

Справочник по среднему семейству микроконтроллеров PICmicro™

Раздел 24. Модуль интегрирующего АЦП

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contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates.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

24.1 Введение	4
24.2 Управляющие регистры	5
24.3 Работа модуля АЦП	8
24.3.1 Модуль таймера АЦП (ADTMR).....	9
24.3.2 Работа в SLEEP режиме микроконтроллера.....	10
24.3.3 Эффект сброса	10
24.3.4 Компаратор АЦП.....	10
24.3.5 Аналоговый мультиплексор	10
24.3.6 Программируемый источник тока	10
24.3.7 Разрядность АЦП, быстродействие, диапазон напряжений, выбор конденсатора.....	11
24.4 Другие аналоговые модули.....	13
24.4.1 Прецизионный источник опорного напряжения	13
24.4.2 Делитель опорного напряжения	13
24.5 Калибровочные параметры	14
24.5.1 Использование калибровочных констант	14
24.5.2 Изменение параметров.....	14
24.5.3 Программирование микроконтроллеров.....	14
24.6 Ответы на часто задаваемые вопросы	15
24.7 Дополнительная литература	16

24.1 Введение

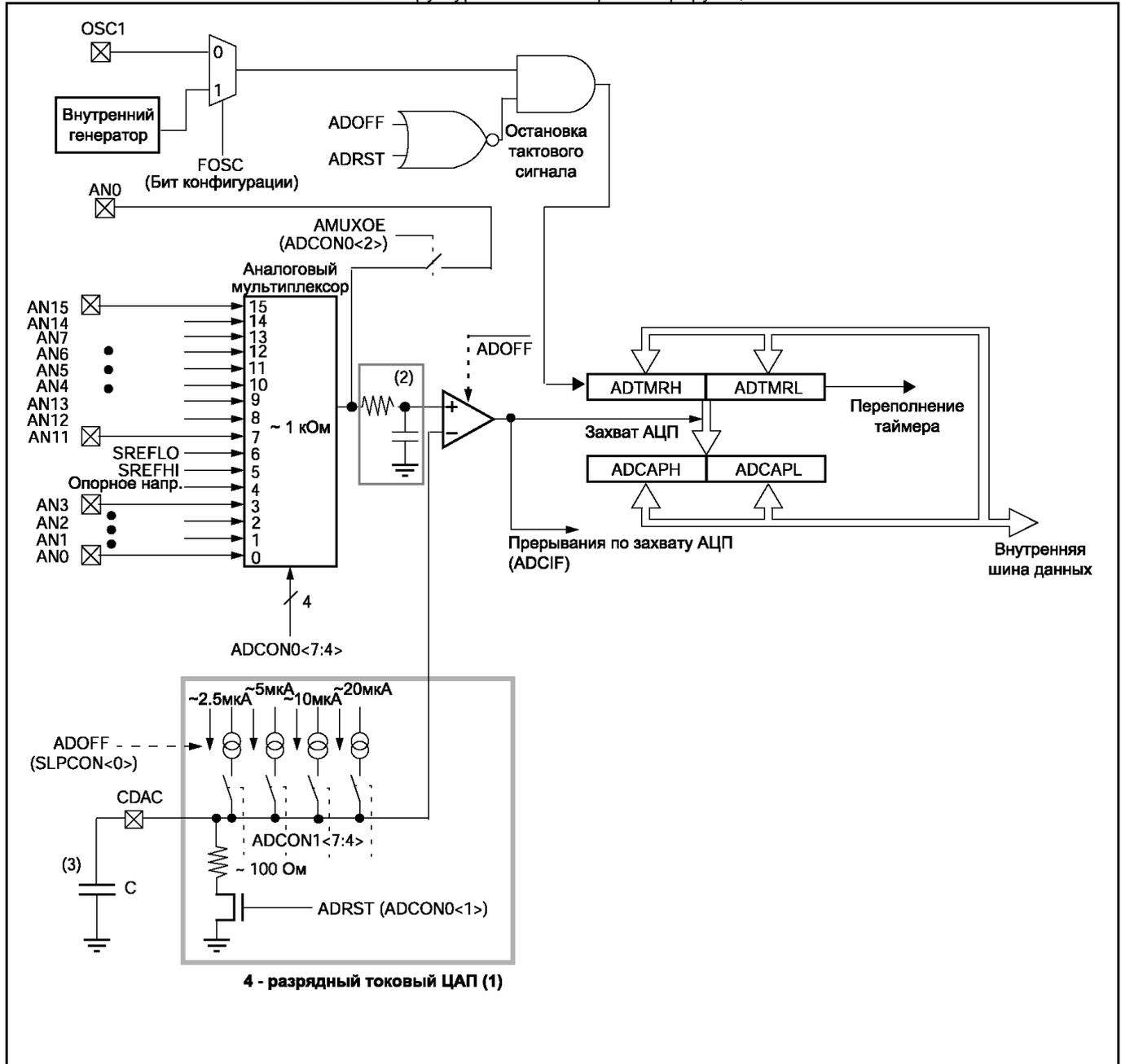
Для реализации модуля АЦП микроконтроллер содержит следующие компоненты:

- Прецизионный компаратор;
- 4 - разрядный программируемый источник тока;
- 16-ти канальный аналоговый мультиплексор;
- 16 - разрядный таймер с регистром захвата.

В этом разделе будет описано использования этих компонентов для реализации АЦП интегрирующего типа.

Каждый аналоговый канал мультиплицируется на единственный аналоговый вход, с которого выполняется преобразование сигнала в цифровую форму интегрирующим методом (используется один прецизионный компаратор). Программируемый источник тока заряжает внешний конденсатор, чтобы формировать линейно изменяющееся напряжение, используемое при преобразовании.

Рис.24-1 Структурная схема АЦП интегрирующего типа



Примечания:

1. Все источники тока выключены, если ADRST=1.
2. Постоянная времени приблизительно 3.5мкс.
3. Зависит от разрядности АЦП и диапазона напряжений входного сигнала.

24.2 Управляющие регистры

Модуль АЦП содержат два управляющих регистра ADCON0 и ADCON1, доступных для записи и чтения.

Регистр ADCON0:

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-1	R/W-0	
ADCS3	ADCS2	ADCS1	ADCS0	-	AMUXOE	ADRST	ADZERO	
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: **ADCS3:ADCS0**: Выбор аналогового канала

- 0000 = канал 0, (AN0)
- 0001 = канал 1, (AN1)
- 0010 = канал 2, (AN2)
- 0011 = канал 3, (AN3)
- 0100 = вход опорного напряжения
- 0101 = опорное напряжение SREFHI
- 0110 = программируемое опорное напряжение SREFLO
- 0111 = канал 11, (AN11)
- 1000 = канал 12, (AN12)
- 1001 = канал 13, (AN13)
- 1010 = канал 4, (AN4)
- 1011 = канал 5, (AN5)
- 1100 = канал 6, (AN6)
- 1101 = канал 7, (AN7)
- 1110 = канал 14, (AN14)
- 1111 = канал 15, (AN15)

Примечание. Для микроконтроллеров, в которых не реализованы все 16 каналов АЦП. Модуль АЦП аппаратно позволяет выполнять выборку нереализованных каналов.

бит 3: **Не используется:** читается как '0'

бит 2: **AMUXOE:** Подключение выхода мультиплексора к выводу AN0

- 1 = выход мультиплексора подключен к выводу AN0 (отменяет действие бита TRIS)
- 0 = вывод AN0 работает в обычном режиме

бит 1: **ADRST:** Бит сброса модуля АЦП

- 1 = остановить таймер АЦП, разрядить конденсатор токового ЦАП
- 0 = нормальный режим (выполняется преобразование)

бит 0: **ADZERO:** Управление выбором нуля АЦП

- 1 = разрешено обнуление по AN1 и AN5
- 0 = нормальный режим, выборка с каналов AN1 и AN5

Регистр **ADCON1**:

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADDAC3	ADDAC2	ADDAC1	ADDAC0	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
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: **ADDAC3:ADDAC0**: Биты управления источниками тока

0000 = все источники тока выключены
0001 = 2.25 мкА
0010 = 4.5 мкА
0011 = 6.75 мкА
0100 = 9 мкА
0101 = 11.25 мкА
0110 = 13.5 мкА
0111 = 15.75 мкА
1000 = 18 мкА
1001 = 20.25 мкА
1010 = 22.5 мкА
1011 = 24.75 мкА
1100 = 27 мкА
1101 = 29.25 мкА
1110 = 31.5 мкА
1111 = 33.75 мкА

биты 3-0: **PCFG3:PCFG0**: Биты настройки каналов АЦП

PCFG3:PCFG2	AN4	AN5	AN6	AN7
00	A	A	A	A
01	A	A	A	D
10	A	A	D	D
11	D	D	D	D

PCFG1:PCFG0	AN0	AN1	AN2	AN3
00	A	A	A	A
01	A	A	A	D
10	A	A	D	D
11	D	D	D	D

A = аналоговый вход D = цифровой канал ввода/вывода

Примечание. При сбросе микроконтроллера все выводы мультиплицированные с модулем АЦП (ANx) настраиваются как аналоговые входы.

Регистр SLPCON:

R/W-0	U-0	R/W-1	R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/W-0	R/W-1
Резерв	-	REFOFF	Резерв	OSCOFF	Резерв	Резерв	ADOFF
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: **Резерв:** Всегда поддерживайте сброшенным в '0'

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

бит 5: **REFOFF:** Бит включения источника опорного напряжения АЦП
1 = источник опорного напряжения выключен и не потребляет тока
0 = источник опорного напряжения включен

бит 4: **Резерв:** Всегда поддерживайте сброшенным в '0'

бит 3: **OSCOFF:** Режим работы тактового генератора АЦП
1 = тактовый генератор АЦП в SLEEP режиме микроконтроллера выключен и не потребляет тока
0 = тактовый генератор АЦП в SLEEP режиме микроконтроллера включен

бит 2: **Резерв:** Всегда поддерживайте сброшенным в '0'

бит 1: **Резерв:** Всегда поддерживайте сброшенным в '0'

бит 0: **ADOFF:** Включение АЦП
1 = АЦП выключено и не потребляет тока
0 = АЦП включено

24.3 Работа модуля АЦП

Существуют два метода выполнения преобразования. Чтобы определить окончание преобразования в первом методе ожидается прерывание по переполнению таймера ADTMR (бит OVFI). Во втором методе ожидается прерывание по захвату данных АЦП (бит ADCIF). В обоих методах проверяется состояние каждого бита, чтобы проверить условие завершения преобразования.

В методе 1 используется установленное время преобразования, это означает, что конденсатор всегда заряжается до напряжения полной шкалы. Немедленно, после переполнения ADTMR, рекомендуется установить в '1' бит ADRST, чтобы разрядить внешний конденсатор. Это будет гарантировать, что остаточное напряжение на диэлектрике конденсатора не зависит от входного напряжения или предыдущего преобразования.

Во 2 методе используется переменное время преобразования, время преобразования меньше для низкого входного напряжения.

Последовательность шагов преобразования по методу 1 (установленное время преобразования):

1. Инициализировать модуль АЦП:
 - a) Сбросить в '0' бит REFOFF (SLPCON<5>);
 - b) Сбросить в '0' бит ADOFF (SLPCON<0>);
 - c) Инициализировать биты ADCON1<7:4> для настройки программируемого источника тока.
2. Установить в '1' бит ADRST (ADCON0<1>), пока напряжение на внешнем конденсаторе не достигнет 0В. Рекомендуемое время 200мкс.
3. Выбрать входной канал.
4. Сбросить в '0' биты OVFI, ADCIF.
5. Инициализировать таймер АЦП ADTMR. Значение ADTMR зависит от требуемой разрешающей способности (см. таблицу 24-1).
6. Для старта преобразование сбросьте бит ADRST в '0'. Это приведет к началу заряда внешнего конденсатора и инкременту ADTMR.
7. Преобразование завершено, когда произошло переполнение таймера АЦП (ADTMR) от FFFFh к 0000h. В момент переполнения устанавливается в '1' бит OVFI.
8. Проверьте состояние бита ADCIF. Если бит ADCIF=1, то произошел захват данных, результат преобразования записан в регистре ADCAP. Этот метод зависит от минимального времени ожидания, затем проверяется захват данных АЦП после переполнения ADTMR. Если бит ADCIF=0, то входное напряжение было вне диапазона АЦП.
9. Сбросить в '0' бит ADRST (ADCON<1>), чтобы остановить ADTMR и разрядить внешний конденсатор.
10. Вычислить результат преобразования.
11. Перейти на шаг 2.

Последовательность шагов преобразования по методу 2 (переменное время преобразования):

1. Инициализировать модуль АЦП:
 - a) Сбросить в '0' бит REFOFF (SLPCON<5>);
 - b) Сбросить в '0' бит ADOFF (SLPCON<0>);
 - c) Инициализировать биты ADCON1<7:4> для настройки программируемого источника тока.
2. Установить в '1' бит ADRST (ADCON0<1>), пока напряжение на внешнем конденсаторе не достигнет 0В. Рекомендуемое время 200мкс.
3. Выбрать входной канал.
4. Сбросить в '0' биты OVFI, ADCIF.
5. Инициализировать таймер АЦП ADTMR. Значение ADTMR зависит от требуемой разрешающей способности (см. таблицу 24-1).
6. Для старта преобразование сбросьте бит ADRST в '0'. Это приведет к началу заряда внешнего конденсатора и инкременту ADTMR.
7. Преобразование завершено, когда напряжение на внешнем конденсаторе превышает входное напряжение, сигнал на выходе компаратора переходит с высокого уровня в низкий, что устанавливает бит ADCIF в '1'.
8. Проверьте состояние бита OVFI (переполнение ADTMR). Если бит OVFI=1, то произошло переполнение ADTMR (больше, чем допустимая разрешающая способность), входное напряжение было вне диапазона АЦП.
9. Сбросить в '0' бит ADRST (ADCON<1>), чтобы остановить ADTMR и разрядить внешний конденсатор.
10. Вычислить результат преобразования.
11. Перейти на шаг 2.

Примечание. ADTMR продолжает инкрементироваться, после захвата данных АЦП.

Максимальное значение таймера АЦП - 65 536. Источником тактового сигнала может быть внутренний или внешний генератор. При частоте тактового генератора 4МГц максимальное время преобразования 16.38 мс (до переполнения таймера). Обычно преобразование должно быть завершено до переполнения таймера. Флаг переполнения таймера устанавливается в '1' при переходе от FFFFh к 0000h, если разрешено, генерируется прерывание.

Калибровка АЦП значительно упрощается за счет сохранения в EPROM памяти микроконтроллера калибровочных констант. Значение калибровочных констант определяется при заключительном заводском испытании микроконтроллера, они сохраняются в памяти для использования программой пользователя.

Для компенсации дрейфа компонентов АЦП необходимо периодически выполнять тестовые преобразования опорных напряжений (см. раздел 24.4 "Другие аналоговые модули"). Значения опорного напряжения приравнивают к калибровочному значению, сохраненному в EPROM. Поскольку все измерения выполняются относительно опорного напряжения, влияние напряжения смещения компаратора минимизировано. Модуль АЦП не требует точного источника тактового сигнала, основным требованием является - стабильность частоты генератора.

Дополнительную информацию смотрите в документации AN624 "PIC14000 Slope A/D Theory and Implementation".

24.3.1 Модуль таймера АЦП (ADTMR)

В состав модуля АЦП входит 16 - разрядный таймер ADTMR (ADTMRH:ADTMRL), приращение таймера происходит на каждом такте генератора. Регистры таймера ADTMR сбрасываются только при сбросе микроконтроллера по включению питания (POR), в остальных случаях необходимо инициализировать регистры таймера перед каждым преобразованием. 16 - разрядный регистр захвата данных (ADCAH:ADCAPL) используется, чтобы фиксировать значение таймера ADTMR при захвате данных АЦП. Регистры захвата данных и регистры таймера доступны для записи и чтения.

Примечание 1. Чтение и запись регистров таймера ADTMR во время преобразования АЦП может привести к непредсказуемым последствиям.

Примечание 2. Правильная последовательность записи в регистры ADTMR - старший байт вслед за младшим. Обратная последовательность может быть причиной отсутствия запуска таймера.

Во время преобразования могут произойти следующие события:

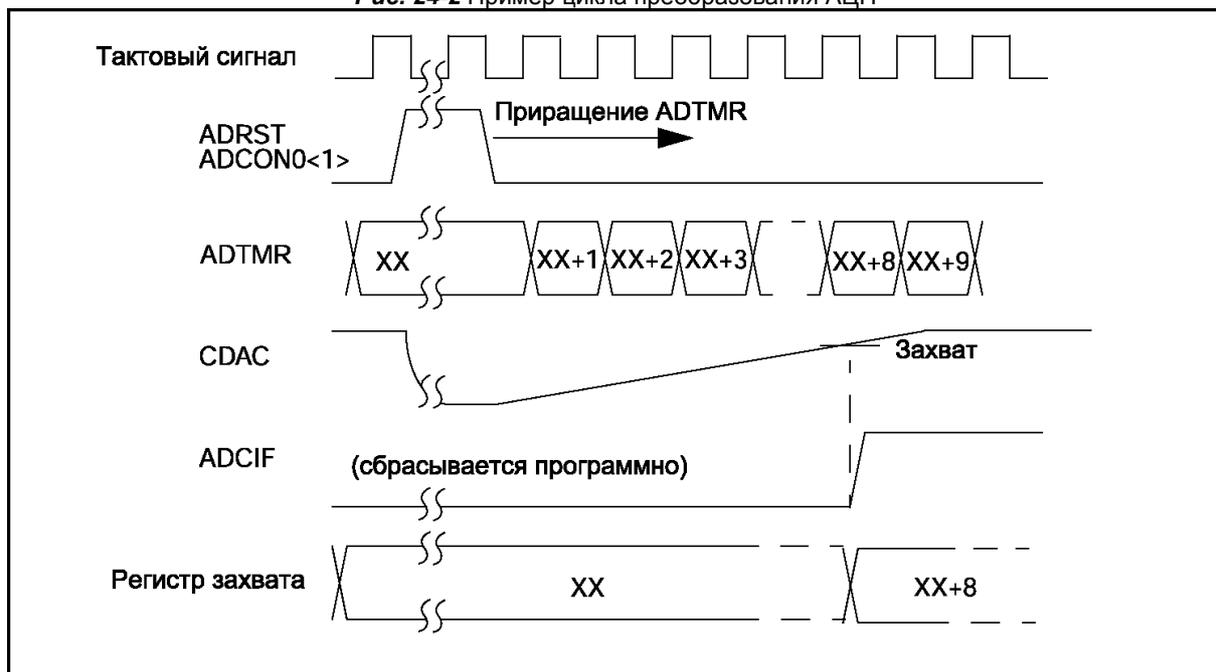
- Захват данных АЦП;
- Переполнение таймера.

В случае захвата данных происходит срабатывание компаратора (переход выходного сигнала с высокого уровня в низкий), напряжение на выводе CDAC превышает входное напряжение с выбранного канала АЦП. В момент переключения компаратора значение таймера переписывается в регистры захвата и устанавливается в '1' бит ADCIF.

Прерывание будет сгенерировано, если бит ADCIE=1 и бит глобального разрешения прерывания GIE=1. Бит ADCIF сбрасывается программно, до следующего цикла преобразования. Прерывание может произойти только один раз, во время преобразования.

В случае переполнения таймера (переход от FFFFh к 0000h) устанавливается в '1' флаг OVIF. После переполнения таймер продолжает инкрементироваться. Прерывание будет сгенерировано, если бит OVIF=1 и бит глобального разрешения прерывания GIE=1. Бит OVIF сбрасывается программно, до следующего цикла преобразования.

Рис. 24-2 Пример цикла преобразования АЦП



24.3.2 Работа в SLEEP режиме микроконтроллера

Модуль АЦП может работать, когда микроконтроллер находится в SLEEP режиме при условии наличия тактового сигнала для АЦП. Для работы модуля АЦП в SLEEP режиме необходимо сбросить в '0' бит OSCOFF до перевода микроконтроллера в SLEEP режим. Биты REFOFF и ADOFF тоже должны быть сброшены в '0' для получения корректного результата преобразования. В SLEEP режиме микроконтроллера результат преобразования АЦП получается наиболее точным. Это связано с уменьшением внутреннего шума микроконтроллера.

Когда тактовый генератор микроконтроллера выключен, таймер ADTMR не инкрементируется. Даже если модуль АЦП включен, он не может вывести микроконтроллер из SLEEP режима, поскольку бит ADCIF не может быть установлен в '1'. Если на момент выхода из режима SLEEP компаратор переключился, то произойдет захват данных и генерация прерывания. Данные в регистре ADCAP не имеют значения.

Для снижения энергопотребления все аналоговые компоненты модуля АЦП должны быть выключены.

24.3.3 Эффект сброса

После любого сброса микроконтроллера модуль АЦП выключен (минимальное энергопотребление). Все выводы, мультиплицированные с АЦП, настроены как аналоговые входы.

24.3.4 Компаратор АЦП

Модуль АЦП содержит прецизионный компаратор. Не инвертирующий вход компаратора связан с выходом аналогового мультиплексора через НЧ RC фильтр. Инвертирующий вход компаратора подключен к внешнему конденсатору.

По сигналу с выхода компаратор происходит захват значения таймера и запись в ADCAP, устанавливается в '1' бит ADCIF.

24.3.5 Аналоговый мультиплексор

16 аналоговых каналов мультиплицируются на один выход, подключенный к положительному входу компаратора. С помощью четырех битов ADCON0<7:4> выбирается с какого канала будет выполняться преобразование сигнала.

24.3.6 Программируемый источник тока

Четыре бита ADCON1<7:4> используются для управления программируемым источником тока, с помощью которого формируется линейно нарастающее напряжение. Возможность изменения тока заряда конденсатора позволяет компенсировать частоту генератора и допуск внешнего конденсатора для широкого диапазона напряжений входного сигнала.

При установке бита ADRST в '1' источник тока отсоединяется от вывода CDAC. Источник тока подключен к выводу, когда ADRST=0.

Программируемый источник тока связан с выводом CDAC, он используется для заряда внешнего конденсатора, на котором формируется линейно нарастающее напряжение (см. рисунок 24-1).

24.3.7 Разрядность АЦП, быстродействие, диапазон напряжений, выбор конденсатора

Для выполнения преобразования пользователь должен выбрать следующие параметры:

- Разрядность результата преобразования;
- Скорость преобразования;
- Диапазон входных напряжений;
- Емкость внешнего конденсатора.

Разрядность АЦП - это число бит, используемое в ADTMR для представления измеренного входного напряжения. Время преобразования напрямую зависит от разрядности АЦП. В таблице 24-1 представлена зависимость разрядности АЦП и максимального времени преобразования.

Максимальное время преобразования может быть вычислено по формуле:

$$\text{Время преобразования} = (1/F_{\text{OSC}}) \cdot 2^N$$

Где F_{OSC} - частота тактового сигнала, N - желаемая разрядность АЦП.

При тактовой частоте 4МГц время преобразования равно 16.384мс для 16-разрядного результата и 256мкс для 10-разрядного результата.

Таблица 24-1 Значение инициализации ADTMR и время преобразования

Разрядность (бит)	Значение, записываемое в ADTMR	Максимальное время преобразования		
		Циклов	20МГц	4МГц
16	0000h	65536 T_{OSC}	3.28 мс	16.38 мс
15	8000h	32768 T_{OSC}	1.64 мс	8.2 мс
14	C000h	16384 T_{OSC}	820 мкс	4.1 мс
13	E000h	8192 T_{OSC}	410 мкс	2.05 мс
12	F000h	4096 T_{OSC}	204.8 мкс	1.03 мс
11	F800h	2048 T_{OSC}	102.4 мкс	500 мкс
10	FC00h	1024 T_{OSC}	51.2 мкс	250 мкс

Емкость внешнего конденсатора зависит от следующих параметров:

- Диапазон напряжений входного сигнала (необходимо использовать максимальный диапазон для всех каналов);
- Время преобразования;
- Режим работы программируемого источника тока.

Выбор этих параметров необходимо сделать таким образом, чтобы минимизировать время между переключением компаратора (установка бита ADCIF) и переполнением таймера ADTMR (установка бита OVFIF). Это будет гарантировать, что используется полный диапазон счета таймера ADTMR для получения результата преобразования.

Вычислить емкость конденсатора можно по следующей формуле:

$$C = (\text{время преобразования в секундах}) \cdot (\text{тока заряда конденсатора}) / (\text{полная шкала напряжений})$$

В таблице 24-2 представлены примеры значения емкости конденсатора для требуемого разрешения, скорости преобразования и диапазона входных напряжений.

Конденсатор, подключенный к выводу CDAC, должен иметь минимальный ток утечки. Внешний конденсатор необходимо разрезать перед каждым преобразованием установкой в '1' бита ADRST (ADCON0<1>). Время разряда (ADRST=1) зависит от характеристик внешнего конденсатора.

Таблица 24-2 Выбор емкости внешнего конденсатора ($F_{OSC} = 4\text{МГц}$)

Разрядность АЦП (бит)	Время преобразования (мс)	Полная шкала (В)	Параметры источника тока		Вычисленное значение емкости	Ближайшее стандартное значение емкости
			ADDAC3:ADDAC0	Выходной ток (мкА)		
16	16.384	3.5	1100	27	0.126 мкФ	0.12 мкФ
		2.0	1010	22.5	0.184 мкФ	0.18 мкФ
		1.5	1011	24.75	0.270 мкФ	0.27 мкФ
14	4.096	3.5	1101	29.25	34 нФ	33 нФ
		2.0	1011	24.75	50.7 нФ	47 нФ
		1.5	1100	27	73.7 нФ	68 нФ
12	1.024	3.5	1101	29.25	8.56 нФ	8.2 нФ
		2.0	1001	20.25	10.4 нФ	10 нФ
		1.5	1010	22.5	15.4 нФ	15 нФ
10	0.256	3.5	1011	24.75	1.81 нФ	1.8 нФ
		2.0	1010	22.5	2.88 нФ	2.7 нФ
		1.5	1011	24.75	4.22 нФ	3.9 нФ

24.4 Другие аналоговые модули

Для приложений со смешанными сигналами требуются дополнительные аналоговые модули:

- Прецизионный источник опорного напряжения;
- Делитель опорного напряжения.

24.4 Прецизионный источник опорного напряжения

Схема опорного напряжения формирует стабильное напряжение 1.2В для АЦП, детектора пониженного напряжения и делителя опорного напряжения. Опорное напряжение подается на 4 канал аналогового мультиплексора. Для включения источника опорного напряжения необходимо сбросить в '0' бит REFOFF (SLPCON<5>). Источник опорного напряжения необходимо включать при любом преобразовании АЦП.

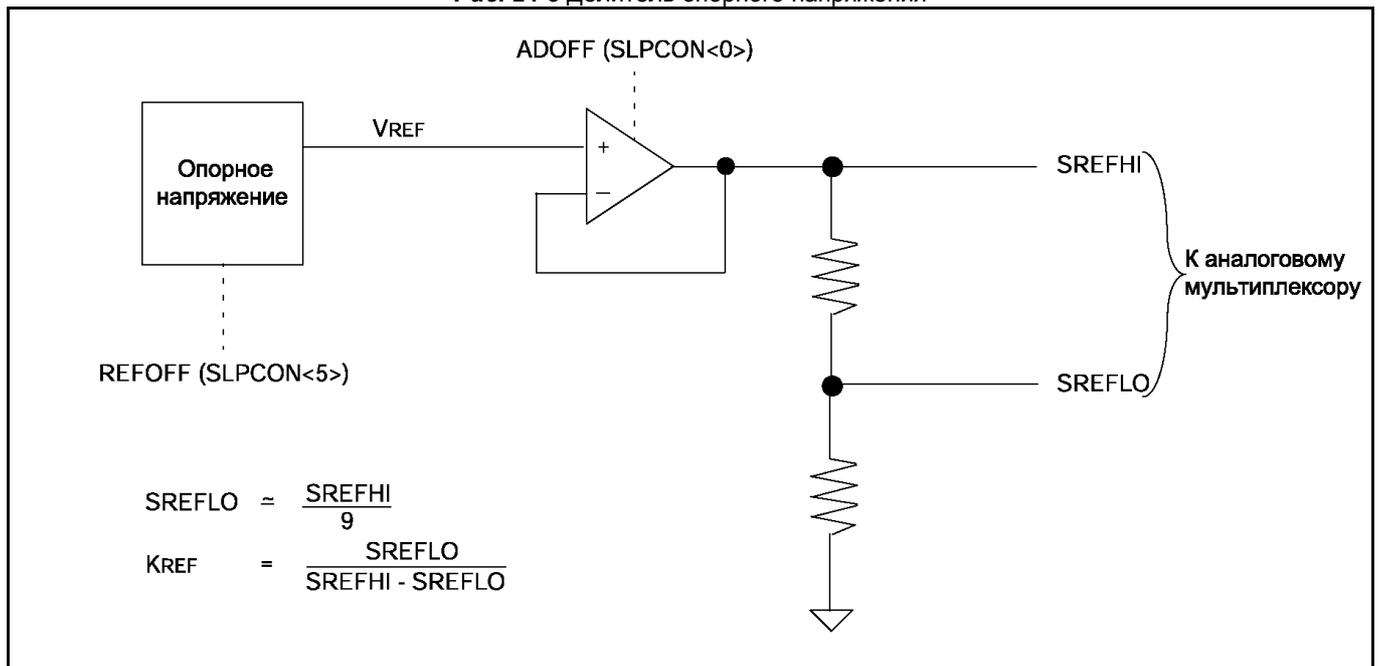
Калибровочная константа источника опорного напряжения хранится в калибровочной области EPROM памяти микроконтроллера.

24.4.2 Делитель опорного напряжения

Схема делителя опорного напряжения состоит из буферного усилителя и резистивного делителя. Схема формирует два других опорных напряжения SREFHI и SREFLO (см. рисунок 24-3). SREFHI - номинальное значение равно напряжению опорного источника 1.2В. Номинальное значение напряжения SREFLO - 0.13В. Эти напряжения доступны на двух каналах аналогового мультиплексора. Программное обеспечение пользователя может измерять напряжения SREFHI, SREFLO и с учетом калибровочных констант K_{REF} , K_{BG} откорректировать смещение АЦП и линейность преобразования.

Дополнительную информацию смотрите в документации AN624.

Рис. 24-3 Делитель опорного напряжения



24.5 Калибровочные параметры

Модуль АЦП имеет несколько аналоговых компонентов. Подобно всей CMOS технологии параметрические значения изменяются в зависимости от рабочей температуры, напряжения питания и времени эксплуатации. Модуль АЦП был разработан таким образом, чтобы минимизировать эффект этих изменений. Кроме того, каждый микроконтроллер с модулем АЦП откалиброван при заключительном заводском испытании, сохраняя калибровочные константы в EPROM памяти. Приложение пользователя может обращаться к калибровочным константам, чтобы математически компенсировать изменение параметров работы модуля АЦП.

Список калибровочных констант смотрите в таблице 24-3. 32-разрядное значение с плавающей точкой состоит из одного байта экспоненты и трех байт мантииссы. Дополнительную информацию относительно операций с плавающей точкой смотрите в документации AN575.

Таблица 24-3 Калибровочные константы

Параметр	Обозначение	Число байт	Представление значения
Коэффициент АЦП	K_{REF}	4	32 бита с плавающей точкой
Коэффициент источника опорного напряжения	K_{BG}	4	32 бита с плавающей точкой

Дополнительную информацию по использованию калибровочных констант смотрите в документации AN624.

24.5.1 Использование калибровочных констант

Калибровочные константы K_{REF} , K_{BG} должны использоваться программой пользователя с целью достижения максимальной точности преобразования АЦП.

24.5.2 Изменение параметров

В таблице 24-4 представлен разброс параметров аналоговых компонентов модуля АЦП в случае использования калибровочных констант и пренебрежение ими. Если точность преобразования достаточна без калибровки модуля АЦП, то калибровочные константы можно не использовать. Если необходима большая точность, то в расчетах требуется использовать калибровочные константы.

Таблица 24-4 Изменение параметров

Обозначение	Параметр	Максимальный разброс параметров без использования калибровочных констант	Разброс параметров при использовании калибровочных констант
K_{REF}	Точность АЦП	$\pm 2.2\%$	± 0.13
K_{BG}	Точность источника опорного напряжения	$\pm 4.2\%$	$\pm 0.058\%$

24.5.3 Программирование микроконтроллеров

24.5.3.1 Однократно программируемые микроконтроллеры

Однократно программируемые микроконтроллеры могут быть запрограммированы так же, как и любой другой микроконтроллер PIC16CXXX. Калибровочная область защищается от записи во время заводских испытаний.

24.5.3.2 Микроконтроллеры с окном для УФ стирания памяти

Предупреждение.

В микроконтроллерах с окном для УФ стирания калибровочная область не должна быть защищена от записи. При стирании памяти программ калибровочная информация тоже сотрется. Нельзя повторно записать калибровочную информацию, если была установлена защита от записи.

Калибровочные константы должны быть прочитаны и сохранены перед стиранием памяти микроконтроллера. Не существует способа обновить калибровочную информацию, если она была потеряна.

24.6 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: Я использую рекомендованную емкость конденсатора и режим работы источника тока (согласно таблицы 24-2), но диапазон входного напряжения не соответствует требуемому?

Ответ 1:

Таблица является хорошей отправной точкой, но не включает все разновидности параметров приложений (тактовая частота микроконтроллера отличается от 4МГц, качество внешнего конденсатора, рабочая температура). Выполнение преобразования напряжения опорного источника позволит скорректировать параметры программируемого источника тока, чтобы гарантировать требуемый диапазон входных напряжений. Пример текста программы коррекции измерений (P14_RV10.asm) входит в комплект демонстрационной платы PICDEM-14A и доступен для загрузки с узлов технической поддержки www.microchip.com и www.microchip.ru.

Вопрос 2: Я использую PIC14C000, который имеет в своем составе датчик температуры. Результаты измерения температуры несколько завышены. Что может быть причиной?

Ответ 2:

Это может быть вызвано саморазогревом кристалла микроконтроллера. Причиной разогрева кристалла могут быть:

- Повышенный втекающий/вытекающий ток портов ввода/вывода;
- Рассеивание мощности при работе микроконтроллера (PIC14C000 может работать в SLEEP режиме);
- Температура корпуса микроконтроллера имеет малый коэффициент связи с внешней температурой.

Для лучших результатов измерения температуры потребляемая мощность микроконтроллера должна быть минимальной. Калибровка микроконтроллера выполняется в состоянии малого энергопотребления.

Вопрос 3: На результат преобразования АЦП влияет переключение силовых компонентов на печатной плате. Что можно сделать, чтобы минимизировать влияние переключений.

Ответ 3:

Компоненты, способные потреблять большой ток, могут приводить к повышению потенциала "земли" схемы относительно остальной части платы. Для минимизации этого эффекта рекомендуется применять в устройстве две системных "земли". Первая "земля" - аналоговая, используется для аналоговых сигналов (внешний конденсатор АЦП, делитель источника опорного напряжения и т.д.). Большие токи и питание цифровой схемы не должно присутствовать на аналоговой "земле".

Вторая "земля" - цифровая, используется для всей остальной цифровой логики в устройстве. Цифровая логика является источником помех на шинах питания, поэтому должны быть приняты соответствующие схемотехнические решения, чтобы минимизировать помехи.

Две "земли" должны быть соединены между собой на выводе микроконтроллера PICmicro. Идеальным случаем является, когда два вида "земли" схемы расположены в разных частях печатной платы устройства. В большинстве случаев это можно реализовать на двухсторонней печатной плате. Один слой используется для цепей "земли", разделенные между собой. Второй слой используется для сигнальных цепей.

24.7 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 модулем АЦП в микроконтроллерах PICmicro MCU:

Документ	Номер
PIC14C000 Calibration Parameters Калибровочные параметры в PIC14C000	AN621
PIC14C000 A/D Theory and Implementation Теория и использование АЦП в PIC14C000	AN624
Lead Acid Battery Charger Implementation using the PIC14C000 Зарядное устройство кислотных батарей на PIC14C000	AN626

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.