC12LCE519 PIC12LCE518T (работа в условиях вибрации, только SOIC) PIC12LCE519T (работа в условиях вибрации, только SOIC)

Пример

1. **PIC12C508A-04/P** = коммерческий температурный диапазон, корпус PDIP, 4МГц, нормальный диапазон напряжения питания.
2. **PIC12C508A-04I/SM** = промышленный температурный диапазон, корпус SOIC, 4МГц, нормальный диапазон напряжения питания.
3. **PIC12C509-04I/P** = промышленный температурный диапазон, корпус PDIP, 4МГц, нормальный диапазон напряжения питания.

Уважаемые господа!

ООО «Микро-Чип» поставляет полную номенклатуру комплектующих фирмы **Microchip Technology Inc** и осуществляет качественную техническую поддержку на русском языке.

С техническими вопросами Вы можете обращаться по адресу support@microchip.ru

По вопросам поставок комплектующих Вы можете обращаться к нам по телефонам:

(095) 963-9601

(095) 737-7545

и адресу sales@microchip.ru

На сайте

www.microchip.ru

Вы можете узнать последние новости нашей фирмы, найти техническую документацию и информацию по наличию комплектующих на складе.