

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ФИРМЫ CYGNAL

1.1. СЕМЕЙСТВА МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ФИРМЫ CYGNAL

Фирма Cygnal динамично развивает перечень выпускаемых микроконтроллеров. За неполные четыре года своего существования, фирме удалось создать 55 типа микроконтроллеров (по состоянию на апрель 2003 года), отличающихся производительностью, объемом Flash памяти программ, встроенной оперативной памяти, характеристиками аналого-цифровых узлов, типом корпуса и другими параметрами. Все выпускаемые микроконтроллеры приведены в таблице 1.1, аналогичной основной странице сайта фирмы Cygnal (<http://www.cygnal.com>)[1]. Микроконтроллеры условно разделены на 11 семейств, каждое из которых имеет общее описание. Имя семейства и соответствующий файла описания (в формате pdf) приведены в первой колонке таблицы. Кроме того, для каждого микроконтроллера имеется краткий справочный листок (в формате pdf), имя которого образуются добавлением к типу микроконтроллера записи "_short.pdf" (например, для микроконтроллера C8051F002, имя файла справочного листка - C8051F002_short.pdf).

Таблица 1.1.

Общий перечень микроконтроллеров фирмы Cygnal

Семейства	ТИП	Основные параметры					Примечания
		Производительность, MIPS	Flash ROM, К	RAM, byte	ADC, bit	Корпус	
C8051F0xx (c8051f0xx.pdf)	C8051F000	20	32	256	12	64	
	C8051F001	20	32	256	12	48	
	C8051F002	20	32	256	12	32	
	C8051F005	25	32	2.25K	12	64	
	C8051F006	25	32	2.25K	12	48	
	C8051F007	25	32	2.25K	12	32	
	C8051F010	20	32	256	10	64	
	C8051F011	20	32	256	10	48	
	C8051F012	20	32	256	10	32	
	C8051F015	25	32	2.25K	10	64	
	C8051F016	25	32	2.25K	10	48	
C8051F017	25	32	2.25K	10	32		
C8051F018 (c8051f018-9.pdf)	C8051F018	25	16	1.25K	10	64	
	C8051F019	25	16	1.25K	10	48	
C8051F02x (c8051f02x.pdf)	C8051F020	25	64	4.25K	12+8	100	
	C8051F021	25	64	4.25K	12+8	64	
	C8051F022	25	64	4.25K	10+8	100	
	C8051F023	25	64	4.25K	10+8	64	
C8051F04x (c8051f04x.pdf)	C8051F040	25	64	4.352K	12+8	100	CAN 2.0B
	C8051F041	25	64	4.352K	12+8	64	CAN 2.0B
	C8051F042	25	64	4.352K	10+8	100	CAN 2.0B
	C8051F043	25	64	4.352K	10+8	64	CAN 2.0B
C8051F2xx (c8051f2xx.pdf)	C8051F206	25	8	1.25K	12	48	
	C8051F220	25	8	256	8	48	
	C8051F221	25	8	256	8	32	
	C8051F226	25	8	1.25K	8	48	
	C8051F230	25	8	256	-	48	
	C8051F231	25	8	256	-	32	
	C8051F236	25	8	1.25K	-	48	
C8051F30x (c8051f30x.pdf)	C8051F300	25	8	256	8	11	2% Osc
	C8051F300P	25	8	256	8	DIP14	2% Osc
	C8051F301	25	8	256	-	11	2% Osc
	C8051F302	25	8	256	8	11	
	C8051F303	25	8	256	-	11	
	C8051F304	25	4	256	-	11	
	C8051F305	25	3	256	-	11	
C8051F12x (c8051f12x.pdf)	C8051F120	100	128	8.25K	12+8	100	
	C8051F121	100	128	8.25K	12+8	64	
	C8051F122	100	128	8.25K	10+8	100	
	C8051F123	100	128	8.25K	10+8	64	
	C8051F124	50	128	8.25K	12+8	100	
	C8051F125	50	128	8.25K	12+8	64	

	C8051F126	50	128	8.25K	10+8	100	
	C8051F127	50	128	8.25K	10+8	64	
C8051F06x (c8051f06x.pdf)	C8051F060	25	64	4.352K	16+10	100	CAN + DMA
	C8051F061	25	64	4.352K	16+10	64	CAN + DMA
	C8051F062	25	64	4.352K	16+10	100	CAN + DMA
	C8051F063	25	64	4.352K	16+10	64	CAN + DMA
C8051F31x (c8051f31x.pdf)	C8051F310	25	16	1.28K	10	32	2% Osc
	C8051F311	25	16	1.28K	10	28	2% Osc
C8051F32x (c8051f32x.pdf)	C8051F320	25	16	2.3K	10	32	Osc + USB
	C8051F321	25	16	2.3K	10	28	Osc + USB
C8051F33x (c8051f33x.pdf)	C8051F330	25	8	768	10	20	Osc
	C8051F330P	25	8	768	10	DIP24	Osc
	C8051F331	25	8	768	-	20	Osc

В следующих разделах первой главы приведены только таблицы основных характеристик. Подробному описанию параметров и режимов работы микроконтроллеров каждого семейства посвящены соответствующие главы настоящей книги.

1.2. СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ C8051F0XX

Первое семейство насчитывает 12 типов микроконтроллеров, отличающихся производительностью, объемом оперативной памяти RAM, типом корпуса и некоторыми другими параметрами. Все характеристики этого семейства микроконтроллеров приведены в таблице 1.2.

Все микроконтроллеры этого семейства имеют развитые узлы аналогового ввода/вывода.

На кристалле имеется аналого-цифровой преобразователь ADC (Analog-to-Digital Converters) с разрядностью 12 или 10 бит, оснащенный программно-управляемым входным усилителем и аналоговым мультиплексором. Для входного усилителя может быть программно установлен коэффициент усиления, равный 16, 8, 4, 2, 1 или 0.5. Аналоговый мультиплексор на 8 (или 4) входов может быть программно установлен для работы с однополярными или дифференциальными входами. Аналого-цифровой преобразователь не имеет "пропущенных" кодов и имеет погрешность ± 1 младший разряд. Имеется возможность генерации прерываний при изменении значения аналогового сигнала. Кроме этого, имеется интегрированный датчик температуры, позволяющий измерять температуру кристалла с точностью ± 3 °C.

Все микроконтроллеры этого семейства имеют два быстродействующих (время установления - 10 μ S) цифро-аналоговых 12 разрядных преобразователя DAC (Digital-to-Analog Converters) с выходами по напряжению.

Имеются также 2 (или 1) аналоговый компаратор с 16 значениями программно - устанавливаемого гистерезиса. Они могут быть настроены на формирование сигнала сброса или прерывания.

Кроме того, имеется встроенный источник опорного напряжения на 2,4В.

Все микроконтроллеры работают от источника питания 2,7 - 3,6В. Потребляемый ток не превышает 10 мА при частоте 20 МГц (12 мА при частоте 25МГц). Все микроконтроллеры имеют встроенный монитор контроля питания (супервизор питания).

Важным преимуществом этого семейства является развитая встроенная система отладки программного обеспечения, так называемая JTAG. Система при наличии фирменного программно-аппаратного обеспечения (стоимостью ~\$99) обеспечивает отладку программ по точкам останова, в пошаговом режиме, в режиме останова по истечении заданного времени. При этом имеется возможность проверки и модификации значений памяти и регистров.

Все микроконтроллеры имеют высокопроизводительное x51- совместимое ядро, 70% инструкций выполняются за 1 или 2 системных такта. Ядро оснащено развитой системой прерываний (до 22 источников).

Характеристики памяти и портов ввода/вывода приведены в таблице. Flash память всех микроконтроллеров программируется внутрисистемно - ISP (In System Programmable). Следует подчеркнуть, что все входы/выводы совместимы с внешними пяти-вольтовыми микросхемами. Набор периферии (таймеры, интерфейсы) также приведен в таблице. Примечательно, что в ее состав входит охранный таймер WDT. На кристалле имеется программируемый встроенный генератора 2-16 МГц. Микросхема может программироваться на работу с кварцевым резонатором, времязадающей RC- цепочкой, только конденсатором или внешним генератором, причем переключение между режимами возможно в ходе выполнения программы. Все микросхемы имеют режимы энергосбережения.

Таблица 1.2.

Первое семейство микроконтроллеров C8051F0xx

ХАРАКТЕРИСТИКА	C8051F000	C8051F001	C8051F002	C8051F005	C8051F006	C8051F007	C8051F010	C8051F011	C8051F012	C8051F015	C8051F016	C8051F017
Производительность, MIPS	20	20	20	25	25	25	20	20	20	25	25	25
Flash память программ, К	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
RAM- оперативная память данных	256	256	256	2.25K	2.25K	2.25K	256	256	256	2.25K	2.25K	2.25K
Разрядность ADC (100ksps)	12	12	12	12	12	12	10	10	10	10	10	10
Количество входных каналов ADC	8	8	4	8	8	4	8	8	4	8	8	4
Коэффициент усиления входов	16,8,4,2,1,0.5											
Встроенный датчик температуры	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Количество DAC	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Разрядность DAC	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Количество компараторов	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	1
Наличие встроенной системы JTAG	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Количество линий ввода/вывода	32	16	8	32	16	8	32	16	8	32	16	8
Наличие интерфейсов	I2C, SPI, UART											
16-разрядный счетчик-массив PCA	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Количество 16-разрядных таймеров	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Наличие охранного таймера WDT	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Встроенный монитор питания	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Программируемый генератор	2-16 MHz											
Температурный диапазон, °C	-40°C : +85°C											
Тип корпуса	TQFP	TQFP	LQFP	TQFP	TQFP	LQFP	TQFP	TQFP	LQFP	TQFP	TQFP	LQFP
Количество выводов	64	48	32	64	48	32	64	48	32	64	48	32
Диапазон напряжений питания, В	2.7В - 3.6В											
Рабочий ток потребления, мА	10	10	10	12	12	12	10	10	10	12	12	12

1.3. СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ C8051F018/019

Второе семейство насчитывает всего 2 типа микроконтроллеров, отличающихся только количеством линий ввода/вывода и типом корпуса. Все характеристики этого семейства микроконтроллеров приведены в таблице 1.3. Практически эти микроконтроллеры являются упрощенной версией микроконтроллеров C8051F015/016 предыдущего семейства.

На кристалле имеется десятиразрядный аналого-цифровой преобразователь ADC, оснащенный программно-управляемым аналоговым мультиплексором, который может быть программно установлен для работы с однополярными или дифференциальными входами. Аналого-цифровой преобразователь не имеет "пропущенных" кодов и имеет погрешность ± 1 младший разряд. Имеется возможность генерации прерываний при изменении значения аналогового сигнала. На кристалле имеется интегрированный датчик температуры, позволяющий измерять температуру кристалла с точностью ± 3 °C. Имеются также 2 аналоговых компаратора. Микроконтроллеры этого семейства не имеют DAC. Из аналоговых узлов также имеется встроенный источник опорного напряжения на 2,4В.

Микроконтроллеры работают от источника питания 2,7 - 3,6В. Потребляемый ток не превышает 12,5 мА при частоте 25 МГц.

Это семейство оснащено встроенной системой отладки JTAG.

Ядро микроконтроллеров - высокопроизводительное x51- совместимое, 70% инструкций выполняются за 1 или 2 системных такта. Характеристики памяти и портов ввода/вывода приведены в таблице. Flash память всех микроконтроллеров программируется внутрисистемно - ISP. Все входы/выводы совместимы с внешними пятивольтовыми микросхемами. Набор периферии (таймеры, интерфейсы) также приведен в таблице. В состав периферии входит также охранный таймер WDT. На кристалле имеется программируемый встроенный генератора 2-16 МГц.

Таблица 1.3.

Второе семейство микроконтроллеров C8051F018/019

ХАРАКТЕРИСТИКА	C8051F018	C8051F019
Производительность, MIPS	25	25
Flash память программ, К	16	16
RAM- оперативная память данных, К	1.28	1.28
Разрядность первого ADC (100ksps)	10	10
Количество входных каналов первого ADC	≤8	≤8
Встроенный датчик температуры	+	+
Количество компараторов	2	2
Наличие встроенной расширенной системы JTAG	+	+
Количество линий ввода/вывода	32	16
Наличие интерфейсов	I2C, SPI, UART	
16-разрядный счетчик-массив PCA	+	+
Количество 16-разрядных таймеров	4	4
Наличие охранного таймера WDT	+	+
Встроенный монитор питания		
Встроенный программируемый генератор	2-16 МГц	
Температурный диапазон, °С	-40°С : +85°С	
Тип корпуса	TQFP	TQFP
Количество выводов	64	48
Диапазон напряжений питания, В	2.7В - 3.6В	
Рабочий ток потребления, мА	12,5	12,5

1.4. СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ C8051F02X

Третье семейство насчитывает всего 4 типов микроконтроллеров, отличающихся от первого семейства наличием второго быстродействующего аналого-цифрового преобразователя, большим объемом оперативной памяти RAM и Flash памяти программ, наличием двух последовательных интерфейсов UART, типом корпуса и некоторыми другими параметрами. Все характеристики этого семейства микроконтроллеров приведены в таблице 1.4.

Третье семейство микроконтроллеров более мощное, чем первые два.

Как и в первом семействе, на кристалле имеется аналого-цифровой преобразователь ADC с разрядностью 12 или 10 бит, оснащенный программно-управляемым входным усилителем и аналоговым мультиплексором. Его параметры и возможности такие же, как и у первого семейства.

Кроме этого, на кристалле имеется второй высокопроизводительный восьмиразрядный ADC, оснащенный программно-управляемым входным усилителем и аналоговым мультиплексором. Для входного усилителя может быть программно установлен коэффициент усиления, равный 4, 2, 1 или 0.5. Аналоговый мультиплексор имеет 8 входов.

Как и в первом семействе, все микроконтроллеры имеют два быстродействующих 12 разрядных DAC и 2 аналоговых компаратора, а также встроенный источник опорного напряжения на 2,4В.

Все микроконтроллеры работают от источника питания 2,7 - 3,6В. Потребляемый ток не превышает 10 мА при частоте 25МГц. Все микроконтроллеры имеют встроенный монитор контроля питания (супервизор).

Важным преимуществом этого семейства является более развитая встроенная система отладки программного обеспечения, так называемая "JTAG DEBUG & BOUNDARY SCAN". Система при наличии фирменного программно-аппаратного обеспечения (стоимостью \$129) обеспечивает отладку программ по точкам останова, в пошаговом режиме, в режиме останова по истечении заданного времени. При этом имеется возможность проверки и модификации значений памяти и регистров.

Микроконтроллеры имеют высокопроизводительное x51 совместимое ядро, 70% инструкций выполняются за 1 или 2 системных такта. Ядро оснащено развитой системой прерываний (до 22 источников).

Характеристики памяти и портов ввода/вывода приведены в таблице. Flash память всех микроконтроллеров программируется внутрисхемно - ISP. Все входы/выводы совместимы с внешними пяти-вольтовыми микросхемами. Кроме того, имеется высокопроизводительный параллельный интерфейс с внешней памятью (до 5 Мегабайт/сек). Набор периферии (таймеры, интерфейсы) также приведен в таблице. В отличие от предыдущего семейства имеется два универсальных последовательных порта UART, что позволяет создавать на основе этих микроконтроллеров развитые много-интерфейсные сетевые станции. В состав входит также охранный таймер WDT. На кристалле имеется про-

граммируемый встроенный генератора 2-16 МГц. Микросхема может программироваться на работу с кварцевым резонатором, времязадающей RC- цепочкой, только конденсатором или внешним генератором, причем переключение между режимами возможно в ходе выполнения программы. Все микросхемы имеют режимы энергосбережения.

Таблица 1.4.

Третье семейство микроконтроллеров C8051F02x

ХАРАКТЕРИСТИКА	C8051F020	C8051F021	C8051F022	C8051F023
Производительность, MIPS	25	25	25	25
Flash память программ, К	64	64	64	64
RAM- оперативная память данных, К	4.25	4.25	4.25	4.25
Разрядность первого ADC (100ksps)	12	12	10	10
Количество входных каналов первого ADC	8	8	8	8
Коэффициент усиления входов первого ADC	16, 8, 4, 2, 1, 0.5			
Встроенный датчик температуры	+	+	+	+
Количество DAC	2	2	2	2
Разрядность DAC	12	12	12	12
Разрядность второго ADC (500ksps)	8	8	8	8
Количество входных каналов второго ADC	8	8	8	8
Коэффициент усиления входов второго ADC	4, 2, 1, 0.5			
Количество компараторов	2	2	2	2
Наличие встроенной расширенной системы JTAG	+	+	+	+
Количество линий ввода/вывода	64	32	64	32
Наличие интерфейсов	I2C, SPI, 2 x UART			
16-разрядный счетчик-массив PCA	+	+	+	+
Количество 16-разрядных таймеров	5	5	5	5
Наличие охранного таймера WDT	+	+	+	+
Встроенный монитор питания	+	+	+	+
Встроенный программируемый генератор	2-16 МГц			
Температурный диапазон, °С	-40°С : +85°С			
Тип корпуса	TQFP	TQFP	TQFP	TQFP
Количество выводов	100 64	64 100	100 64	64 100
Диапазон напряжений питания, В	2.7В - 3.6В			
Рабочий ток потребления, мА	10	10	10	10

1.5. СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ C8051F04X

Четвертое семейство микроконтроллеров - новое, отличается от всех остальных наличием аппаратно реализованного интерфейса CAN (Controller Area Network) в соответствии со спецификацией версии 2.0В. Семейство также насчитывает 4 типов микроконтроллеров и по остальным основным характеристикам идентично третьему семейству (см. раздел 1.4.). Характеристики этого семейства микроконтроллеров приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5.

Четвертое семейство микроконтроллеров C8051F04x

ХАРАКТЕРИСТИКА	C8051F040	C8051F041	C8051F042	C8051F043
Производительность, MIPS	25	25	25	25
Flash память программ, К	64	64	64	64
RAM- оперативная память данных, К	4.352	4.352	4.352	4.352
Разрядность первого ADC (программируется до 100ksps)	12	12	10	10
Количество входных каналов первого ADC	13	13	13	13
Коэффициент усиления входов первого ADC	16, 8, 4, 2, 1, 0.5			
Встроенный датчик температуры	+	+	+	+
Генератор прерываний, зависящий от диапазона входных данных	+	+	+	+
Разрядность второго ADC (программируется до 500ksps)	8	8	8	8
Количество входных каналов второго ADC	8	8	8	8
Коэффициент усиления входов второго ADC	4, 2, 1, 0.5			
Разрядность DAC	12	12	12	12
Количество DAC	2	2	2	2
Количество компараторов	3	3	2	2
Наличие встроенной расширенной системы JTAG	+	+	+	+
Количество линий ввода/вывода	64	32	64	32

Интерфейс внешней памяти данных (программируемый режим)	До 64К			
Наличие интерфейсов	CAN v.2.0B, I2C, SPI, 2 x UART, PCA			
16-разрядный счетчик-массив PCA	+	+	+	+
Количество 16-разрядных таймеров	5	5	5	5
Наличие охранного таймера WDT	+	+	+	+
Встроенный монитор питания	+	+	+	+
Режим таймера реального времени	(на таймерах 2, 3, 4 или PCA)			
Встроенный программируемый генератор	3-24,5 МГц			
Температурный диапазон, °С	-40°С : +85°С			
Тип корпуса	TQFP	TQFP	TQFP	TQFP
Количество выводов	100	64	100	64
Диапазон напряжений питания, В	2.7В - 3.6В			
Рабочий ток потребления, мА	10	10	10	10

1.6. СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ C8051F2XX

Пятое семейство насчитывает 7 типов микроконтроллеров, основные характеристики которых приведены в таблице 1.6.

Как видно из рассмотрения таблицы 1.6, это семейство микроконтроллеров менее мощное, чем первое. Только в четырех микросхемах имеется ADC, зато с большим числом входов мультиплексора. Только в одной модели имеется программно-управляемый входной усилитель и разрядность ADC равна 12 битам. Остальные ADC - восьмиразрядные. Во всех моделях, имеющих аналоговый мультиплексор, переопределение входов можно производить в ходе выполнения программы.

Все микроконтроллеры работают от источника питания 2,7 - 3,6В. Потребляемый ток не превышает 9 мА при частоте 25МГц. Все микроконтроллеры имеют встроенный монитор контроля питания (супервизор).

Микроконтроллеры этого семейства имеют обычный интерфейс JTAG (как у первого семейства). Система при наличии фирменного программно-аппаратного обеспечения обеспечивает отладку программ по точкам останова, в пошаговом режиме, в режиме останова по истечении заданного времени. При этом имеется возможность проверки и модификации значений памяти и регистров.

Все микроконтроллеры имеют высокопроизводительное x51 совместимое ядро, 70% инструкций выполняются за 1 или 2 системных такта. Ядро оснащено развитой системой прерываний (до 21 источников).

Характеристики памяти и портов ввода/вывода приведены в таблице. Flash память всех микроконтроллеров программируется внутрисхемно. Все входы/выводы совместимы с внешними пятивольтовыми микросхемами. Набор периферии (таймеры, интерфейсы) также приведен в таблице. В состав входит также охранный таймер WDT. На кристалле имеется программируемый встроенный генератора 2-16 МГц. Микросхема может программироваться на работу с кварцевым резонатором, времязадающей RC- цепочкой, только конденсатором или внешним генератором, причем переключение между режимами возможно в ходе выполнения программы. Все микросхемы имеют режимы энергосбережения.

Таблица 1.6.

Пятое семейство микроконтроллеров C8051F2xx

ХАРАКТЕРИСТИКА	C8051F206	C8051F220	C8051F221	C8051F226	C8051F230	C8051F231	C8051F236
Производительность, MIPS	25	25	25	25	25	25	25
Flash память программ, К	8	8	8	8	8	8	8
RAM- оперативная память данных	1.25К	256	256	1.25К	256	256	1.25К
Разрядность ADC (100ksps)	12	8	8	8	-	-	-
Количество входных каналов ADC	32	32	22	32	-	-	-
Коэффициент усиления входов 16,8,4,2,1,0.5	+	-	-	-	-	-	-
Количество компараторов	2	2	2	2	2	2	2
Наличие встроенной системы JTAG	+	+	+	+	+	+	+
Количество линий ввода/вывода	32	32	22	32	32	22	32
Наличие интерфейсов	SPI, UART						

Количество 16-разрядных таймеров	3	3	3	3	3	3	3
Наличие охранного таймера WDT	+	+	+	+	+	+	+
Встроенный монитор питания	+	+	+	+	+	+	+
Встроенный прог. генератор	2-16MHz						
Температурный диапазон, °C	-40°C : +85°C						
Тип корпуса	TQFP	TQFP	LQFP	TQFP	TQFP	LQFP	TQFP
Количество выводов	48	48	32	48	48	32	48
Диапазон напряжений питания, В	2.7В - 3.6В (9 мА)						

1.7. СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ C8051F30X

Шестое семейство насчитывает всего 6 типов микроконтроллеров, зато это, пожалуй, самые маленькие из всех x51 совместимых микроконтроллеров. Часть микроконтроллеров имеют оригинальный корпус с размерами всего 3x3 мм² и 11 выводами. Основные характеристики этого семейства приведены в таблице 1.7.

Шестое семейство содержит уникальные малогабаритные микроконтроллеры. Два типа микроконтроллеров имеют восьмиканальные восьмиразрядные ADC.

Все микроконтроллеры работают от источника питания 2,7 - 3,6В. Потребляемый ток не превышает 5.8 (7) мА при частоте 25/20 МГц.

Все микроконтроллеры имеют высокопроизводительное x51 совместимое ядро, 70% инструкций выполняются за 1 или 2 системных такта. Ядро оснащено системой прерываний.

Микроконтроллеры этого семейства имеют встроенную систему отладки.

Характеристики памяти и портов ввода/вывода приведены в таблице. Flash память всех микроконтроллеров программируется внутрисхемно. Входы/выводы совместимы с внешними пятивольтовыми микросхемами. Набор периферии (таймеры, интерфейсы) также приведен в таблице. В состав входит также охранный таймер WDT.

На кристалле имеется непрограммируемый встроенный генератора на 25 (300,301,304,305) или 20 (302,303) МГц. Из-за этого работа UART для моделей 300,301 (25 МГц) допускает вероятность 2% ошибки.

Таблица 1.7.

Шестое семейство микроконтроллеров C8051F3xx

ХАРАКТЕРИСТИКА	C8051F300	C8051F301	C8051F302	C8051F303	C8051F304	C8051F305
Производительность, MIPS	25	25	25	25	25	25
Flash память программ, К	8	8	8	8	4	2
RAM- оперативная память данных, байт	256	256	256	256	256	256
Разрядность ADC (500ksps)	8	-	8	-	-	-
Количество входных каналов ADC	8	-	8	-	-	-
Коэффициент усиления входов	4,2,1,0.5					
Встроенный датчик температуры	+	-	+	-	-	-
Количество компараторов	1	1	1	1	1	1
Наличие встроенной системы отладки	+	+	+	+	+	+
Количество линий ввода/вывода	8	8	8	8	8	8
Наличие интерфейсов	SMBus(I2C), UART					
16-разрядный счетчик-массив PCA	+	+	+	+	+	+
Количество 16-разрядных таймеров	3	3	3	3	3	3
Наличие охранного таймера WDT	+	+	+	+	+	+
Таймер реального времени	+	+	+	+	-	-
Встроенный монитор питания	+	+	+	+	+	+
Встроенный генератор, МГц	25	25	20	20	25	25
Температурный диапазон, °C	-40°C : +85°C					
Тип корпуса	11-Pin Micro Lead					
Диапазон напряжений питания, В	2.7В - 3.6В (5.8 мА)					

1.8. СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ C8051F12X

Седьмое семейство насчитывает 8 типа микроконтроллеров. Это самое быстродействующее семейство из всех известных x51 совместимых микроконтроллеров. Микроконтроллеры этого семейства могут работать на частотах до 100 (50) МГц, при этом их производительность достигает 100 (50) MIPS (Million Instructions Per Second). Основные характеристики этого семейства такие же, как и у третьего семейства (см. раздел 1.4.). Характеристики семейства приведены в таблице 1.8.

Таблица 1.8.

Седьмое семейство микроконтроллеров C8051F12x

ХАРАКТЕРИСТИКА	C8051F120	C8051F121	C8051F122	C8051F123	C8051F124	C8051F125	C8051F126	C8051F127
Производительность, MIPS (Тактовая частота 100МГц)	100	100	100	100	50	50	50	50
Flash Memory, К	128	128	128	128	128	128	128	128
RAM- оперативная память данных, К	8.448	8.448	8.448	8.448	8.448	8.448	8.448	8.448
Разрядность первого ADC (программируется до 100ksps)	12	12	10	10	12	12	10	10
Количество входных каналов первого ADC	8	8	8	8	8	8	8	8
Коэффициент усиления входов первого ADC	16, 8, 4, 2, 1, 0,5							
Встроенный датчик температуры	+	+	+	+	+	+	+	+
Генератор прерываний, зависящий от диапазона входных данных	+	+	+	+	+	+	+	+
Разрядность второго ADC (программируется до 500ksps)	8	8	8	8	8	8	8	8
Количество входных каналов второго ADC	8	8	8	8	8	8	8	8
Коэффициент усиления входов второго ADC	4, 2, 1, 0,5							
Разрядность DAC	12	12	12	12	12	12	12	12
Количество DAC	2	2	2	2	2	2	2	2
Количество компараторов	2	3	2	2	2	3	2	2
Наличие встроенной расширенной системы JTAG	+	+	+	+	+	+	+	+
Количество линий ввода/вывода	64	32	64	32	64	32	64	32
Интерфейс (параллельный) внешней памяти данных	+	+			+	+		
Наличие интерфейсов	I2C, SPI, 2 x UART, PCA							
16-разрядный счетчик-массив PCA	+	+	+	+	+	+	+	+
Количество 16-разрядных таймеров	5	5	5	5	5	5	5	5
Наличие охранного таймера WDT	+	+	+	+	+	+	+	+
Встроенный монитор питания	+	+	+	+	+	+	+	+
Режим таймера реального времени	(на таймере 3 или PCA)							
Встроенный генератор	25 МГц							
Температурный диапазон, °C	-40°C : +85°C							
Тип корпуса	TQFP	TQFP	TQFP	TQFP	TQFP	TQFP	TQFP	TQFP
Количество выводов	100	64	100	64	100	64	100	64
Диапазон напряжений	2.7В - 3.6В							

питания, В								
Рабочий ток потребления, мА	50 (100МГц)	50 (100МГц)	50 (100МГц)	50 (100МГц)	24 (50МГц)	24 (50МГц)	24 (50МГц)	24 (50МГц)

1.9. СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ C8051F06X

Новое восьмое семейство C8051F06x содержит 4 модели микроконтроллеров C8051F060/061/062/063. Основные характеристики этого семейства приведены в таблице 1.9.

Это семейство пока (ожидается развитие) имеет среднюю пиковую производительность - 25 MIPS.

Микроконтроллеры имеют высокопроизводительное усовершенствованное ядро CIP-51 с конвейерной организацией и встроенную Flash память программ/данных объемом 64 К с размером сектора 512 байтов. Оперативная память состоит из: основной оперативной памяти объемом 256 байтов и дополнительной встроенной памяти в пространстве адресов внешней памяти XRAM объемом 4 К., таким образом, общий объем встроенной памяти составляет 4352 байта. В микроконтроллерах C8051F060/062 имеется встроенный интерфейс внешней памяти, настраиваемый программно на мультиплексный или немultipлексированный режим обмена.

Самое главное, что отличает этого семейства от остальных, достаточно мощных семейств, является включение в состав аналоговой периферии двух 16-разрядных быстродействующих аналого-цифровых преобразователей ADC0 и ADC1. Оба эти преобразователя имеют низкую нелинейность: ± 0.5 (1.0) младшего разряда для дифференциального режима и ± 0.75 (1.5) младшего разряда для однополярного режима для микроконтроллеров C8051F060/061 (C8051F062/063). Гарантированная дифференциальная нелинейность составляет ± 0.5 младшего разряда. Типовая ошибка смещения - 0.1 мВ. Типовая суммарная ошибка во всем диапазоне - 0.008%. Соотношение сигнал/шум - 86 дБ. Разделение каналов - 100 дБ. Аналого-цифровые преобразователи ADC0/1 имеют очень быстродействие - 1 Msps. Внутренняя частота преобразования - до 25 МГц. Типовое время преобразования - 18 периодов тактовой частоты. Очевидно, что при таком высоком быстродействии выходные 16-разрядные слова не могут быть напрямую обработаны даже таким быстродействующим микроконтроллерным ядром, поэтому каждый канал аналого-цифрового преобразователя ADC0/1 оснащен механизмом прямого доступа в память DMA, который позволяет формировать массивы данных заданной длины во встроенной оперативной памяти без непосредственного участия ядра микроконтроллера. Аналого-цифровые преобразователи могут работать от встроенного источника опорного напряжения 2.4В или от внешнего источника. Запуск аналого-цифрового преобразования может также осуществляться по выбору разработчика: либо по сигналу с внешнего входа, либо по переполнению одного из таймеров, либо программно, записью "1" в специальный бит SFR регистра. Время преобразования также может задаваться программно. Оба аналого-цифровых преобразователя ADC0/1 могут работать в однополярном или дифференциальном режимах. Оба преобразователя могут калиброваться в системе, при этом может индивидуально корректироваться напряжение смещения, усиление и линейность. Кроме перечисленных возможностей, аналого-цифровые преобразователи ADC0/1, как и ADC других семейств микроконтроллеров фирмы Cygnal, имеют функцию "окна", которая заключается в цифровом сравнении выходных кодов со значениями двух программно задаваемых регистров верхнего и нижнего порогов. Диапазон между значениями кодов этих двух регистров собственно и образует "окно". Пользователь может запрограммировать эти регистры порогов и разрешить формирование прерываний либо, если выходной код ADC0/1 попадает в диапазон "окна", либо выходит за пределы "окна".

Кроме этих двух аналого-цифровых преобразователей (ADC0/1) в составе аналоговой периферии имеется еще один 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь среднего быстродействия ADC2 (200ksps) с входным мультиплексором AMUX2 на 8 входов. Входной мультиплексор может быть настроен в режим обработки 8 однополярных либо 4 дифференциальных входов. Аналого-цифровой преобразователь также имеет функцию "окна". Кроме того, входной мультиплексор имеет дополнительный внутренний вход, к которому подключен встроенный температурный датчик, позволяющий измерять температуру кристалла с точностью $\pm 3^\circ\text{C}$.

Все микроконтроллеры семейства имеют также по два 12-битных цифро-аналоговых преобразователя DAC0/1, которые могут работать в синхронном режиме. Оба цифро-аналоговых преобразователя могут работать от внешнего источника опорного напряжения, либо от внутреннего источника опорного напряжения при внешней коммутации его выхода на соответствующие входы опорного напряжения цифро-аналоговых преобразователей. Кроме того, для цифро-аналоговых преобразователей поддерживаются функции аппаратного сдвига входных кодов на необходимое количество разрядов и выравнивание входных кодов.

В составе аналоговой периферии всех микроконтроллеров имеется также 3 аналоговых компаратора с программируемым гистерезисом (отдельно положительным и отрицательным) и временем реакции. Кроме этого, аналоговая подсистема содержит развитый монитор питания и сброса.

Как и все микроконтроллеры фирмы Cygnal, микроконтроллеры описываемого семейства имеют встроенный интерфейс JTAG программирования и отладки в режиме реального времени.

Микроконтроллеры C8051F060/062 имеют 59 линий ввода/вывода, т.е. 7 полных восьмибитных портов плюс 3 линии. Микроконтроллеры C8051F061/063 имеют 24 линии ввода/вывода, т.е. 3 полных восьмибитных порта. В состав набора интерфейсов входят: аппаратный интерфейс CAN, интерфейс SMBus совместимый с I2C, интерфейс SPI, два усовершенствованных интерфейса UART. Кроме того, имеется программируемый массив-счетчик PCA с шестью модулями захвата/сравнения, пять 16-битных таймеров общего назначения и усовершенствованный аппаратный охранный таймер WDT.

Микроконтроллеры имеют развитый узел тактового генератора, включающий встроенный прецизионный калибруемый тактовый генератор на частоту до 24.5 МГц, а также внешний генератор, способный работать от кварцевого или пьезокерамического резонатора, RC-цепочки, одиночного конденсатора или внешнего генератора. Переключения между внутренним и внешним генераторами могут осуществляться "на лету". Таймеры 2, 3, 4 или PCA имеют режим таймера реального времени RTC.

Напряжение питания микроконтроллеров: от 2.7 до 3.6 В. Максимальный ток потребления - не более 18 мА. Имеются два режима энергосбережения. Рабочий диапазон температур от -40°C до +85°C.

Очевидно, что доступ ко всем периферийным узлам осуществляется через SFR-регистры (регистры специальных функций). Поскольку периферии очень много, использован механизм многостраничного SFR регистра (используется 5 страниц с адресами 0,1,2,3,F). Переключение страниц осуществляется через SFR регистры, доступные со всех страниц. Используется трехуровневый стек номеров страниц. Вызывающее прерывание автоматически включает нужную страницу в соответствии с вызывающим ресурсом (источником прерывания) и также, после завершения обработки прерывания автоматически возвращает исходную страницу. На нулевой странице расположены все периферийные узлы стандартного 8052 микроконтроллера. Страницы 1,2,3 структурированы так, что, например, одинаковые все регистры всех таймеров расположены по одним и тем же адресам, но на разных страницах. Страница "F" предназначена для управления Flash памятью. Вообще говоря, этот механизм позволяет осуществлять доступ к 256 страницам SFR регистров, т.е. для расширения состава встроенной периферии еще достаточно места!

Таблица 1.9

Восьмое семейство микроконтроллеров C8051F06x

ХАРАКТЕРИСТИКА	C8051F060	C8051F061	C8051F062	C8051F063
Производительность, MIPS	25	25	25	25
Flash память программ, К	64	64	64	64
RAM- оперативная память данных, К	4.352	4.352	4.352	4.352
Разрядность первого ADC0 (программируется до 1 Msps)	16	16	16	16
Разрядность второго ADC1 (программируется до 1 Msps)	16	16	16	16
Встроенный датчик температуры	+	+	+	+
Генератор прерываний, зависящий от диапазона входных данных	+	+	+	++
Разрядность третьего ADC2 (программируется до 200kpsps)	10	10	10	10
Количество входных каналов второго ADC	8	8	8	8
Разрядность DAC	12	12	12	12
Количество DAC	2	2	2	2
Количество компараторов	3	3	2	2
Наличие встроенной расширенной системы JTAG	+	+	+	+
Количество линий ввода/вывода	59	24	59	24
Интерфейс внешней памяти данных (программируемый режим)	До 64К			
Наличие интерфейсов	CAN v.2.0B, I2C, SPI, 2 x UART, PCA			
16-разрядный счетчик-массив PCA	+	+	+	+
Количество 16-разрядных таймеров	5	5	5	5
Наличие охранный таймера WDT	+	+	+	+
Встроенный монитор питания	+	+	+	+
Режим таймера реального времени	(на таймерах 2, 3, 4 или PCA)			
Встроенный программируемый генератор	3-24,5 МГц			
Температурный диапазон, °С	-40°C : +85°C			
Тип корпуса	TQFP	TQFP	TQFP	TQFP
Количество выводов	100	64	100	64
Диапазон напряжений питания, В	2.7В - 3.6В			
Рабочий ток потребления, мА	18	18	18	18

1.10. СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ C8051F31X

Девятое семейство C8051F31x содержит 2 модели микроконтроллеров C8051F310/311. Основные характеристики этого семейства приведены в таблице 1.10.

Микроконтроллеры этого семейства имеют высокопроизводительное усовершенствованное ядро CIP-51 с конвейерной организацией и пиковой производительностью - 25MIPS. Система прерываний достаточно развита, имеется 22 источника прерываний. Микроконтроллеры имеют встроенную Flash память программ/данных объемом 16 К с размером сектора 512 байтов. Оперативная память состоит из основной оперативной памяти объемом 256 байтов, дополнительной встроенной памяти в пространстве адресов внешней памяти XRAM объемом 1 К, таким образом общий объем встроенной памяти составляет 1280 байта.

В этих микроконтроллерах имеется один 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь среднего быстродействия ADC (200ksps) со входным мультиплексором AMUX на 21 (C8051F310) или 17 (C8051F311) входов. Входной мультиплексор может быть настроен в режим обработки однополярных либо дифференциальных сигналов. Он также имеет функцию "окна". Кроме того, входной мультиплексор имеет дополнительный внутренний вход, к которому подключен встроенный температурный датчик, позволяющий измерять температуру кристалла с точностью $\pm 3^\circ\text{C}$.

В составе аналоговой периферии всех микроконтроллеров имеется также 2 аналоговых компаратора с программируемым гистерезисом (отдельно положительным и отрицательным) и временем реакции. Кроме этого, аналоговая подсистема содержит развитый монитор питания и сброса.

Как и все микроконтроллеры фирмы Cygnal, микроконтроллеры описываемого семейства имеют встроенный интерфейс JTAG программирования и отладки в режиме реального времени.

Микроконтроллеры C8051F310 имеют 29 линий ввода/вывода, а C8051F311 имеют 25 линию ввода/вывода. В состав набора интерфейсов входят: интерфейс SMBus совместимый с I2C, интерфейс SPI и усовершенствованный интерфейс UART. Кроме того, имеется программируемый массив-счетчик PCA с пятью модулями захвата/сравнения, четыре 16-битных таймера общего назначения и усовершенствованный аппаратный охранный таймер WDT.

Микроконтроллеры имеют развитый узел тактового генератора, включающий встроенный прецизионный 2% тактовый генератор, поддерживающий все режимы интерфейсов, а также внешний генератор, способный работать от кварцевого или пьезокерамического резонатора, RC-цепочки, одиночного конденсатора или внешнего генератора. Переключения между внутренним и внешним генераторами могут осуществляться "на лету". Таймер или PCA имеют режим таймера реального времени RTC при наличии внешнего задающего генератора.

Доступ ко всем периферийным узлам осуществляется через традиционную одностраничную SFR карту регистров. Напряжение питания микроконтроллеров: от 2.7 до 3.6 В. Максимальный ток потребления - не более 5 мА. Имеются два режима энергосбережения. Рабочий диапазон температур от -40°C до $+85^\circ\text{C}$.

Таблица 1.10

Девятое семейство микроконтроллеров C8051F31x

ХАРАКТЕРИСТИКА	C8051F310	C8051F311
Производительность, MIPS	25	25
Flash память программ, К	16	16
RAM- оперативная память данных, К	1.28	1.28
Разрядность первого ADC (200ksps)	10	10
Количество входных каналов первого ADC	≤ 21	≤ 17
Встроенный датчик температуры	+	+
Количество компараторов	2	2
Наличие встроенной расширенной системы JTAG	+	+
Количество линий ввода/вывода	29	25
Наличие интерфейсов	I2C, SPI, UART	
16-разрядный счетчик-массив PCA	+	+
Количество 16-разрядных таймеров	4	4
Наличие охранный таймера WDT	+	+
Встроенный программируемый генератор	2-24.5 МГц	
Температурный диапазон, $^\circ\text{C}$	$-40^\circ\text{C} : +85^\circ\text{C}$	
Тип корпуса	LQFP	MLP
Количество выводов	32	28
Диапазон напряжений питания, В	2.7В - 3.6В	
Рабочий ток потребления, мА	5	5

1.11. СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ C8051F32X

Десятое семейство C8051F32x содержит также 2 модели микроконтроллеров C8051F320/321. Основные характеристики этого семейства приведены в таблице 1.11.

Основным отличием этого семейства от предыдущего является то, что впервые в состав интерфейсов включен аппаратный интерфейс USB, поддерживающий высокоскоростные (до 12 Mbps) и низкоскоростные (до 1.5 Mbps) операции от встроенного тактового генератора, не нуждающегося во внешнем кварцевом резонаторе. Для его функционирования имеется буферная FIFO память. Интерфейс полностью интегрирован и не требует внешних элементов.

Микроконтроллеры также имеют ядро CIP-51 с пиковой производительностью - 25MIPS. Микроконтроллеры имеют встроенную Flash память программ/данных объемом 16 К с размером сектора 512 байтов. Оперативная память состоит из основной оперативной памяти объемом 256 байтов, дополнительной встроенной памяти в пространстве адресов внешней памяти XRAM объемом 1 К и FIFO памяти интерфейса USB объемом 1 К, таким образом общий объем встроенной памяти составляет 2304 байта.

В этих микроконтроллерах имеется один 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь среднего быстродействия ADC (200ksps) с входным мультиплексором AMUX на 17 (C8051F320) или 13 (C8051F321) входов. Входной мультиплексор может быть настроен в режим обработки однополярных либо дифференциальных сигналов. Он также имеет функцию "окна". Кроме того, входной мультиплексор имеет дополнительный внутренний вход, к которому подключен встроенный температурный датчик, позволяющий измерять температуру кристалла с точностью $\pm 3^\circ\text{C}$. Имеется также 2 аналоговых компаратора с программируемым гистерезисом (отдельно положительным и отрицательным) и временем реакции. Кроме этого, аналоговая подсистема содержит развитый монитор питания и сброса. Еще одной отличительной особенностью этого семейства является наличие встроенного регулятора напряжения питания от 4 до 5.25 В.

Как и все микроконтроллеры фирмы Cygnal, микроконтроллеры описываемого семейства имеют встроенный интерфейс JTAG программирования и отладки в режиме реального времени.

Микроконтроллеры C8051F320 имеют 25 линий ввода/вывода, а C8051F321 имеют 21 линию ввода/вывода. В состав набора интерфейсов кроме USB входят также: интерфейс SMBus, интерфейс SPI и усовершенствованный интерфейс UART. Кроме того, имеется программируемый массив-счетчик PCA с пятью модулями захвата/сравнения, четыре 16-битных таймеров общего назначения и усовершенствованный аппаратный охранный таймер WDT.

Микроконтроллеры имеют развитый узел тактового генератора, включающий встроенный прецизионный 0.25% тактовый генератор, поддерживающий все режимы интерфейсов, а также внешний генератор, способный работать от кварцевого или пьезокерамического резонатора, RC-цепочки, одиночного конденсатора или внешнего генератора. Переключения между внутренним и внешним генераторами могут осуществляться "на лету". Таймер или PCA имеют режим таймера реального времени RTC при наличии внешнего задающего генератора.

Напряжение питания микроконтроллеров: от 2.7 до 3.6 В. Максимальный ток потребления - не более 5 мА. Имеются два режима энергосбережения. Рабочий диапазон температур от -40°C до $+85^\circ\text{C}$.

Таблица 1.11

Десятое семейство микроконтроллеров C8051F32x

ХАРАКТЕРИСТИКА	C8051F320	C8051F321
Производительность, MIPS	25	25
Flash память программ, К	16	16
RAM- оперативная память данных, К	2.304	2.304
Разрядность первого ADC (200ksps)	10	10
Количество входных каналов первого ADC	≤ 17	≤ 13
Встроенный датчик температуры	+	+
Количество компараторов	2	2
Наличие встроенной расширенной системы JTAG	+	+
Количество линий ввода/вывода	25	21
Наличие интерфейсов	I2C, SPI, UART, USB	
16-разрядный счетчик-массив PCA	+	+
Количество 16-разрядных таймеров	4	4
Наличие охранный таймера WDT	+	+
Встроенный программируемый генератор	2-24.5 МГц, 0.25%	
Температурный диапазон, °C	$-40^\circ\text{C} : +85^\circ\text{C}$	

Тип корпуса	LQFP	MLP
Количество выводов	32	28
Встроенный регулятор напряжения питания	4В - 5.25В	
Диапазон напряжений питания, В	2.7В - 3.6В	
Рабочий ток потребления, мА	10	10

1.12. СЕМЕЙСТВО МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ C8051F33X

Одиннадцатое семейство C8051F33x содержит 2 модели микроконтроллеров C8051F330/331. Основные характеристики этого семейства приведены в таблице 1.12.

Это семейство имеет пиковую производительность - 25MIPS. Микроконтроллеры имеют высокопроизводительное усовершенствованное ядро CIP-51 с конвейерной организацией. За счет этого 70% инструкций выполняются за 1 или 2 такта системной частоты. Система прерываний имеет 13 источников прерываний. Микроконтроллеры имеют встроенную Flash память программ/данных объемом 8 К с размером сектора 512 байтов. Оперативная память состоит из основной оперативной памяти объемом 256 байтов и дополнительной встроенной памяти в пространстве адресов внешней памяти XRAM объемом 512 байтов, таким образом, общий объем встроенной памяти составляет 768 байтов.

В микроконтроллере C8051F330 имеется один 10-разрядный аналого-цифровой преобразователь среднего быстродействия ADC (200ksps) со входным мультиплексором AMUX на 16 входов. Входной мультиплексор может быть настроен в режим обработки однополярных либо дифференциальных сигналов. Он также имеет функцию "окна", которая была описана выше. Кроме того, входной мультиплексор имеет дополнительный внутренний вход, к которому подключен встроенный температурный датчик, позволяющий измерять температуру кристалла с точностью $\pm 3^\circ\text{C}$. Аналого-цифровой преобразователь может работать от встроенного источника опорного напряжения, от внешнего источника или использовать в качестве опорного напряжения - напряжение источника питания. Система запуска аналого-цифрового преобразователя может работать как от внутреннего источника, так и от внешнего управляющего сигнала.

Кроме аналого-цифрового преобразователя, в микроконтроллере C8051F330 имеется еще один 10-разрядный цифро-аналоговый преобразователь IDA0 с токовым выходом. Период обновления выходного тока может синхронизироваться по переполнению одного из таймеров общего назначения или по фронту импульса на специальном входе. Значение полного выходного тока (коэффициент усиления) может задаваться программно: 0 мА (IDA0 выключен), 1 мА, 1.5 мА или 2 мА.

В составе аналоговой периферии всех микроконтроллеров имеется также один аналоговый компаратор с программируемым гистерезисом (отдельно положительным и отрицательным) и временем реакции. Важной особенностью компаратора является малая величина входного тока, не превышающая 0.4 мкА.

Кроме этого, аналоговая подсистема содержит развитый монитор питания и сброса.

Как и все микроконтроллеры фирмы Cygnal, микроконтроллеры описываемого семейства имеют встроенный интерфейс JTAG программирования и отладки в режиме реального времени. Микроконтроллеры C8051F330/331 имеют 17 линий ввода/вывода. В состав набора интерфейсов входят: интерфейс SMBus, интерфейс SPI и усовершенствованный интерфейс UART. Кроме того, имеется программируемый массив-счетчик PCA с тремя модулями захвата/сравнения, четыре 16-битных таймеров общего назначения и усовершенствованный аппаратный охранный таймер WDT.

Микроконтроллеры имеют развитый узел тактового генератора, включающий встроенный прецизионный калибруемый 2% тактовый генератор, работающий на частоте до 24.5 МГц, поддерживающий все режимы интерфейсов, а также внешний генератор, способный работать от кварцевого или пьезокерамического резонатора, RC-цепочки, одиночного конденсатора или внешнего генератора. Переключения между внутренним и внешним генераторами могут осуществляться "на лету". Кроме того, имеется второй встроенный калибруемый низкочастотный генератор с набором частот 80/40/20/10 кГц.

Таймер или PCA имеют режим таймера реального времени RTC при наличии внешнего задающего генератора или работе совместно с одним из таймеров.

Доступ ко всем периферийным узлам осуществляется через традиционную одностороннюю SFR карту регистров.

Напряжение питания микроконтроллеров: от 2.7 до 3.6 В. Максимальный ток потребления - не более 6.4 мА при рабочей частоте 25 МГц и только 9 мкА при частоте 32 кГц. Имеются два режима энергосбережения. Рабочий диапазон температур от -40°C до $+85^\circ\text{C}$.

Следует отметить также, что микроконтроллер C8051F330 с индексом "P" выпускается для отладочных целей также в корпусе DIP24.

Таблица 1.12

Одиннадцатое семейство микроконтроллеров C8051F33x

ХАРАКТЕРИСТИКА	C8051F330	C8051F331
Производительность, MIPS	25	25
Flash память программ, К	8	8
RAM- оперативная память данных, К	768	768
Разрядность первого ADC (200ksps)	10	-
Количество входных каналов первого ADC	<=16	-
Встроенный датчик температуры	+	-
Разрядность первого DAC с токовым выходом	10	
Количество компараторов	1	1
Наличие встроенной расширенной системы JTAG	+	+
Количество линий ввода/вывода	17	17
Наличие интерфейсов	I2C, SPI, UART	
16-разрядный счетчик-массив PCA	+	+
Количество 16-разрядных таймеров	4	4
Наличие охранного таймера WDT	+	+
Встроенный программируемый генератор	2-24.5 МГц , 2%	
Низкочастотный генератор	80/40/20/10 кГц	
Температурный диапазон, °C	-40°C : +85°C	
Тип корпуса	MLP	
Количество выводов	20	
Диапазон напряжений питания, В	2.7В - 3.6В	
Рабочий ток потребления, мА	6.4мА	