

## АНАЛИЗ SFR-СОВМЕСТИМОСТИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ФИРМЫ SiLabs: ИСТОЧНИК ОПОРНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Олег Николайчук  
[onic@ch.moldpac.md](mailto:onic@ch.moldpac.md)

Статья опубликована:

Схемотехника, 2005

*В рамках настоящей статьи цикла произведен системный анализ совместимости подсистемы источника опорного напряжения микроконтроллеров фирмы Silicon Laboratories, описаны управляющие регистры, отмечены некоторые особенности.*

### Подсистема опорного напряжения

Все семейства микроконтроллеров фирмы Silicon Laboratories (SiLabs) [1] оснащаются подсистемами источников опорного напряжения. Однако, не смотря на то, что это подсистема является достаточно простой, структуры этих подсистем значительно различаются для различных семейств. На рис.1 показана структура подсистемы опорного напряжения семейств микроконтроллеров C8051F0xx-01x.

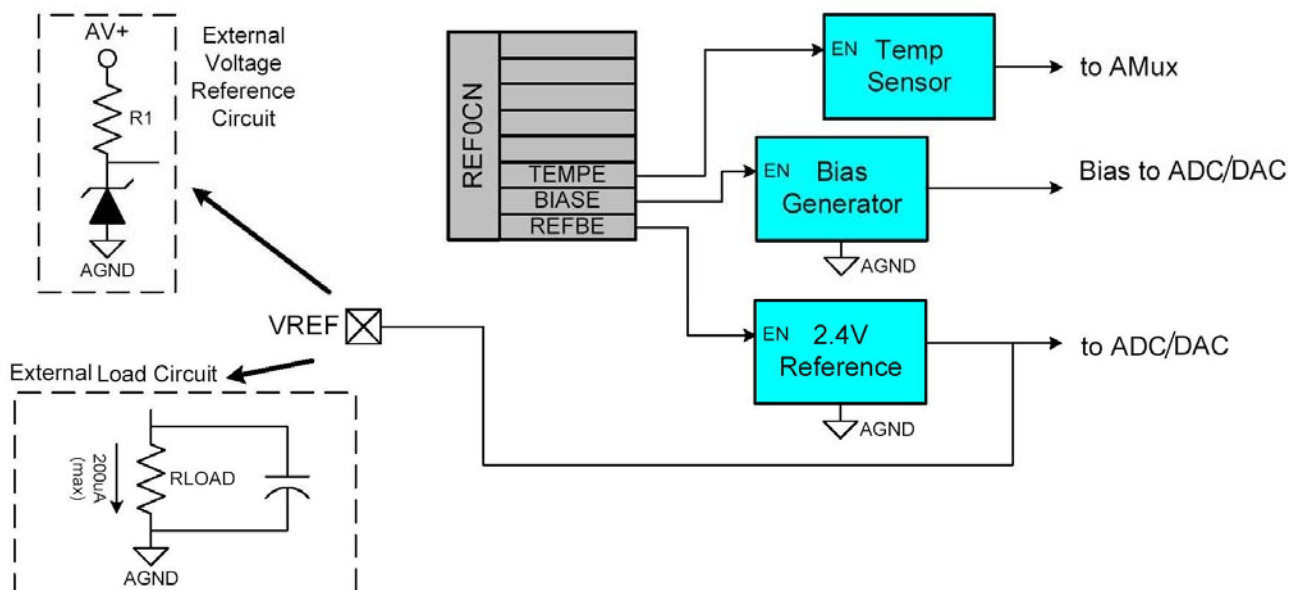


Рис.1. Структура подсистемы опорного напряжения семейств микроконтроллеров C8051F0xx-01x

Показанная структура достаточно проста. Видно, что подсистема состоит из трех различных аналоговых узлов: узла формирования опорного напряжения для встроенного температурного датчика, узла формирования аналогового смещения для аналого-цифровых (ADC) и цифро-аналоговых (DAC) преобразователей и собственно источников опорного напряжения для аналоговых узлов с напряжением 2,4 В (средне статистическое значение – 2,43 В). Источник опорного напряжения выходом соединен с выводом VREF, который является двунаправленным аналоговым выводом. К нему может быть подключен либо внешний конденсатор или нагрузка с током не более 200 мкА, либо внешний источник опорного напряжения, величина которого не должна превышать аналоговое напряжение питания +AV.

Семейство микроконтроллеров C8051F02x имеет два типа структур подсистем, в зависимости от типа корпуса микроконтроллеров. На рис.2 представлена структура подсистемы опорного напряжения семейства микроконтроллеров C8051F02x в большом корпусе TQFP-100 (F020 и F022). На рис.3 представлена структура подсистемы опорного

напряжения семейства микроконтроллеров C8051F02x в корпусе TQFP-64 (F021 и F023). Основное отличие этих двух структур заключается в количестве внешних выводов и цепях внешней коммутации. Подсистема, показанная на рис.2 (для больших корпусов) имеет отдельные входы опорного напряжения для каждого из двух аналого-цифровых преобразователей VREF0 и VREF1, а также для двух цифро-аналоговых преобразователей VREFD. Кроме того, имеется выход источника опорного напряжения 2,4 (2,43) В. На этот выход обязательно рекомендуется устанавливать танталовый и керамический конденсаторы. Кроме того, это выходное напряжения должно быть соединено внешними цепями с соответствующими входами необходимых аналоговых узлов. Подсистема, показанная на рис.3 имеет входы опорного напряжения для обоих аналого-цифровых преобразователей VREFA, а также выход VREF источника опорного напряжения 2,4 (2,43) В. Этот источник внутри корпуса соединен с цепями опорного напряжения обоих цифро-аналоговых преобразователей.

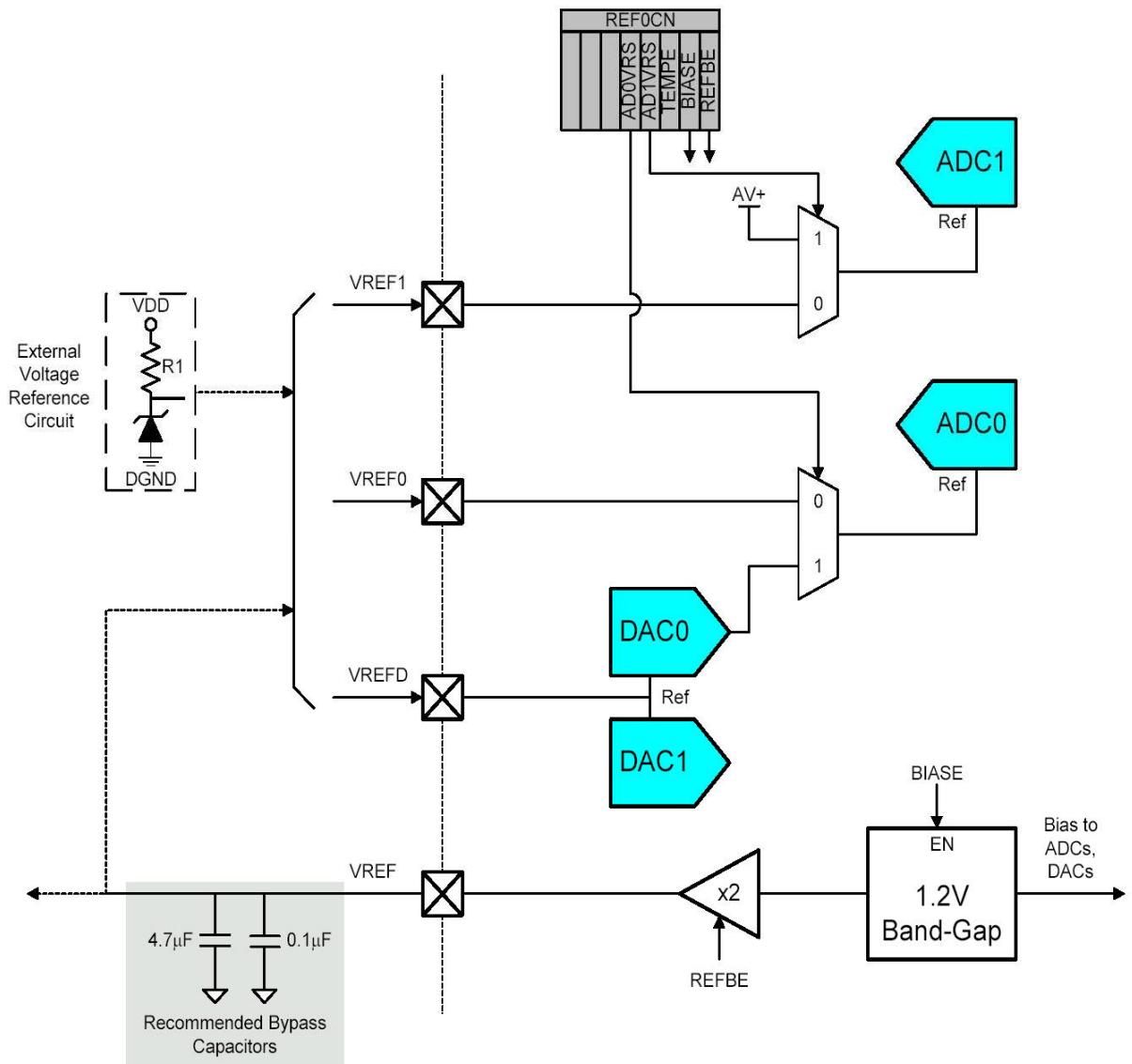


Рис.2. Структура подсистемы опорного напряжения семейства микроконтроллеров C8051F020/022



аналого-цифровой преобразователи отсутствуют, соответственно отсутствуют и входы опорного напряжения для этих узлов.

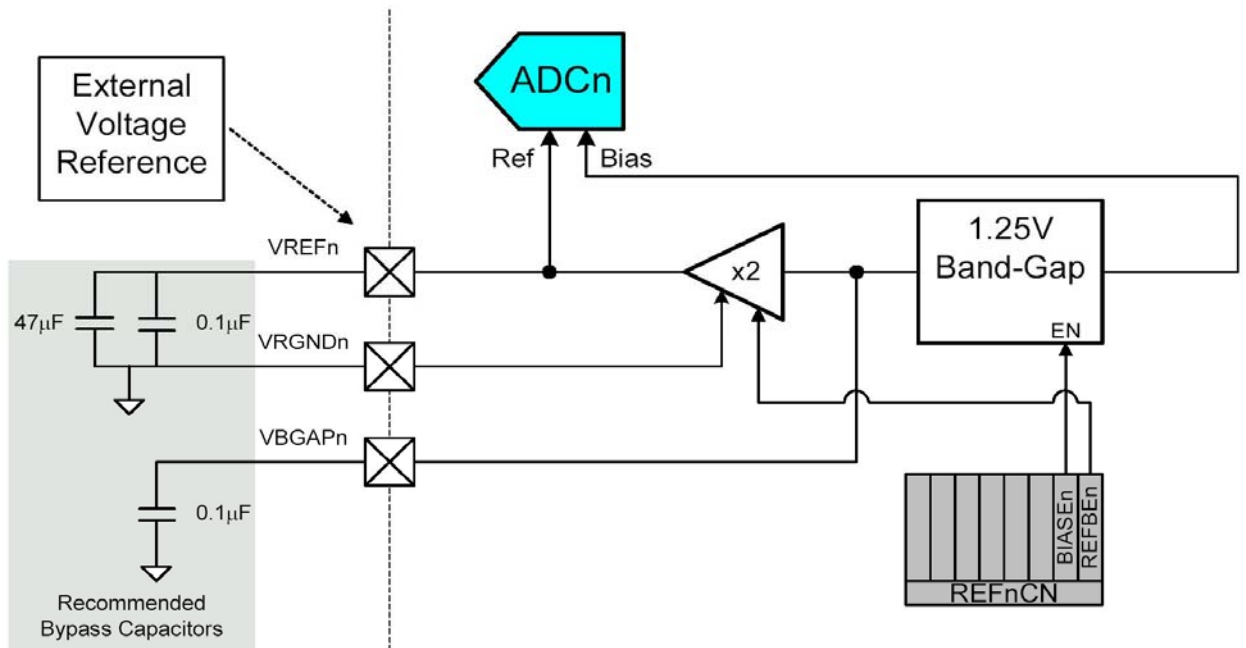


Рис.4. Структура подсистемы опорного напряжения главных аналого-цифровых преобразователей ADC0 и ADC1 семейства микроконтроллеров C8051F06x

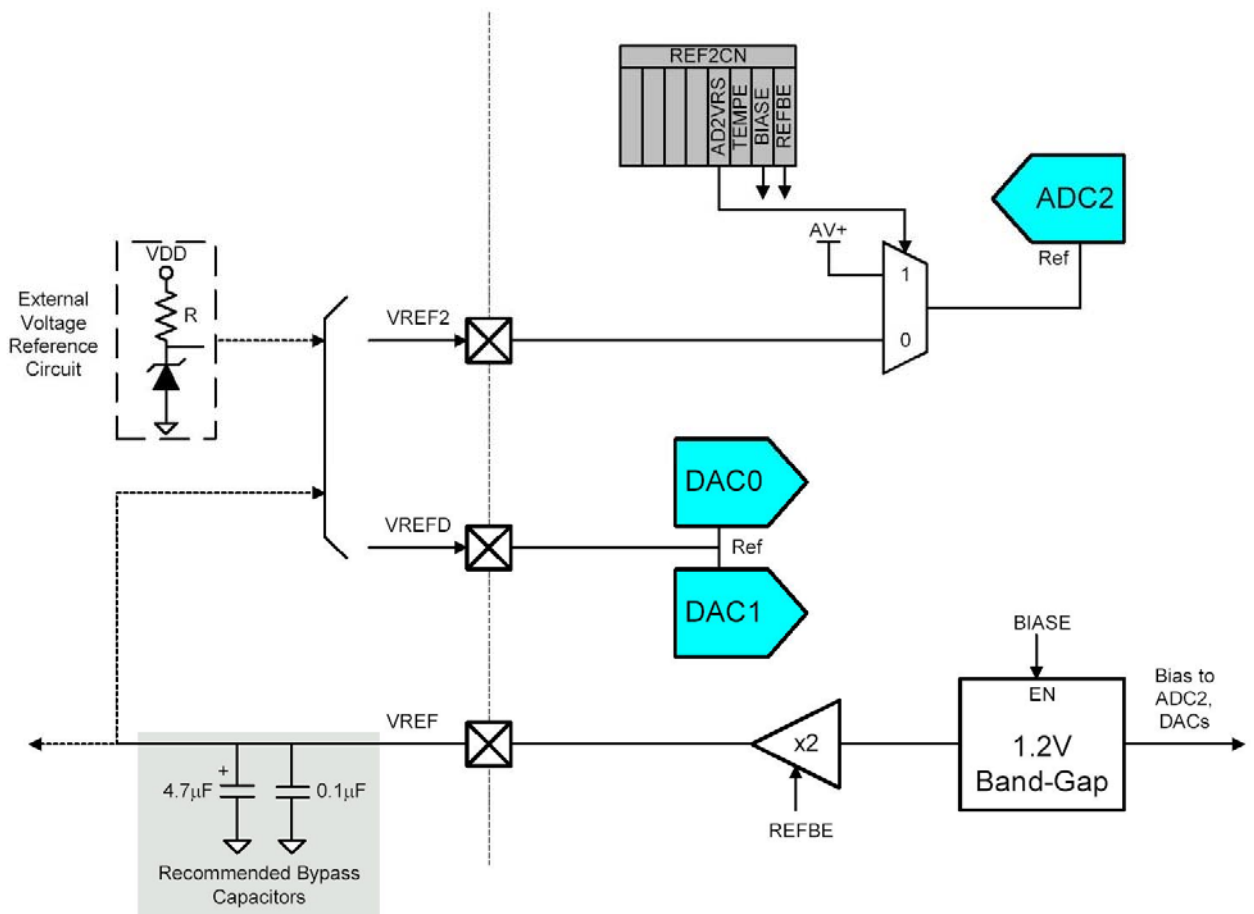


Рис.5. Структура дополнительных узлов подсистемы опорного напряжения микроконтроллеров C8051F060/062

Семейства микроконтроллеров C8051F12х-13х имеет подсистемы опорного напряжения, аналогичные микроконтроллерам семейства C8051F02х (см. рис.2 и 3).

Семейство микроконтроллеров C8051F2хх не имеет встроенного источника опорного напряжения и вся их подсистема опорного напряжения состоит из управляемого аналогового коммутатора, который может подключать к внутренней цепи опорного напряжения либо источник питания, либо вывод для подключения внешнего источника опорного напряжения.

Семейства микроконтроллеров C8051F30х и C8051F31х имеют одинаковую структуру подсистемы опорного напряжения, показанную на рис.6. Эти микроконтроллеры используют в качестве опорного напряжения либо внешнее опорное напряжение, либо напряжение питания. Семейство микроконтроллеров C8051F33х имеет структуру подсистемы опорного напряжения, практически не отличающуюся от показанной на рис.6. Основное отличие состоит в том, что к выводу VREF подключен вывод встроенного источника опорного напряжения, который отключается при подаче внешнего опорного напряжения. Семейство микроконтроллеров C8051F32х имеют структуру не отличающуюся от структуры семейства микроконтроллеров C8051F33х. Отличие подсистемы этого семейства состоит только в более развитом программном управлении внутренним источником опорного напряжения. На рис.7 показана подсистема опорного напряжения семейств микроконтроллеров C8051F35х. Основное отличие этой подсистемы в наличии двух входов (положительного и «квазиотрицательного») опорного напряжения и схеме их подключения к внутреннему источнику опорного напряжения и соответствующим входам аналого-цифрового преобразователя.

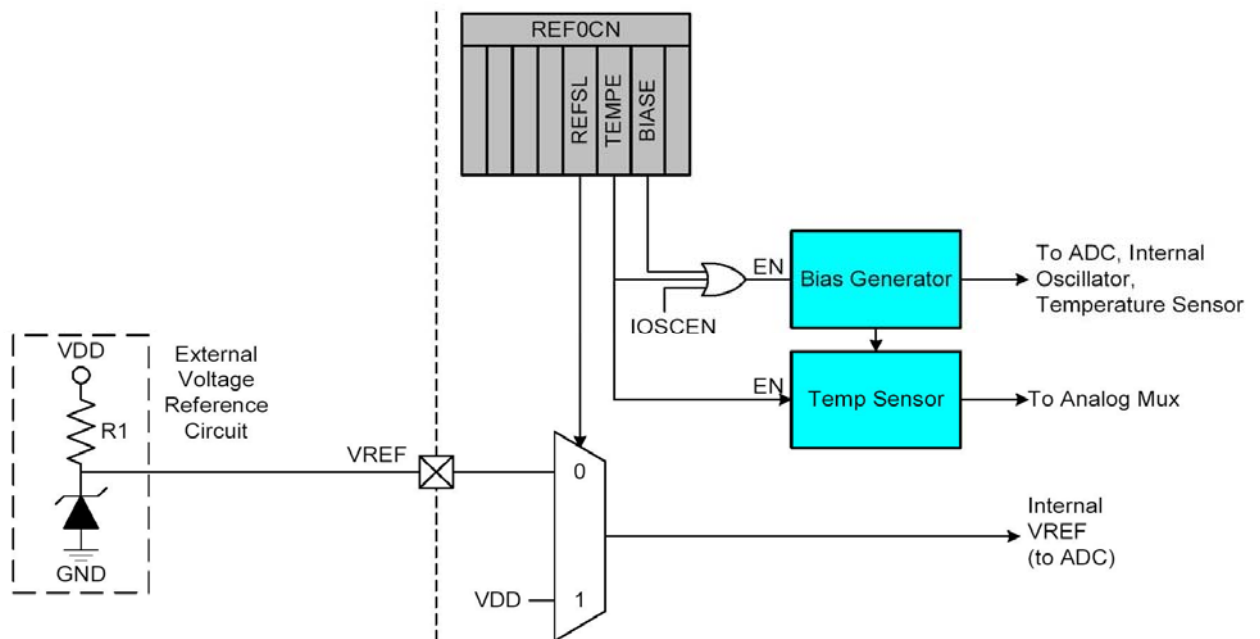


Рис.6. Структура подсистемы опорного напряжения семейств микроконтроллеров C8051F30х и C8051F31х

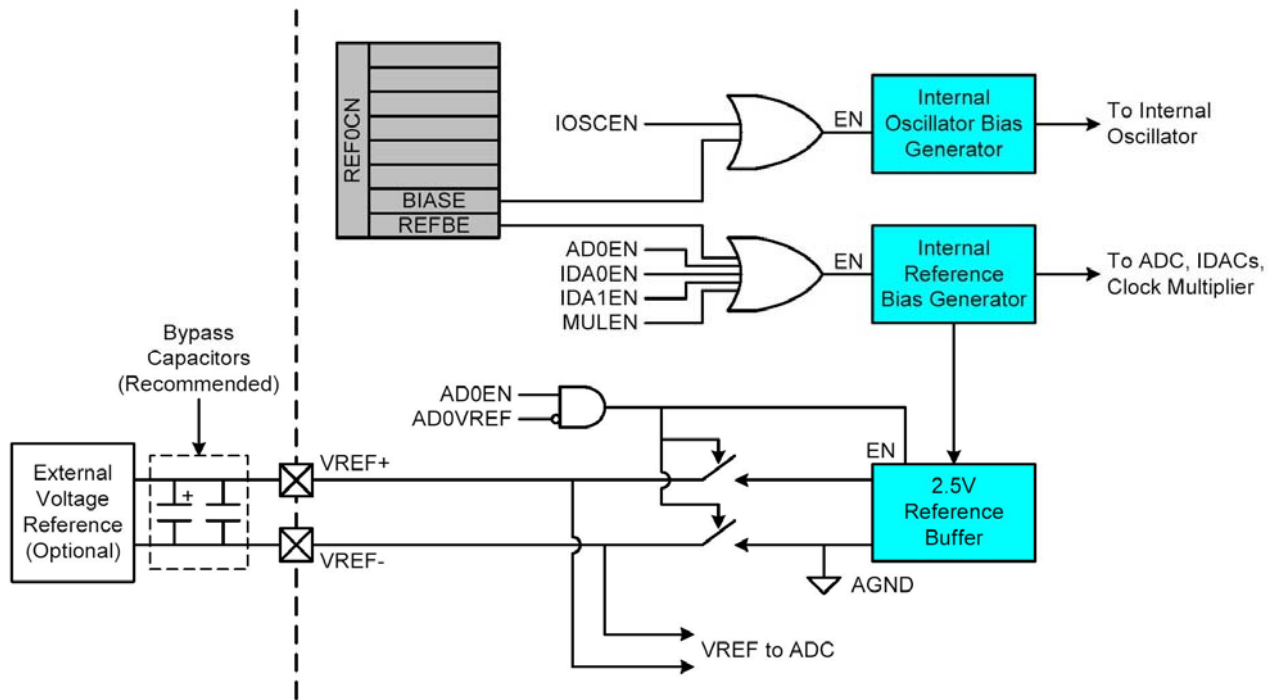


Рис.7. Структура подсистемы опорного напряжения семейств микроконтроллеров C8051F35x

В таблице 1 показаны адреса SFR регистров подсистемы опорного напряжения.

Таблица 1

Название регистра	Назначение	Адрес SFR регистра												
		F00x	F01x	F02x	F04x	F06x	F12x	F13x	F2xx	F30x	F31x	F32x	F33x	F350
	<b>Регистры VREF</b>													
REF0CN	Управление VREF0	0xDI	0xDI	0xDI	0xDI/0	0xDI/0	0xDI/0	0xDI/0	0xDI	0xDI	0xDI	0xDI	0xDI	0xDI
REF1CN	Управление VREF1	-	-	-	-	0xDI/1	-	-	-	-	-	-	-	-
REF2CN	Управление VREF2	-	-	-	-	0xDI/2	-	-	-	-	-	-	-	-

Как видно из таблицы 1, подсистема опорного напряжения содержит всего один SFR регистр – REF0CN (Регистр управления VREF) во всех семействах микроконтроллеров, кроме семейства C8051F06x, в котором фактически имеется три одинаковые подсистемы опорного напряжения, и соответственно – три SFR регистра (REF0CN, REF1CN и REF2CN). Во всех семействах SFR регистр REF0CN имеет одинаковые SFR адреса, т.е. можно говорить о полной адресной совместимости. Назначение битов регистров REF<sub>n</sub>CN приведено в таблице 2.

Таблица 2

Название регистра — REF <sub>n</sub> CN – Reference Control Register n (Регистр управления опорным напряжением)								
SFR адрес - 0xD1 0xD1/0/1/2 для F06x			Значение после сброса - 00000000b (0x00)					
Семейства	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
F00x, F01x	-	-	-	-	-	TEMPE	BIASE	REFBE
F02x, F04x, F12x, F13x	-	-	-	AD0VRS	AD1VRS	TEMPE	BIASE	REFBE
F2xx	-	-	-	-	-	-	REFSL1	REFSL0
F30x	-	-	-	-	REFSL	TEMPE	BIASE	-
F06x (REF0(1)CN)	-	-	-	-	-	-	BIASE0(1)	REFBE0(1)
F06x (REF2CN)	-	-	-	-	AD2VRS	TEMPE	BIASE	REFBE
F31x, F32x, F33x, F35x	-	-	-	-	REFSL	TEMPE	BIASE	-

Рассмотрим назначение битов регистр REF0CN (в алфавитном порядке):

AD0VRS (ADC0 Voltage Reference Select) - выбор источника опорного напряжения аналого-цифрового преобразователя ADC0:

- Если 0 - ADC0 использует опорное напряжение с входа VREF0;
- Если 1 - ADC0 использует опорное напряжение с выхода DAC0.

AD1VRS (ADC1 Voltage Reference Select) - выбор источника опорного напряжения аналого-цифрового преобразователя ADC1:

- Если 0 - ADC1 использует опорное напряжение с входа VREF1; E
- Если 1 - ADC1 использует в качестве опорного напряжения питание +AV.

AD2VRS (ADC2 Voltage Reference Select) - выбор источника опорного напряжения для ADC2:

- Если 0 - ADC2 использует опорное напряжение с входа VREF2;
- Если 1 - ADC2 использует опорное напряжение с входа +AV.

BIASE0(1) (ADC0(1) Bias Generator Enable Bit) - Бит разрешения генератора смещения. Должен быть равен 1 при использовании ADC. Встроенный генератор смещения выключен при 0, и включен при 1.

REFBE0(1) (Internal Reference Buffer for ADC0(1) Enable Bit) - Бит разрешения встроенного буферного усилителя ADC0(1). При 0 встроенный буферный усилитель выключен и может использоваться внешнее напряжение смещения. При 1 встроенный буферный усилитель включен и опорное напряжение встроенного генератора 2,4(3) В подается на вывод VREF0(1).

REFSL1-0 (Voltage reference selection) - биты выбор источника опорного напряжения: 00 - внешний источник с вывода VREF; 01 - резерв; 10 - резерв; 11 - в качестве опорного используется напряжение питания VDD (внутреннее соединение!!!).

TEMPE - бит разрешения температурного датчика (1 – включен/ 0 - выключен).

#### Литература:

1. <http://www.silabs.com>