

Справочник по среднему семейству микроконтроллеров PICmicro™

Раздел 26. Сторожевой таймер WDT и режим энергосбережения SLEEP

Перевод основывается на технической документации DS33023A
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

PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual

“All rights reserved. Copyright © 1997, Microchip Technology Incorporated, USA. Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip’s products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights. The Microchip logo and name are registered trademarks of Microchip Technology Inc. in the U.S.A. and other countries. All rights reserved. All other trademarks mentioned herein are the property of their respective companies. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.”

Trademarks

The Microchip name, logo, PIC, KEELOQ, PICMASTER, PICSTART, PRO MATE, and SEEVAL are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

MPLAB, PICmicro, ICSP and In-Circuit Serial Programming are trademarks of Microchip Technology Incorporated.

Serialized Quick-Turn Production is a Service Mark of Microchip Technology Incorporated.

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

Содержание

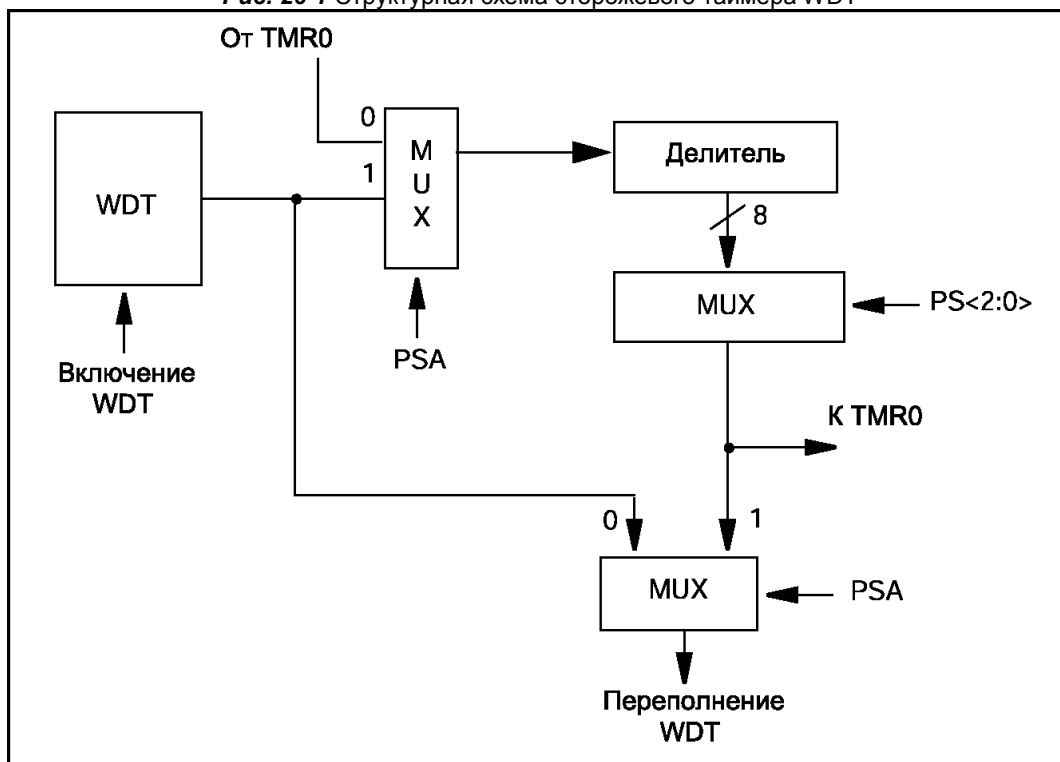
26.1 Введение	4
26.2 Управляющий регистр	5
26.3 Работа с WDT	6
26.3.1 Период WDT	7
26.3.2 Рекомендации по работе с WDT	7
26.4 Режим энергосбережения SLEEP	8
26.4.1 Выход из режима SLEEP	8
26.4.2 Выход из режима SLEEP по прерыванию	9
26.5 Инициализация	10
26.6 Ответы на часто задаваемые вопросы	11
26.7 Дополнительная литература	12

26.1 Введение

Встроенный сторожевой таймер WDT работает от отдельного RC генератора, не требующего внешних компонентов (это отдельный RC генератор от генератора, подключенного к выводу OSC1/CLKIN). Структурная схема WDT показана на рисунке 26-1. Отдельный RC генератор позволяет работать сторожевому таймеру WDT при выключенном тактовом генераторе (выводы OSC1, OSC2) в SLEEP режиме микроконтроллера.

Бит включения/выключения WDT расположен в слове конфигурации. Если WDT включен, то его нельзя выключить программным способом.

Рис. 26-1 Структурная схема сторожевого таймера WDT



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

26.2 Управляющий регистр

Регистр OPTION_REG доступен для чтения и записи, содержит биты управления:

- Предварительным делителем TMR0/WDT;
- Активным фронтом внешнего прерывания RB0/INT;
- Подтягивающими резисторами на входах PORTB.

Примечание. Если предварительный делитель включен перед WDT, то коэффициент деления тактового сигнала для TMR0 равен 1:1.

Регистр OPTION_REG

R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1	R/W-1																											
-RBPU ⁽¹⁾	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0																											
Бит 7							Бит 0																											
<div style="float: right; 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: -RBPU⁽¹⁾: Включение подтягивающих резисторов на входах PORTB 1 = подтягивающие резисторы отключены 0 = подтягивающие резисторы включены</p> <p>бит 6: INTEDG: Выбор активного фронта сигнала на входе внешнего прерывания INT 1 = прерывания по переднему фронту сигнала 0 = прерывания по заднему фронту сигнала</p> <p>бит 5: T0CS: Выбор тактового сигнала для TMR0 1 = внешний тактовый сигнал с вывода T0CKI 0 = внутренний тактовый сигнал CLKOUT</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 style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Значение</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Для TMR0</th> <th style="border-bottom: 1px solid black;">Для WDT</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">000</td><td style="text-align: center;">1:2</td><td style="text-align: center;">1:1</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">001</td><td style="text-align: center;">1:4</td><td style="text-align: center;">1:2</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">010</td><td style="text-align: center;">1:8</td><td style="text-align: center;">1:4</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">011</td><td style="text-align: center;">1:16</td><td style="text-align: center;">1:8</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">100</td><td style="text-align: center;">1:32</td><td style="text-align: center;">1:16</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">101</td><td style="text-align: center;">1:64</td><td style="text-align: center;">1:32</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">110</td><td style="text-align: center;">1:128</td><td style="text-align: center;">1:64</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">111</td><td style="text-align: center;">1:256</td><td style="text-align: center;">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																																

Примечание 1. В некоторых микроконтроллерах этот бит обозначается как -GPPU. Если микроконтроллер содержит бит -RBPU, то подтягивающие резисторы подключены к PORTB. Если микроконтроллер содержит бит -GPPU, то подтягивающие резисторы подключены к GPIO.

26.3 Работа с WDT

В нормальном режиме работы при переполнении WDT происходит сброс микроконтроллера. Если микроконтроллер находится в SLEEP режиме, переполнение WDT выводит его из режима SLEEP с продолжением нормальной работы. WDT выключен, если WDTE = 0 в слове конфигурации.

Переключение предделителя выполняется программным способом, т.е. переключение можно сделать во время выполнения программы.

Примечание. Для предотвращения случайного сброса микроконтроллера следует выполнять переключение предделителя от TMR0 к WDT как показано в примере 26-1, даже если WDT выключен.

В примере 26-1 первая часть изменения регистра OPTION_REG не должна выполняться, если желаемый коэффициент предделителя отличный от 1:1. Если требуется настройка коэффициента предделителя 1:1, то необходимо установить промежуточное значение коэффициента (отличное от 1:1), а затем установить коэффициент предделителя 1:1 в последней части изменения регистра OPTION_REG. Если переключение выполнить другим способом, то будет неизвестен момент сброса микроконтроллера от WDT.

Переключение предделителя от WDT к TMR0 смотрите в примере 26-2.

Пример 26-1 Переключения предделителя от TMR0 к WDT

```

BSF          STATUS, RPO          ; Банк 1
MOVLW       b'xx0x0xxx'          ; Выбрать источник тактового сигнала и
MOVWF       OPTION_REG           ; коэффициент предделителя, отличный от 1:1
BCF         STATUS, RPO          ; Банк 0
CLRWF       TMR0                 ; Сбросить TMR0 и предделитель
BSF         STATUS, RPO          ; Банк 1
MOVLW       b'xxxx1xxx'          ; Включить предделитель перед WDT,
MOVWF       OPTION_REG           ; но не выбирать коэффициент деления
CLRWDW      ; Сбросить WDT и предделитель
MOVLW       b'xxxx1xxx'          ; Выбрать новое значение коэффициента
MOVWF       OPTION_REG           ; предделителя
BCF         STATUS, RPO          ; Банк 0

```

Пример 26-2 Переключения предделителя от WDT к TMR0

```

CLRWDW      ; Сбросить WDT и предделитель
BSF         STATUS, RPO          ; Банк 1
MOVLW       b'xxxx0xxx'          ; Включить предделитель перед TMR0 и
MOVWF       OPTION_REG           ; выбрать новое значение коэффициента деления
BCF         STATUS, RPO          ; Банк 0

```

26.3.1 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_REG с максимальным коэффициентом деления 1:128. С включенным предделителем время переполнения может достигать 2.3с.

Команды CLRWDT и SLEEP сбрасывают сторожевой таймер и предделитель, если он подключен к WDT, откладывая сброс устройства.

В регистре STATUS бит -TO=0, если произошло переполнение WDT (сброс от WDT или выход из режима SLEEP).

26.3.2 Рекомендации по работе с WDT

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).

Примечание. При выполнении команды CLRWDT сбрасывается WDT и предделитель, если он подключен к WDT.

Таблица 26-1 Регистры и биты, связанные с работой WDT

Имя	Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0	Сброс POR, BOR	Другие сбросы
Слово конф.	MREEN	BODEN	CP1	CP0	-PWRTS	WDTS	FOSC1	FOSC0	uuuu uuuu	uuuu uuuu
OPTION_REG	-RBPU	INTEDG	T0CS	T0SE	PSA	PS2	PS1	PS0	1111 1111	1111 1111

Затененные биты не влияют на работу WDT.

26.4 Режим энергосбережения SLEEP

Режим SLEEP является таким режимом работы микроконтроллера, в котором микроконтроллер потребляет минимальный ток. Тактовый генератор выключен, поэтому тактовый сигнал не поступает ни в один модуль микроконтроллера. Переход в режим энергосбережения происходит по команде SLEEP.

При переходе в режим SLEEP сторожевой таймер WDT сбрасывается, но продолжает работать (если он включен). 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).

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, выходы модуля компараторов и источника опорного напряжения выключены. Выводы находящиеся в третьем состоянии должны иметь высокий или низкий уровень сигнала, чтобы избежать токов переключения входных буферов. Вход TOCKI должен быть подключен к V_{DD} или V_{SS} для снижения энергопотребления. Должны учитываться внутренние подтягивающие резисторы, включенные на входах PORTB. На входе -MCLR должен быть высокий уровень сигнала.

Некоторые модули микроконтроллера (сторожевой таймер WDT, детектор сброса по снижению напряжения питания BOR и др.) должны учитываться при определении потребляемого тока микроконтроллера в SLEEP режиме. Биты включения/выключения этих модулей находятся в слове конфигурации.

26.4.1 Выход из режима SLEEP

Микроконтроллер выйдет из режима SLEEP по одному из следующих событий:

1. Любой сброс микроконтроллера;
2. Переполнение сторожевого таймера WDT (если он разрешен);
3. Периферийное прерывание, которое может быть сгенерировано в SLEEP режиме микроконтроллера:
 - Внешнее прерывание INT;
 - Изменение уровня сигнала на входах RB7:RB4;
 - Переключение компараторов;
 - Завершение преобразования АЦП (когда используется внутренний RC генератор для АЦП);
 - Переполнение TMR1 в режиме асинхронного счетчика;
 - Прием/передача байта в режиме ведомого SPI/I²C;
 - Прием/передача USART в ведомом синхронном режиме;
 - Граница фрейма LCD;
 - Завершение записи в EEPROM.

Первое событие вызывает сброс микроконтроллера. Два других события вызывают продолжение выполнения программы. Биты -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 пополнение WDT.

При выполнении команды SLEEP происходит предвыборка следующей инструкции (PC+1). Если прерывание должно выводить микроконтроллер из режима SLEEP, соответствующий бит разрешения прерывания устанавливается в '1'. Микроконтроллер выходит из режима SLEEP независимо от состояния бита GIE. Если GIE=0, выполняется следующая инструкция после SLEEP без перехода по вектору прерываний. Если GIE=1, исполняется следующая инструкция после SLEEP и происходит переход на подпрограмму обработки прерываний (адрес 0004h). Когда выполнение какой-либо команды при выходе из режима SLEEP нежелательно, необходимо поле команды SLEEP использовать инструкцию NOP.

26.4.2 Выход из режима SLEEP по прерыванию

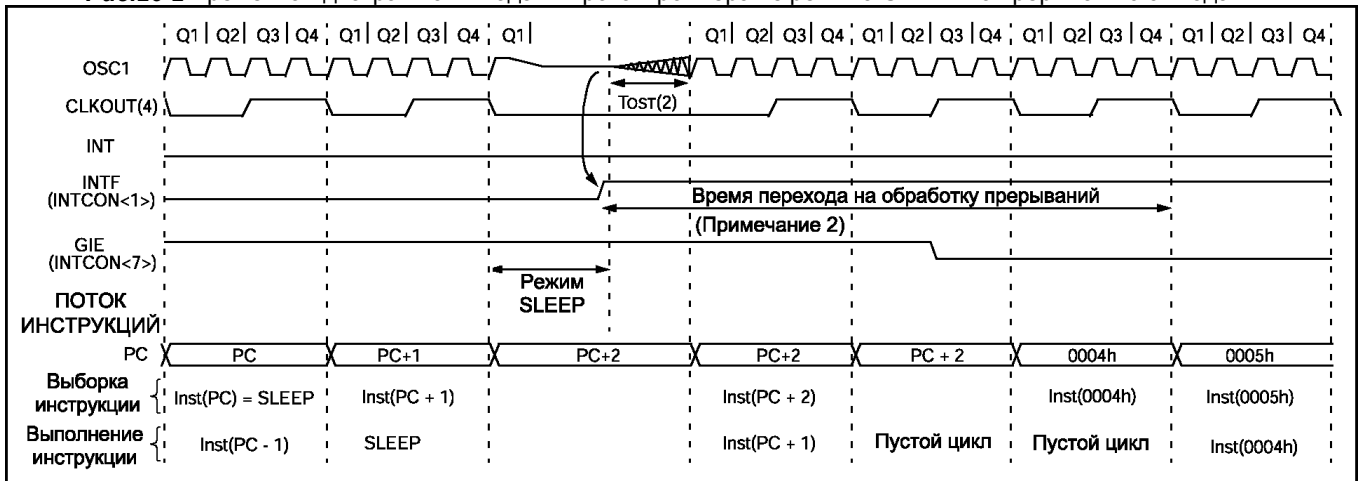
Когда бит глобального разрешения прерываний GIE сброшен в '0', а бит разрешения периферийных прерываний и соответствующий флаг прерывания установлен в '1', то возникнет одно из следующих событий:

- Если прерывание возникает перед выполнением команды SLEEP, то вместо инструкции SLEEP будет выполнен пустой цикл NOP, WDT и предделитель WDT не будут сброшены, бит -TO не будет установлен в '1', а бит -PD не будет сброшен в '0'.
- Если прерывание возникает в течение или после выполнения инструкции SLEEP, то микроконтроллер немедленно выйдет из режима SLEEP, а команда SLEEP выполняется полностью. WDT и предделитель WDT сброшены, бит -TO установлен в '1', бит -PD сброшен в '0'.

Даже если флаги прерываний были проверены перед выполнением команды SLEEP, они могут быть установлены в течение выполнения инструкции SLEEP. Для контроля полного выполнения команды SLEEP проверьте состояние бита -PD. Если -PD = 1, то вместо инструкции SLEEP был выполнен пустой цикл NOP.

Для гарантированного сброса WDT перед инструкцией SLEEP рекомендуется использовать команду CLRWDT.

Рис.26-2 Временная диаграмма выхода микроконтроллера из режима SLEEP по прерыванию с входа INT



Примечания:

1. Режим генератора XT, HS или LP.
2. $T_{ost} = 1024 T_{osc}$ (не масштабный рисунок). Для RC режима генератора задержка отсутствует.
3. Предполагается, что GIE=1. После выхода из режима SLEEP произойдет переход по вектору прерывания.
4. CLKOUT не доступен для этих режимов генератора, но показан для пояснения диаграммы.

26.5 Инициализация

Текст примера инициализации в настоящее время не подготовлен.

26.6 Ответы на часто задаваемые вопросы

Если вы не найдете ответа на Ваш вопрос в этой главе раздела, задайте его, написав нам письмо по адресу support@microchip.ru.

Вопрос 1: Напряжение питания устройства снижается ниже допустимого уровня, а затем восстанавливается. При этом WDT не сбрасывает микроконтроллер и устройство работает неправильно.

Ответ 1:

WDT не предназначен для сброса микроконтроллера по снижению напряжения питания. WDT используется для предотвращения "зависания" программы в рабочем диапазоне напряжений питания. Если возможно понижение напряжения питания ниже рабочего уровня, то необходимо использовать внутреннюю или внешнюю схему сброса по снижению напряжения питания.

Вопрос 2: Микроконтроллер сбрасывается даже при регулярном выполнении команды CLRWDT.

Ответ 2:

Удостоверьтесь в том, что период выполнения команды CLRWDT меньше, чем минимальное время переполнения WDT (не номинальное значение).

Вопрос 3: Микроконтроллер не выходит из состояния сброса.

Ответ 3:

При включении питания необходимо учитывать время запуска тактового генератора (T_{OST}). Иногда эту проблему можно решить разметив в начале программы команду CLRWDT. Затем можно изменить время сброса WDT.

26.7 Дополнительная литература

Дополнительная литература и примеры применения, связанные с этим разделом документации. Примеры применения не могут использоваться для всех микроконтроллеров среднего семейства (PIC16CXXX). Как правило примеры применения написаны для конкретной группы микроконтроллеров, но принципы примеров могут использоваться, сделав незначительные изменения (с учетом существующих ограничений).

Документы, связанные с WDT и SLEEP режимом в микроконтроллерах PICmicro MCU:

Документ	Номер
Power-up Trouble Shooting Решение проблем, возникающих при включении питания	AN607

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.