

# MSP430FG461X

## для портативных приложений с батарейным питанием

Алексей ПАНТЕЛЕЙЧУК  
pantel@compel.ru

### Краткое описание MSP430FG461x

Серия микроконтроллеров FG461x содержит до 120 кбайт Flash-памяти и 8 кбайт RAM. Разработчики медицинского оборудования отмечают, что эти микроконтроллеры выгодно использовать в портативных устройствах, таких как цифровые измерители кислорода в крови, беспроводные электрокардиографы, которые требуют наличия высокоинтегрированной интеллектуальной периферии и большого объема памяти на кристалле. Микроконтроллеры серии FG461x содержат до трех операционных усилителей, 12-разрядный АЦП (ADC) со скоростью преобразования 200 тысяч выборок в секунду, 12-разрядный ЦАП (DAC), а также контроллер прямого доступа к памяти (DMA).

### Улучшенный модуль эмуляции вместо дорогого внутрисхемного эмулятора ICE

Так как приложения становятся все более сложными, затраты при их разработке и отладке возрастают экспоненциально. В отличие от симуляторов, которые не могут полностью и точно воспроизвести поведение приложения, встроенный улучшенный модуль эмуляции (EEM), имеющийся во всех микроконтроллерах MSP430, позволяет отлаживать аппаратную и программную часть без затрат на внутрисхемный эмулятор ICE. EEM микроконтроллеров FG461x поддержи-

вает 8 аппаратных точек останова, буфер объемом 8×40 бит для хранения информации с шин данных и программ, а также различных флагов ядра, не влияя на ход выполнения основной программы.

### Выбор микроконтроллера для приложений с батарейным питанием

Новое семейство микроконтроллеров MSP430FG461x позиционируется производителем как решение для портативных приложений. Интересно сравнить это решение с аналогами других фирм. Такие приложения, как счетчики газа, воды, измерители глюкозы в крови, пульса, давления, состоят из следующих элементов. Это:

- датчик;
- модуль преобразования аналогового сигнала в цифровую форму;
- модуль управления питанием;
- модуль обработки данных и управления;
- модуль отображения информации.

В соответствии с этим можно определить основные требования к микроконтроллеру для портативного приложения:

- наличие АЦП;
- низкое энергопотребление;
- быстрый переход в активный режим из режима низкого энергопотребления;
- высокая производительность в активном режиме;

- наличие контроллера ЖКИ.

Микроконтроллеры с такими характеристиками есть у многих производителей, но мы остановимся на самых распространенных на российском рынке: Atmel, Freescale, Microchip, Texas Instruments (табл. 2). Разумеется, количество подобных микроконтроллеров довольно велико, но мы остановимся на самых «серьезных» соперниках.

Сложно сравнивать микроконтроллеры различных типов, например, 8-битные с 16-битными, по производительности, но в общем становятся понятными достоинства и недостатки основных претендентов. Если говорить об энергопотреблении, то MSP430 равных нет. Он меньше всего потребляет в режиме off mode (а в этом режиме микроконтроллер находится дольше всего) и быстрее всех выходит из него. Следующим преимуществом является большой объем Flash-памяти. То есть, если одной из задач приложения является накопление большого массива данных в процессе измерения, то MSP430FG461x побеждает. Третье достоинство — 16-разрядное ядро.

### Средства отладки и софт

Теперь, когда мы оценили достоинства микроконтроллеров FG461x и решили их использовать в своем приложении, нужно понять, с чего начинать и как можно быстро вывести на рынок свое устройство.

Texas Instruments предлагает начинать разработку с помощью MSP-FET430U100, представляющего собой набор для программирования и отладки приложений на базе MSP430Fxxxx с Flash-памятью. Состоит этот набор из USB-JTAG адаптера и платы с ZIF-сокетом. Также в комплект входит интегрированная среда разработки IAR Kickstart,

Таблица 1

	Сегментов ЖКИ	Flash, кбайт	RAM, Б	GPIO	F, МГц	Vcc, В	16-bit Timers	8-bit Timer	SPI or UART	UART	ADC
MSP430FG4616	160	92	4096	80	8	1,8–3,6	2	2	SPI or UART	1	12-бит SAR
MSP430FG4617	160	92	8192	80	8	1,8–3,6	2	2	SPI or UART	1	12-бит SAR
MSP430FG4618	160	116	8192	80	8	1,8–3,6	2	2	SPI or UART	1	12-бит SAR
MSP430FG4619	160	120	4096	80	8	1,8–3,6	2	2	SPI or UART	1	12-бит SAR

Таблица 2. МК для приложений с батарейным питанием

	АЦП	Ядро	F, МГц	Сегментов LCD	Flash, кбайт	RAM, байт	Потребление в активном режиме	Stand by, мкА	Off mode, мкА	Время старта, мкс	Vcc, В
ATmega3290P	8 ch 10-бит	8-бит	20	160	32	2048	500–750 мкА на 1 МГц, 2 В	0,75–1	0,2–2	4300	1,8–5,5
ATmega329P	8 ch 10-бит	8-бит	20	100	32	2048	500–750 мкА на 1 МГц, 2 В	0,75–1	0,2–2	4300	1,8–5,5
ATmega169P	8 ch 10-бит	8-бит	16	100	16	1024	350–440 мкА на 1 МГц, 2 В	0,55–236	0,2–10	4300	1,8–5,5
MSP430FG4616	12-бит SAR	16-бит	8	160	92	4096	400 мкА на 1 МГц, 2,2 В	2,5	0,35	6	1,8–3,6
MSP430FG4617	12-бит SAR	16-бит	8	160	92	8192	400 мкА на 1 МГц, 2,2 В	2,5	0,35	6	1,8–3,6
MSP430FG4618	12-бит SAR	16-бит	8	160	116	8192	400 мкА на 1 МГц, 2,2 В	2,5	0,35	6	1,8–3,6
MSP430FG4619	12-бит SAR	16-бит	8	160	120	4096	400 мкА на 1 МГц, 2,2 В	2,5	0,35	6	1,8–3,6
MC9S08LC36LK	8 ch 12-бит	8-бит	20	160	36	2500	600–1700 мкА на 2 МГц, 3 В	0,6–20	0,35	данных нет	1,8–3,6
MC9S08LC60LK	8 ch 12-бит	8-бит	20	160	60	4000	600–1700 мкА на 2 МГц, 3 В	0,6–20	0,35	данных нет	1,8–3,6
PIC18F6490	12 ch 10-бит	8-бит	32	128	16	768	440–960 мкА на 4 МГц, 3 В	27–48	0,1–0,5	128	2,0–5,5
PIC18F6490	12 ch 10-бит	8-бит	8	132	16	1024	440–960 мкА на 4 МГц, 3 В	27–48	0,1–0,5	128	2,0–3,6
PIC18F6590	12 ch 10-бит	8-бит	8	132	32	2048	460 мкА на 1 МГц, 2,5 В	8	0,1–0,9	128	2,0–3,6
PIC18F8490	12 ch 10-бит	8-бит	32	192	16	768	440–960 мкА на 4 МГц, 3 В	27–48	0,1–0,5	128	2,0–5,5
PIC18F8490	12 ch 10-бит	8-бит	32	192	16	1024	440–960 мкА на 4 МГц, 3 В	27–48	0,1–0,5	128	2,0–3,6
PIC18F8590	12 ch 10-бит	8-бит	8	192	32	2048	460 мкА на 1 МГц, 2,5 В	8	0,1–0,9	128	2,0–3,6

включающая ассемблер, трассировщик, симулятор, отладчик и компилятор Си (ограниченный по размеру программы).

Более мощное решение — отладочную плату на базе MSP430FG4618 и CC2420 — предлагает компания Softbaugh. Такая плата, имеющая название SFB-DRFG4618, может значительно сократить сроки разработки (рисунок).

Отличительной характеристикой SFB-DRFG4618 является реализация протокола ZigBee. стек ZigBee (Airbee Wireless ZNS-Lite), разработанный компанией Airbee, позволяет реализовать топологии «точка–точка», «звезда» и «многочейковая сеть».

Характеристики SFB-DRFG4618:

- инженерный кристалл X430F4618;
- ZigBee контроллер Chipcon CC2420, работающий на частоте 2,4 ГГц;
- 4-узловой ZigBee-стек ZNS-Lite от Airbee Wireless;
- разработка выполнена на базе Texas Instruments appnote SLAA264;
- питание от двух батареек типа AAA или от внешнего источника;
- интерфейс RS-232 — MAX3221;
- часовой кварц на 32 кГц;
- 4-выводной I<sup>2</sup>C-коннектор;
- потенциометр 50 кОм, подключенный ко входу АЦП;



Рисунок. Внешний вид платы SFB-DRFG4618

- стандартный JTAG-разъем с поддержкой сигналов BSL;
- все выводы микроконтроллера доступны на IDC-разъемах;
- 4 пользовательских светодиода и 4 кнопки;
- установленный фирменный ЖКИ Softbaugh — SBLCDA4;

- макетные области с шинами питания;
- питание от двух батареек типа AAA или внешнего источника +1,8...+3 В;
- печатная антенна;
- место под SMA-разъем.

Помимо выпуска отладочных плат, которые позволяют приступить к разработке софта без разработки своей платы, компания Texas Instruments решила проблему написания программы «с чистого листа». На сайте производителя имеются примеры на языках Си и ассемблер для инициализации и использования таких периферийных устройств, как АЦП, компаратор, ЦАП, контроллер прямого доступа к памяти, умножитель, последовательные порты, таймера, а также системы синхронизации и модуля управления питанием. Эти примеры программ размещены в архивах под названием slac121.zip (для ассемблера) и slac118.zip (для Си). При этом подразумевается, что используется среда разработки IAR.

Таким образом, новое семейство микроконтроллеров MSP430FG461x имеет лучшие характеристики по объему Flash-памяти, количеству периферийных устройств и потреблению энергии для RISC-микроконтроллеров на рынке, что, безусловно, привлечет к нему внимание серьезных разработчиков и производителей электронной техники. ■