

PIC18FXX2

Однокристальные 8-разрядные FLASH CMOS
микроконтроллеры с 10 – разрядным АЦП
компании Microchip Technology Incorporated

- PIC18F242
- PIC18F252
- PIC18F442
- PIC18F452

Часть 4
(Аппаратное умножение 8x8, Прерывания)

Перевод основывается на технической документации DS39564A
компании Microchip Technology Incorporated, USA.

© ООО «Микро-Чип»
Москва - 2003

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

PIC18FXX2 Data Sheet

High Performance, Enhanced FLASH Microcontrollers with 10-Bit A/D

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.

28/40-выводные высокоскоростные FLASH микроконтроллеры с 10-разрядным АЦП

Высокоскоростной RISC микроконтроллер:

- Оптимизированная архитектура и система команд для написания программ на языке C
- Система команд совместима с командами семейств PIC16C, PIC17C и PIC18C
- Линейное адресное пространство памяти программ 32кбайта
- Линейное адресное пространство памяти данных 1.5кбайт

Устройство	Память программ		Память данных (байт)	EEPROM память данных (байт)
	Flash (байт)	Команд		
PIC18F242	16к	8192	768	256
PIC18F252	32к	16384	1536	256
PIC18F442	16к	8192	768	256
PIC18F452	32к	16384	1536	256

- Быстродействие до 10MIPS:
 - Тактовая частота от DC до 40МГц
 - Частота генератора с вкл. PLL от 4МГц до 10МГц
- 16-разрядные команды, 8-разрядные данные
- Система приоритетов прерываний
- Аппаратное умножение 8x8 за один машинный цикл

Характеристика периферийных модулей:

- Высокая нагрузочная способность портов ввода/вывода
- Три входа внешних прерываний
- Модуль TMR0: 8/16-разрядный таймер/счетчик с программируемым 8-разрядным предделителем
- Модуль TMR1: 16-разрядный таймер/счетчик
- Модуль TMR2: 8-разрядный таймер/счетчик с 8-разрядным регистром периода (основной для ШИМ)
- Модуль TMR3: 16-разрядный таймер/счетчик
- Вторичный генератор тактового сигнала на основе TMR1/TMR3
- Два модуля CCP
 - Выводы модуля CCP могут работать как:
 - 16-разрядный захват, максимальная разрешающая способность 6.25нс (ТСУ/16)
 - 16-разрядное сравнение, максимальная разрешающая способность 100нс (ТСУ)
 - ШИМ, разрядность от 1 до 10 бит, Максимальная частота ШИМ 156кГц@8 бит; 39кГц@10 бит

Характеристика периферийных модулей (продолжение):

- Модуль ведущего последовательного синхронного порта (MSSP)
 - 3-х проводной интерфейс SPITM (поддерживает 4 режима)
 - I2CTM (ведущий и ведомый режим)
- Адресуемый модуль USART, поддержка интерфейса RS-485 и RS-232
- Модуль PSP, ведомый параллельный порт

Аналоговые периферийные модули:

- Модуль 10-разрядного АЦП:
 - Высокая скорость преобразования
 - Работа модуля АЦП в SLEEP режиме микроконтроллера
 - $DNL = \pm 1Lsb$, $INL = \pm 1Lsb$
- Программируемый детектор пониженного напряжения (PLVD)
 - При обнаружении снижения напряжения возможна генерация прерываний
- Программируемый сброс по снижению напряжения питания

Особенности микроконтроллеров

- 100 000 гарантированных циклов стирание/запись памяти программ
- 1 000 000 гарантированных циклов стирание/запись EEPROM памяти данных
- Возможность самопрограммирования
- Сброс по включению питания (POR), таймер включения питания (PWRT), таймер запуска генератора (OST)
- Сторожевой таймер WDT с отдельным RC генератором
- Программируемая защита кода программы
- Режим пониженного энергопотребления и режим SLEEP
- Выбор режима работы тактового генератора, включая:
 - 4 x PLL (от основного генератора)
 - Вторичный генератор (32кГц)
- Внутрисхемное программирование по двухпроводной линии (ICSP) с одним напряжением питания 5В
- Внутрисхемная отладка по двухпроводной линии (ICD)

КМОП технология

- Высокоскоростная энергосберегающая КМОП технология
- Полностью статическая архитектура
- Широкий диапазон напряжений питания (от 2.0В до 5.5В)
- Промышленный и расширенный температурные диапазоны

Содержание

7. Аппаратное умножение 8x8	3
7.1 Введение	3
7.2 Операции умножения	3
8. Прерывания	6
8.1 Регистры INTCON	8
8.2 Регистры PIR	11
8.3 Регистры PIE	13
8.4 Регистры IRP	15
8.5 Регистр RCON	17
8.6 Внешние прерывания INT	18
8.7 Прерывание от TMR0	18
8.8 Прерывание по изменению сигнала на входах PORTB	18
8.9 Сохранение контекста	18

7. Аппаратное умножение 8x8

7.1 Введение

АЛУ микроконтроллеров PIC18FXX2 содержит модуль аппаратного умножения 8x8. Операция умножения выполняется за один машинный цикл. Результатом является беззнаковое 16-разрядное число, которое сохраняется в спаренном регистре PRODH:PRODL. Умножение не изменяет состояние флагов регистра STATUS.

Использование аппаратного умножения 8x8 дает следующие преимущества:

- Более высокая вычислительная мощность
- Уменьшение кода программы на алгоритмы умножения

Увеличение вычислительной мощности позволяет использовать микроконтроллеры PIC18FXX2 в приложениях, в которых применяются DSP.

В таблице 7-1 представлено сравнение выполнения некоторых функций при использовании аппаратного умножения и реализации умножения программным способом.

Таблица 7-1. Сравнение операций умножения

Умножение	Метод умножения	Память программ (слов)	Циклов (макс.)	Длительность		
				@ 40МГц	@ 10МГц	@ 4МГц
8 x 8 unsigned	Без аппаратного умножения	13	69	6.9мкс	27.6мкс	69мкс
	С аппаратным умножением	1	1	100нс	400нс	1мкс
8 x 8 signed	Без аппаратного умножения	33	91	9.1мкс	36.4мкс	91мкс
	С аппаратным умножением	6	6	600нс	2.4мкс	6мкс
16 x 16 unsigned	Без аппаратного умножения	21	242	24.2мкс	96.8мкс	242мкс
	С аппаратным умножением	24	24	2.4мкс	9.6мкс	24мкс
16 x 16 signed	Без аппаратного умножения	52	254	25.4мкс	102.6мкс	254мкс
	С аппаратным умножением	36	36	3.6мкс	14.4мкс	36мкс

7.2 Операции умножения

В примере 7-1 показана последовательность действий для выполнения беззнакового умножения 8x8. Для этой операции необходимо только одна команда микроконтроллера, если один из параметров уже загружен в WREG.

В примере 7-2 показана последовательность команд для выполнения знакового умножения 8x8. Чтобы получить знак результата, необходимо проверить старший бит каждого байта.

Пример 7-1. Последовательность команд для выполнения без знакового умножения 8x8

```
MOVWF ARG1, W      ;
MULWF ARG2         ; ARG1 * ARG2 ->
                   ; PRODH:PRODL
```

Пример 7-2. Последовательность команд для выполнения знакового умножения 8x8

```
MOVWF ARG1, W      ;
MULWF ARG2         ; ARG1 * ARG2 ->
                   ; PRODH:PRODL

BTFSC ARG2, SB     ; Проверка знакового бита
SUBWF PRODH, F     ; PRODH = PRODH
                   ; - ARG1

MOVWF ARG2, W      ;
BTFSC ARG1, SB     ; Проверка знакового бита
SUBWF PRODH, F     ; PRODH = PRODH
                   ; - ARG2
```

Операция беззнакового умножения 16x16 представлена в примере 7-3. В уравнении 7-1 показан алгоритм вычислений. 32-разрядный результат сохраняется в четырех регистрах RES3:RES0.

Уравнение 7-1. Алгоритм без знакового умножения 16x16

$$\begin{aligned}
 \text{RES3:RES0} &= \text{ARG1H:ARG1L} \times \text{ARG2H:ARG2L} \\
 &= (\text{ARG1H} \times \text{ARG2H} \times 2^{16}) + \\
 &\quad (\text{ARG1H} \times \text{ARG2L} \times 2^8) + \\
 &\quad (\text{ARG1L} \times \text{ARG2H} \times 2^8) + \\
 &\quad (\text{ARG1L} \times \text{ARG2L})
 \end{aligned}$$

Пример 7-3. Последовательность команд для выполнения без знакового умножения 16x16

```

MOVWF    ARG1L, W
MULWF    ARG2L           ; ARG1L * ARG2L ->
                        ; PRODH:PRODL

MOVFF    PRODH, RES1    ;
MOVFF    PRODL, RES0    ;
                        ;

MOVWF    ARG1H, W
MULWF    ARG2H           ; ARG1H * ARG2H ->
                        ; PRODH:PRODL

MOVFF    PRODH, RES3    ;
MOVFF    PRODL, RES2    ;
                        ;

MOVWF    ARG1L, W
MULWF    ARG2H           ; ARG1L * ARG2H ->
                        ; PRODH:PRODL

MOVWF    PRODL, W
ADDWF    RES1, F        ; Прибавить к
MOVWF    PRODH, W        ; результату
ADDWFC   RES2, F        ;
CLRF     WREG           ;
ADDWFC   RES3, F        ;
                        ;

MOVWF    ARG1H, W
MULWF    ARG2L           ; ARG1H * ARG2L ->
                        ; PRODH:PRODL

MOVWF    PRODL, W
ADDWF    RES1, F        ; Прибавить к
MOVWF    PRODH, W        ; результату
ADDWFC   RES2, F        ;
CLRF     WREG           ;
ADDWFC   RES3, F        ;

```

Последовательность команд для операции знакового умножения 16x16 показана в примере 7-4. В уравнении 7-1 смотрите алгоритм вычислений. 32-разрядный результат сохраняется в четырех регистрах RES3:RES0. Чтобы получить знак результата, необходимо проверить старший бит каждого 16-разрядного слова.

Уравнение 7-2. Алгоритм знакового умножения 16x16
$$\begin{aligned}
 & \text{RES3:RES0} \\
 & = \text{ARG1H:ARG1L} \times \text{ARG2H:ARG2L} \\
 & = (\text{ARG1H} \times \text{ARG2H} \times 2^{16}) + \\
 & \quad (\text{ARG1H} \times \text{ARG2L} \times 2^8) + \\
 & \quad (\text{ARG1L} \times \text{ARG2H} \times 2^8) + \\
 & \quad (\text{ARG1L} \times \text{ARG2L}) + \\
 & \quad (-1 \times \text{ARG2H} \langle 7 \rangle \times \text{ARG1H:ARG1L} \times 2^{16}) + \\
 & \quad (-1 \times \text{ARG1H} \langle 7 \rangle \times \text{ARG2H:ARG2L} \times 2^{16})
 \end{aligned}$$

Пример 7-4. Последовательность команд для выполнения знакового умножения 16x16

```

MOVWF    ARG1L, W
MULWF    ARG2L           ; ARG1L * ARG2L ->
                        ; PRODH:PRODL

MOVFF    PRODH, RES1
MOVFF    PRODL, RES0
;

MOVWF    ARG1H, W
MULWF    ARG2H           ; ARG1H * ARG2H ->
                        ; PRODH:PRODL

MOVFF    PRODH, RES3
MOVFF    PRODL, RES2
;

MOVWF    ARG1L, W
MULWF    ARG2H           ; ARG1L * ARG2H ->
                        ; PRODH:PRODL

MOVWF    PRODL, W
ADDWF    RES1, F         ; Прибавить к
MOVWF    PRODH, W         ; результату
ADDWFC   RES2, F
CLRF     WREG
ADDWFC   RES3, F
;

MOVWF    ARG1H, W
MULWF    ARG2L           ; ARG1H * ARG2L ->
                        ; PRODH:PRODL

MOVWF    PRODL, W
ADDWF    RES1, F         ; Прибавить к
MOVWF    PRODH, W         ; результату
ADDWFC   RES2, F
CLRF     WREG
ADDWFC   RES3, F
;

BTFSS    ARG2H, 7        ; ARG2H:ARG2L отрицательный?
BRA      SIGN_ARG1      ; нет, проверка ARG1
MOVWF    ARG1L, W
SUBWF    RES2
MOVWF    ARG1H, W
SUBWFB   RES3
;

SIGN_ARG1
BTFSS    ARG1H, 7        ; ARG1H:ARG1L отрицательный?
BRA      CONT_CODE      ; нет, завершить
MOVWF    ARG2L, W
SUBWF    RES2
MOVWF    ARG2H, W
SUBWFB   RES3
;

CONT_CODE
:
```

8. Прерывания

Микроконтроллеры PIC18FXX2 имеют несколько источников прерываний и функцию приоритетной системы прерываний, которая позволяет для каждого источника прерываний назначить высокий или низкий приоритет. При возникновении прерывания с высоким приоритетом происходит переход по вектору 000008h, а при возникновении прерывания с низким приоритетом – 000018h. Прерывание с высоким приоритетом приостанавливает обработку прерываний с низким приоритетом.

В PIC18FXX2 предусмотрено 10 регистров специального назначения для управления прерываниями:

- RCON
- INTCON
- INTCON2
- INTCON3
- PIR1, PIR2
- PIE1, PIE2
- IPR1, IPR2

Рекомендуется использовать файлы *.inc, которые входят в состав MPLAB-IDE, для символического обозначения регистров. Это позволяет ассемблеру/компилятору автоматически корректировать расположение управляющих битов в регистрах специального назначения.

Каждому источнику прерываний соответствует три управляющих бита:

- Флаг прерываний, указывает на то, что выполнено условие возникновения прерывания
- Бит разрешения прерывания, разрешает переход по вектору прерывания при установке соответствующего флага
- Бит приоритета, выбор низкого или высокого приоритета прерывания

Приоритетная система прерываний включена, если бит IPEN(RCON<7>) установлен в '1'. Для приоритетной системы прерываний предусмотрено два бита глобального разрешения прерываний. Установка в '1' бита GIEH(INTCON<7>) разрешает прерывания с высоким приоритетом (бит приоритета этих прерываний должен быть установлен). Если бит GIEL(INTCON<6>) установлен в '1', то разрешены все прерывания с низким приоритетом (бит приоритета этих прерываний должен быть сброшен). Когда флаг разрешенного прерывания установлен в '1' и разрешены прерывания соответствующего приоритета, происходит переход по вектору 000008h или 000018h в зависимости от приоритетности прерывания. Отдельные прерывания могут быть запрещены сбросом соответствующего бита разрешения.

Когда бит IPEN=0 (состояние по умолчанию), приоритетная система прерываний выключена (система прерываний совместима с микроконтроллерами PICmicro среднего семейства). В этом режиме биты приоритета прерываний не имеют никакого значения. INTCON<6> - PEIE, разрешает/запрещает все периферийные прерывания. INTCON<7> - GIE, бит глобального разрешения прерываний. При возникновении прерывания всегда происходит переход по вектору 000008h.

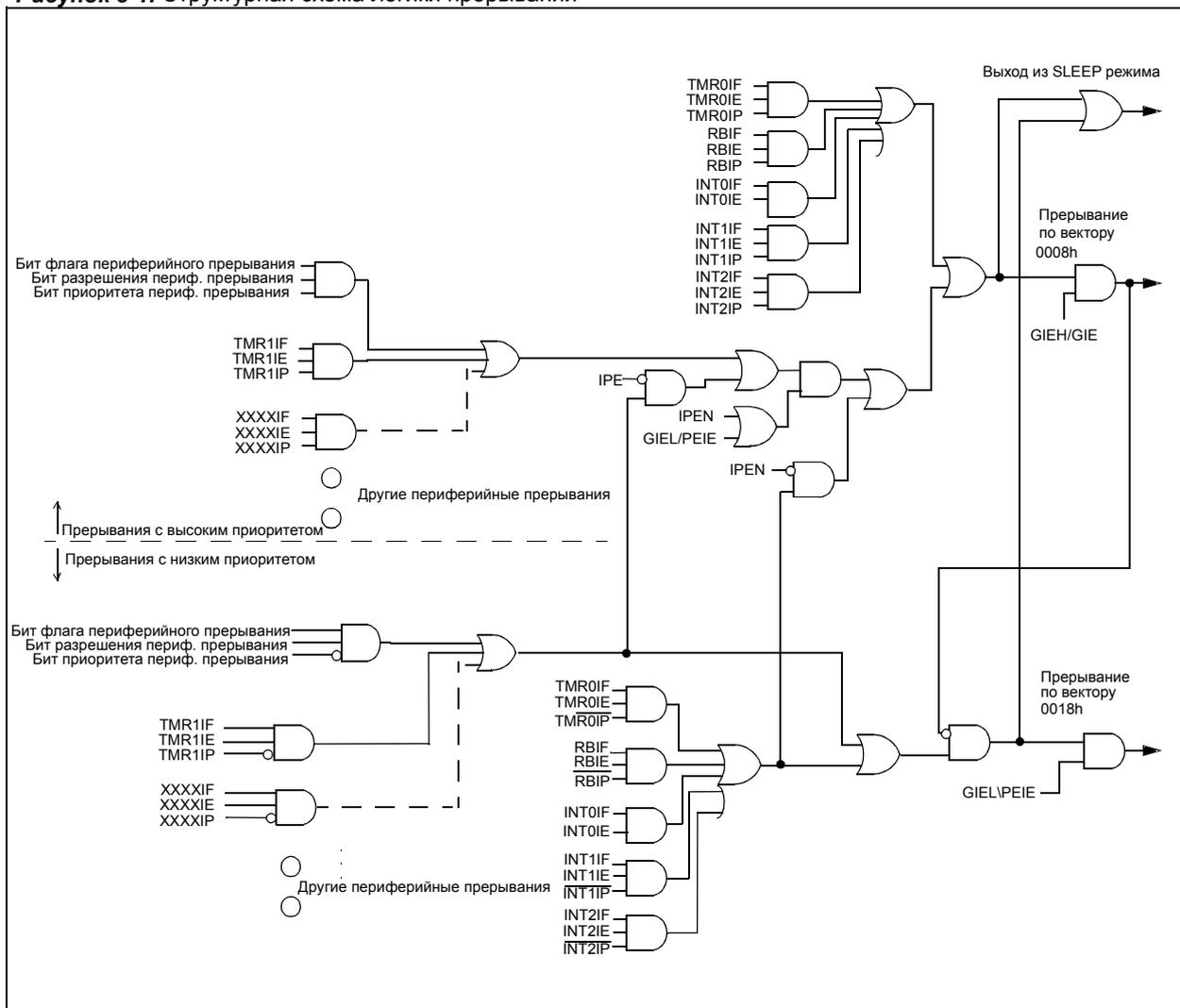
При переходе на обработку прерываний бит глобального разрешения прерываний сбрасывается, чтобы запретить прерывания соответствующего приоритета. Если бит IPEN=0, то это бит GIE. Если приоритетная система прерываний включена, то это один из битов GIEH или GIEL. Прерывания с высоким приоритетом могут приостанавливать обработку прерываний с низким приоритетом.

Адрес возврата помещается в вершину стека, а в счетчик команд PC помещается вектор прерываний (000008h или 000018h). В обработчике прерываний конкретный источник прерываний может быть определен проверкой соответствующих флагов. Флаги прерываний должны быть сброшены в обработчике прерываний для предотвращения повторного перехода на обработку прерывания.

Выход из обработки прерываний необходимо выполнять командой RETFIE, по которой будет установлен соответствующий бит глобального разрешения прерываний (GIE, GIEH или GIEL).

Время перехода на обработку прерываний от внешних источников (прерывания INT, изменение уровня сигнала на входах PORTB и др.) составляет три, четыре цикла команд. Время перехода не зависит от типа выполняемой команды (однословная или двухсловная). Флаги прерываний устанавливаются вне зависимости от состояния битов глобального и индивидуального разрешения прерываний.

Рисунок 8-1. Структурная схема логики прерываний



8.1 Регистры INTCON

Регистры INTCON доступны для записи и чтения, они содержат биты разрешения прерываний, флаги прерываний и биты приоритета.

Примечание. Флаги прерываний устанавливаются при возникновении условий прерываний вне зависимости от соответствующих битов разрешения и бита общего разрешения прерываний. Это позволяет выполнять программный контроль возникновения условия прерываний. Необходимо заботиться о том, чтобы флаг прерывания был сброшен перед разрешением прерывания.

Регистр 8-1. Регистр INTCON

R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0
GIE/GIEH	PEIE/GIEL	TMR0IE	INT0IE	RBIE	TMR0IF	INT0IF	RBIF
Бит 7							Бит 0

- Бит 7 **GIE/GIEH:** Бит глобального разрешения прерываний
IPEN=0
 1 = разрешены все немаскированные прерывания
 0 = все прерывания запрещены
- IPEN=1
 1 = разрешены прерывания с высоким приоритетом
 0 = все прерывания с высоким приоритетом запрещены
- Бит 6 **PEIE/GIEL:** Разрешение периферийных прерываний
IPEN=0
 1 = разрешены все периферийные немаскированные прерывания
 0 = все периферийные прерывания запрещены
- IPEN=1
 1 = разрешены прерывания с низким приоритетом
 0 = все прерывания с низким приоритетом запрещены
- Бит 5 **TMR0IE:** Разрешение прерывания по переполнению TMR0
 1 = разрешено прерывание по переполнению TMR0
 0 = прерывание по переполнению TMR0 запрещено
- Бит 4 **INT0IE:** Разрешение внешнего прерывания INT0
 1 = внешнее прерывание INT0 разрешено
 0 = внешнее прерывание INT0 запрещено
- Бит 3 **RBIE:** Разрешение прерывания по изменению уровня сигнала на входах PORTB
 1 = разрешено прерывание по изменению уровня сигнала на входах PORTB
 0 = запрещено прерывание по изменению уровня сигнала на входах PORTB
- Бит 2 **TMR0IF:** Флаг прерывания переполнения таймера TMR0
 1 = произошло переполнение таймера TMR0 (сбрасывается программно)
 0 = переполнение таймера TMR0 не происходило
- Бит 1 **INT0IF:** Флаг внешнего прерывания INT0
 1 = выполнено условие внешнего прерывания INT0 (сбрасывается программно)
 0 = условие внешнего прерывания INT0 не выполнено
- Бит 0 **RBIF:** Флаг прерывания по изменению уровня сигнала на входах PORTB
 1 = зафиксировано изменение уровня сигнала на одном из входов RB7:RB4 (сбрасывается программно)
 0 = уровень сигнала на входах RB7:RB4 не изменялся

Примечание. Несоответствие входного сигнала и сохраненного значения будет устанавливать флаг RBIF в '1'. Чтение регистра PORTB снимет условие несоответствия и позволит сбросить флаг RBIF.

Обозначения			
R = чтение бита	W = запись бита	U = не используется, читается как '0'	
- n = значение после POR	'1' = бит установлен	'0' = бит сброшен	X = неизвестное сост.

Регистр 8-2. Регистр INTCON2

R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	U - 0	R/W - 1	U - 0	R/W - 1
-RBPU	INTEDG0	INTEDG1	INTEDG2	-	TMR0IP	-	RBIP
Бит 7							Бит 0

- Бит 7 **-RBPU:** Включение подтягивающих резисторов на входах PORTB
 1 = все подтягивающие резисторы выключены
 0 = подтягивающие резисторы включены на выводах PORTB, настроенных как вход
- Бит 6 **INTEDG0:** Выбор активного фронта внешнего прерывания INT0
 1 = прерывание по переднему фронту сигнала
 0 = прерывание по заднему фронту сигнала
- Бит 5 **INTEDG1:** Выбор активного фронта внешнего прерывания INT1
 1 = прерывание по переднему фронту сигнала
 0 = прерывание по заднему фронту сигнала
- Бит 4 **INTEDG2:** Выбор активного фронта внешнего прерывания INT2
 1 = прерывание по переднему фронту сигнала
 0 = прерывание по заднему фронту сигнала
- Бит 3 **Не используется:** Читается как '0'
- Бит 2 **TMR0IP:** Выбор приоритета прерывания по переполнению таймера TMR0
 1 = высокий приоритет
 0 = низкий приоритет
- Бит 1 **Не используется:** Читается как '0'
- Бит 0 **RBIP:** Выбор приоритета прерывания по изменению уровня сигнала на входах PORTB
 1 = высокий приоритет
 0 = низкий приоритет

Обозначения			
R = чтение бита	W = запись бита	U = не используется, читается как '0'	
- n = значение после POR	'1' = бит установлен	'0' = бит сброшен	X = неизвестное сост.

Примечание. Флаги прерываний устанавливаются при возникновении условий прерываний вне зависимости от соответствующих битов разрешения и бита общего разрешения прерываний. Это позволяет выполнять программный контроль возникновения условия прерываний. Необходимо заботиться о том, чтобы флаг прерывания был сброшен перед разрешением прерывания.

Регистр 8-3. Регистр INTCON3

R/W - 1	R/W - 1	U - 0	R/W - 0	R/W - 0	U - 0	R/W - 0	R/W - 0
INT2IP	INT1IP	-	INT2IE	INT1IE	-	INT2IF	INT1IF
Бит 7						Бит 0	

- Бит 7 **INT2IP:** Выбор приоритета внешнего прерывания INT2
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет
- Бит 6 **INT1IP:** Выбор приоритета внешнего прерывания INT1
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет
- Бит 5 **Не используется:** Читается как '0'
- Бит 4 **INT2IE:** Разрешение внешнего прерывания INT2
1 = внешнее прерывание INT2 разрешено
0 = внешнее прерывание INT2 запрещено
- Бит 3 **INT1IE:** Разрешение внешнего прерывания INT1
1 = внешнее прерывание INT1 разрешено
0 = внешнее прерывание INT1 запрещено
- Бит 2 **Не используется:** Читается как '0'
- Бит 1 **INT2IF:** Флаг внешнего прерывания INT2
1 = выполнено условие внешнего прерывания INT2 (сбрасывается программно)
0 = условие внешнего прерывания INT2 не выполнено
- Бит 0 **INT1IF:** Флаг внешнего прерывания INT1
1 = выполнено условие внешнего прерывания INT1 (сбрасывается программно)
0 = условие внешнего прерывания INT1 не выполнено

Обозначения			
R = чтение бита	W = запись бита	U = не используется, читается как '0'	
- n = значение после POR	'1' = бит установлен	'0' = бит сброшен	X = неизвестное сост.

Примечание. Флаги прерываний устанавливаются при возникновении условий прерываний вне зависимости от соответствующих битов разрешения и бита общего разрешения прерываний. Это позволяет выполнять программный контроль возникновения условия прерываний. Необходимо заботиться о том, чтобы флаг прерывания был сброшен перед разрешением прерывания.

8.2 Регистры PIR

Регистры PIR содержат индивидуальные флаги периферийных прерываний. В соответствии с числом периферийных прерываний реализовано два регистра PIR1 и PIR2.

Примечания:

1. Флаги прерываний устанавливаются при возникновении условий прерываний вне зависимости от соответствующих битов разрешения и бита глобального разрешения прерываний GIE(INTCON<7>).

2. Пользователь может выполнять программный контроль возникновения условия прерываний. Необходимо заботиться о том, чтобы флаг прерывания был сброшен перед разрешением прерывания и после обработки прерывания.

Регистр 8-4. Регистр флагов периферийных прерываний PIR1

R/W - 0	R/W - 0	R - 0	R - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0
PSPIF ¹	ADIF	RCIF	TXIF	SSPIF	CCP1IF	TMR2IF	TMR1IF
						Бит 0	
							Бит 7

- Бит 7 **PSPIF¹**: Флаг прерывания ведомого параллельного порта PSP
 1 = произошла операция чтения или записи (сбрасывается программно)
 0 = операции чтения или записи не выполнялись
- Бит 6 **ADIF**: Флаг прерывания от модуля АЦП
 1 = преобразование АЦП завершено (сбрасывается программно)
 0 = преобразование АЦП не завершено
- Бит 5 **RCIF**: Флаг прерывания от приемника USART
 1 = буфер приемника USART полон (сбрасывается чтением регистра RCREG)
 0 = буфер приемника USART пуст
- Бит 4 **TXIF**: Флаг прерывания от передатчика USART
 1 = буфер передатчика USART пуст (сбрасывается записью в регистр TXREG)
 0 = буфер передатчика USART полон
- Бит 3 **SSPIF**: Флаг прерываний от модуля MSSP
 1 = выполнено условие возникновения прерывания от модуля SSP (сбрасывается программно)
 0 = условие возникновения прерывания от модуля SSP не выполнено
- Бит 2 **CCP1IF**: Флаг прерывания от модуля CCP1
Режим захвата
 1 = выполнен захват значения TMR1 (сбрасывается программно)
 0 = захвата значения TMR1 не происходило

Режим сравнения
 1 = значение TMR1 достигло указанного в регистрах сравнения (сбрасывается программно)
 0 = значение TMR1 не достигло указанного в регистрах сравнения

ШИМ режим
 Не используется
- Бит 1 **TMR2IF**: Флаг прерывания переполнения таймера TMR2
 1 = произошло переполнение таймера TMR2 (сбрасывается программно)
 0 = переполнение таймера TMR2 не происходило
- Бит 0 **TMR1IF**: Флаг прерывания переполнения таймера TMR1
 1 = произошло переполнение таймера TMR0 (сбрасывается программно)
 0 = переполнение таймера TMR1 не происходило

Примечание 1. Бит PSPIF в микроконтроллерах PIC18F2X2 не реализован, при записи должен равняться '0'.

Обозначения			
R = чтение бита	W = запись бита	U = не используется, читается как '0'	
- n = значение после POR	'1' = бит установлен	'0' = бит сброшен	X = неизвестное сост.

Регистр 8-5. Регистр флагов периферийных прерываний PIR2

U - 0	U - 0	U - 0	R/W - 0				
-	-	-	EEIF	BCLIF	LVDIF	TMR3IF	CCP2IF
Бит 7							Бит 0

Бит 7-5 **Не используется:** Читается как '0'

Бит 4 **EEIF:** Флаг прерывания по окончании записи в EEPROM данных / Flash памяти программ
 1 = запись данных завершена (сбрасывается программно)
 0 = запись данных не завершена или не была начата

Бит 3 **BCLIF:** Флаг прерываний возникновения коллизий на шине
 1 = на шине обнаружены коллизии (сбрасывается программно)
 0 = коллизий не обнаружено

Бит 2 **LVDIF:** Флаг прерывания от детектора пониженного напряжения
 1 = обнаружено снижение напряжения питания (сбрасывается программно)
 0 = напряжение питания выше установленного значения

Бит 1 **TMR3IF:** Флаг прерывания переполнения таймера TMR3
 1 = произошло переполнение таймера TMR3 (сбрасывается программно)
 0 = переполнение таймера TMR3 не происходило

Бит 0 **CCP2IF:** Флаг прерывания от модуля CCP2
Режим захвата
 1 = выполнен захват значения TMR1 (сбрасывается программно)
 0 = захвата значения TMR1 не происходило

Режим сравнения
 1 = значение TMR1 достигло указанного в регистрах сравнения (сбрасывается программно)
 0 = значение TMR1 не достигло указанного в регистрах сравнения

ШИМ режим
 Не используется

Обозначения			
R = чтение бита	W = запись бита	U = не используется, читается как '0'	
- n = значение после POR	'1' = бит установлен	'0' = бит сброшен	X = неизвестное сост.

8.3 Регистры PIE

Регистры PIE содержат индивидуальные биты разрешения периферийных прерываний. В соответствии с числом периферийных прерываний реализовано два регистра PIE1 и PIE2. Если бит IPEN=0, то для разрешения периферийных прерываний необходимо установить бит PEIE.

Регистр 8-6. Регистр разрешения периферийных прерываний PIE1

R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0	R/W - 0
PSPIE ¹	ADIE	RCIE	TXIE	SSPIE	CCP1IE	TMR2IE	TMR1IE
Бит 7						Бит 0	

Бит 7 **PSPIE¹**: Разрешение прерывания от ведомого параллельного порта PSP
 1 = прерывание разрешено
 0 = прерывание запрещено

Бит 6 **ADIE**: Разрешение прерывания от модуля АЦП
 1 = прерывание разрешено
 0 = прерывание запрещено

Бит 5 **RCIE**: Разрешение прерывания от приемника USART
 1 = прерывание разрешено
 0 = прерывание запрещено

Бит 4 **TXIE**: Разрешение прерывания от передатчика USART
 1 = прерывание разрешено
 0 = прерывание запрещено

Бит 3 **SSPIE**: Разрешение прерываний от модуля MSSP
 1 = прерывание разрешено
 0 = прерывание запрещено

Бит 2 **CCP1IE**: Разрешение прерывания от модуля CCP1
 1 = прерывание разрешено
 0 = прерывание запрещено

Бит 1 **TMR2IE**: Разрешение прерывания по переполнению таймера TMR2
 1 = прерывание разрешено
 0 = прерывание запрещено

Бит 0 **TMR1IE**: Разрешение прерывания по переполнению таймера TMR1
 1 = прерывание разрешено
 0 = прерывание запрещено

Примечание 1. Бит PSPIE в микроконтроллерах PIC18F2X2 не реализован, при записи должен равняться '0'.

Обозначения			
R = чтение бита	W = запись бита	U = не используется, читается как '0'	
- n = значение после POR	'1' = бит установлен	'0' = бит сброшен	X = неизвестное сост.

Регистр 8-7. Регистр разрешения периферийных прерываний PIE2

U - 0	U - 0	U - 0	R/W - 0				
-	-	-	EEIE	BCLIE	LVDIE	TMR3IE	CCP2IE
Бит 7							Бит 0

Бит 7-5 **Не используется:** Читается как '0'

Бит 4 **EEIE:** Разрешение прерывания по окончании записи в EEPROM данных / Flash памяти программ

1 = прерывание разрешено
0 = прерывание запрещено

Бит 3 **BCLIE:** Разрешение прерываний при возникновении коллизий на шине

1 = прерывание разрешено
0 = прерывание запрещено

Бит 2 **LVDIE:** Разрешение прерывания от детектора пониженного напряжения

1 = прерывание разрешено
0 = прерывание запрещено

Бит 1 **TMR3IE:** Разрешение прерывания по переполнению таймера TMR3

1 = прерывание разрешено
0 = прерывание запрещено

Бит 0 **CCP2IE:** Разрешение прерывания от модуля CCP2

1 = прерывание разрешено
0 = прерывание запрещено

Обозначения			
R = чтение бита	W = запись бита	U = не используется, читается как '0'	
- n = значение после POR	'1' = бит установлен	'0' = бит сброшен	X = неизвестное сост.

8.4 Регистры IRP

Регистры IRP содержат индивидуальные биты приоритета периферийных прерываний. В соответствии с числом периферийных прерываний реализовано два регистра IRP1 и IRP2. Для включения приоритетной системы прерываний необходимо, чтобы бит IPEN был установлен в '1'.

Регистр 8-8. Регистр приоритета периферийных прерываний IRP1

R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1	R/W - 1
PSP1P ¹	ADIP	RCIP	TXIP	SSPIP	CCP1IP	TMR2IP	TMR1IP
Бит 7						Бит 0	

Бит 7 **PSP1P¹**: Выбор приоритета прерывания от ведомого параллельного порта PSP
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Бит 6 **ADIP**: Выбор приоритета прерывания от модуля АЦП
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Бит 5 **RCIP**: Выбор приоритета прерывания от приемника USART
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Бит 4 **TXIP**: Выбор приоритета прерывания от передатчика USART
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Бит 3 **SSPIP**: Выбор приоритета прерываний от модуля MSSP
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Бит 2 **CCP1IP**: Выбор приоритета прерывания от модуля CCP1
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Бит 1 **TMR2IP**: Выбор приоритета прерывания по переполнению таймера TMR2
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Бит 0 **TMR1IP**: Выбор приоритета прерывания по переполнению таймера TMR1
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Примечание 1. Бит PSP1P в микроконтроллерах PIC18F2X2 не реализован, при записи должен равняться '1'.

Обозначения			
R = чтение бита	W = запись бита	U = не используется, читается как '0'	
- n = значение после POR	'1' = бит установлен	'0' = бит сброшен	X = неизвестное сост.

Регистр 8-9. Регистр приоритета периферийных прерываний IRP2

U - 0	U - 0	U - 0	R/W - 1				
-	-	-	EEIP	BCLIP	LVDIP	TMR3IP	CCP2IP
Бит 7							Бит 0

Бит 7-5 **Не используется:** Читается как '0'

Бит 4 **EEIP:** Выбор приоритета прерывания по окончании записи в EEPROM данных / Flash памяти программ
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Бит 3 **BCLIP:** Выбор приоритета прерываний при возникновении коллизий на шине
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Бит 2 **LVDIP:** Выбор приоритета прерывания от детектора пониженного напряжения
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Бит 1 **TMR3IP:** Выбор приоритета прерывания по переполнению таймера TMR3
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Бит 0 **CCP2IP:** Выбор приоритета прерывания от модуля CCP2
1 = высокий приоритет
0 = низкий приоритет

Обозначения

R = чтение бита

W = запись бита

U = не используется, читается как '0'

- n = значение после POR

'1' = бит установлен

'0' = бит сброшен

X = неизвестное сост.

8.5 Регистр RCON

Регистр RCON содержит бит включения приоритетной системы прерываний (IPEN).

Регистр 8-10. Регистр RCON

R/W - 0	U - 0	U - 0	R/W - 1				
IPEN	-	-	-RI	-TO	-PD	-POR	-BOR
Бит 7							Бит 0

- Бит 7 **IPEN:** Разрешение приоритетной системы прерываний
 1 = приоритетная система прерываний разрешена
 0 = приоритетная система прерываний выключена (для совместимости с PIC16CXXX)
- Бит 6-5 **Не используется:** Читается как '0'
- Бит 4 **-RI:** Флаг выполнения команды RESET
 1 = команда RESET не выполнялась
 0 = сброс микроконтроллера произошел по выполнению команды RESET
 (бит должен быть установлен в '1' после сброса BOR)
- Бит 3 **-TO:** Флаг переполнения сторожевого таймера WDT
 1 = после сброса POR, выполнения команды CLRWDT или SLEEP
 0 = произошло переполнение WDT
- Бит 2 **-PD:** Флаг детектора выключения питания
 1 = после сброса POR или выполнения команды CLRWDT
 0 = после выполнения команды SLEEP
- Бит 1 **-POR:** Флаг сброса по включению питания POR
 1 = сброса по включению питания не происходило
 0 = произошел сброс по включению питания
 (бит должен быть установлен в '1' после сброса POR)
- Бит 0 **-BOR:** Флаг сброса по снижению напряжения питания
 1 = сброса по снижению напряжения питания не происходило
 0 = произошел сброс по снижению напряжения питания
 (бит должен быть установлен в '1' после сброса BOR)

Обозначения			
R = чтение бита	W = запись бита	U = не используется, читается как '0'	
- n = значение после POR	'1' = бит установлен	'0' = бит сброшен	X = неизвестное сост.

8.6 Внешние прерывания INT

Внешние прерывания с входов RB0/INT0, RB1/INT1 и RB2/INT2 происходит: по переднему фронту сигнала, если бит INTEDGx (регистр INTCON2) установлен в '1'; по заднему фронту, если бит INTEDGx сброшен в '0'. При появлении ожидаемого фронта сигнала на входе RBx/INTx устанавливается флаг прерываний INTxF. Прерывание может быть запрещено сбросом бита INTxE. Флаг прерывания INTxF должен быть сброшен программно в обработчике прерываний, перед разрешением прерываний. Все внешние прерывания (INT0, INT1 и INT2) могут вывести микроконтроллер из режима SLEEP, если бит INTxE был установлен в '1' до перехода в режим SLEEP. Если разрешены прерывания (GIE=1), то произойдет переход по вектору прерывания.

Приоритет прерываний INT1, INT2 определяется битами INT1IP(INTCON3<6>), INT2IP(INTCON3<7>) соответственно. Обратите внимание, что внешние прерывание INT0 не имеет бита приоритета. Прерывание INT0 всегда с высоким приоритетом.

8.7 Прерывание от TMR0

В 8-разрядном режиме таймера TMR0 (режим по умолчанию) при переполнении регистра TMR0 (переход от FFh к 00h) происходит установка флага прерываний TMR0IF. В 16-разрядном режиме флаг прерывания TMR0IF устанавливается в '1', когда происходит переполнение сдвоенного регистра TMR0H:TMR0L (переход от FFFFh к 0000h). Прерывание может быть разрешено/запрещено битом TMR0IE (INTCON<5>). Приоритет прерывания по переполнению таймера TMR0 определяется битом TMR0IP (INTCON2<2>). Дополнительную информацию по работе таймера смотрите в разделе 10.

8.8 Прерывание по изменению сигнала на входах PORTB

Изменение логического уровня сигнала на входах RB7:RB4 вызывает установки флага прерываний RBIF(INTCON<0>). Прерывание может быть разрешено/запрещено битом RBIE (INTCON<3>). Приоритет прерывания определяется битом RBIP (INTCON2<0>).

8.9 Сохранение контекста

При переходе на обработку прерываний в стеке сохраняется только адрес возврата. Дополнительно в стеке могут быть сохранены значения регистров WREG, STATUS, BSR. Если быстрое возвращение из прерываний не используется (смотрите раздел 4.3), то значения регистров WREG, STATUS, BSR сохраняется программным способом. В зависимости от приложения могут сохраняться и другие регистры. В примере 8-1 представлены операции сохранения и восстановления значений регистров WREG, STATUS, BSR при обработке прерываний.

Пример 8-1. Сохранение и восстановление значений регистров WREG, STATUS, BSR при обработке прерываний.

```
MOVWF    W_TEMP           ; Сохранение W_
MOVFF   STATUS, STATUS_TEMP ; Сохранение STATUS_TEMP
MOVFF   BSR, BSR_TEMP     ; Сохранение BSR;
; USER ISR CODE
;
MOVFF   BSR_TEMP, BSR     ; Восстановление BSR
MOVF    W_TEMP, W         ; Восстановление WREG
MOVFF   STATUS_TEMP, STATUS ; Восстановление STATUS
```

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.