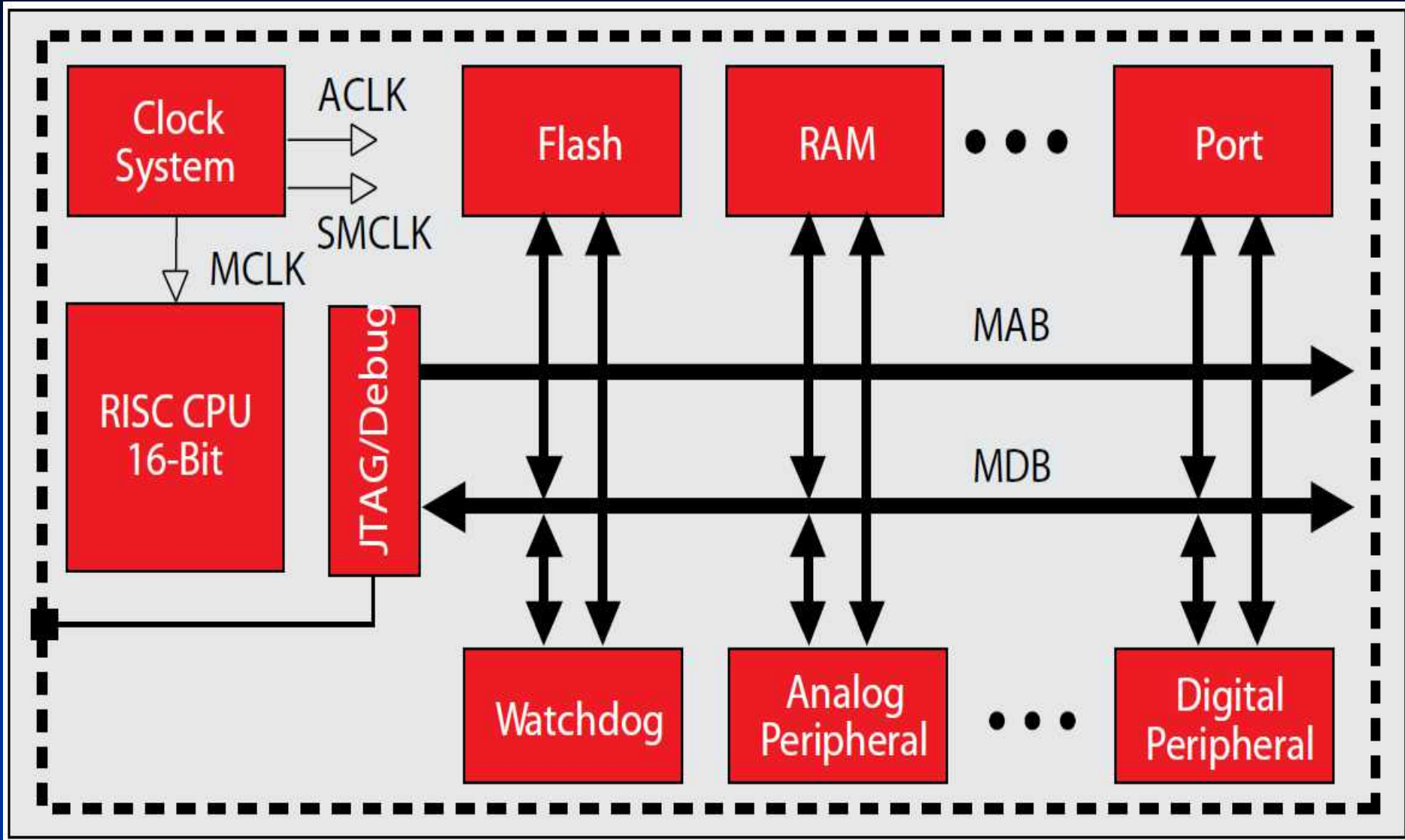


Особенности серии MSP430

- **MSP** – **M**ixed **S**ignal **P**rocessor
- **MSP430** – процессоры для обработки смешанных сигналов со сверхнизким энергопотреблением
- 16-разрядная **ортогональная** RISC архитектура
- Фон-Неймановская адресная шина общей памяти и шина данных памяти
- Гибкая система тактирования
- Несколько режимов пониженного энергопотребления
- Моментальный переход в активный режим (6 мкс)

Особенности серии MSP430



Особенности серии MSP430

- **Интеллектуальная периферия**
- **10 и 12 разрядные АЦП (ADC10, ADC12). Число каналов – до 16**
- **16 разрядные сигма-дельта АЦП (SD16). До 7**
- **Прецезионные компараторы (до 16 входов)**
- **12-разрядный ЦАП**
- **Программно-конфигурируемые операционные усилители**
- **Асинхронные 16-разрядные таймеры/счетчики**
- **Сторожевой таймер (WDT+)**
- **16-разрядные таймеры реального времени (RTC)**

Особенности серии MSP430

- **Модуль управления питанием (PMM)**
- **Модуль защиты от падений напряжения (BOR)**
- **Конфигурируемый модуль контроля напряжения питания (SVS)**
- **8-разрядные порты ввода/вывода (до 12)**
- **Умножитель-накопитель 8/16x8/16 бит, в некоторых моделях 32x32 бит (MPY/MPY32)**
- **Выходной РЧ-модуль**
- **Усовершенствованный стандарт шифрования (AES), 128 бит**

Особенности серии MSP430

- **USB 2.0**
- **Универсальный синхронный/асинхронный приемопередатчик USART (UART, SPI, I2C)**
- **Универсальный последовательный коммуникационный интерфейс USCI (UART, SPI, I2C, LIN, IrDA)**
- **Универсальный синхронный интерфейс USI (SPI, I2C)**
- **Интерфейс для измерения линейных и угловых перемещений (SIF)**

Особенности серии MSP430

- *LCD контроллер до 128 сегментов*
- *ESP430 – измерение расхода электроэнергии в однофазных системах*
- *Внутренний генератор частоты с цифровым управлением*
- *Ток утечки вывода 50 нА*

Особенности серии MSP430F5xx

- *Флеш-память до 512 Кб*
- *RAM до 66 Кб*
- *0,1 мкА – потребление в режиме хранения данных*
- *2,5 мкА – режим часов реального времени*
- *195 мкА / МГц*
- *Переход в активный режим – до 5 мкс*

Особенности MSP430F5529

- **Производительность до 25 MIPS**
- **Напряжение питания 1,8-3,6 В**
- **Флеш-память 128 Кб, SRAM 8 Кб**
- **80 выводов, 63 линии входа/выхода**
- **4 таймера (7,5,3,3 регистров захвата соответственно)**
- **Таймеры WDT, RTC**
- **Управление питанием PMM (BOR, SVS, SVM, LDO)**
- **USCI 2 x UART/LIN/IrDA/SPI + 2 x I2C/SPI**
- **DMA – 3 канала**
- **MPY – 32 x 32**

Особенности MSP430F5529

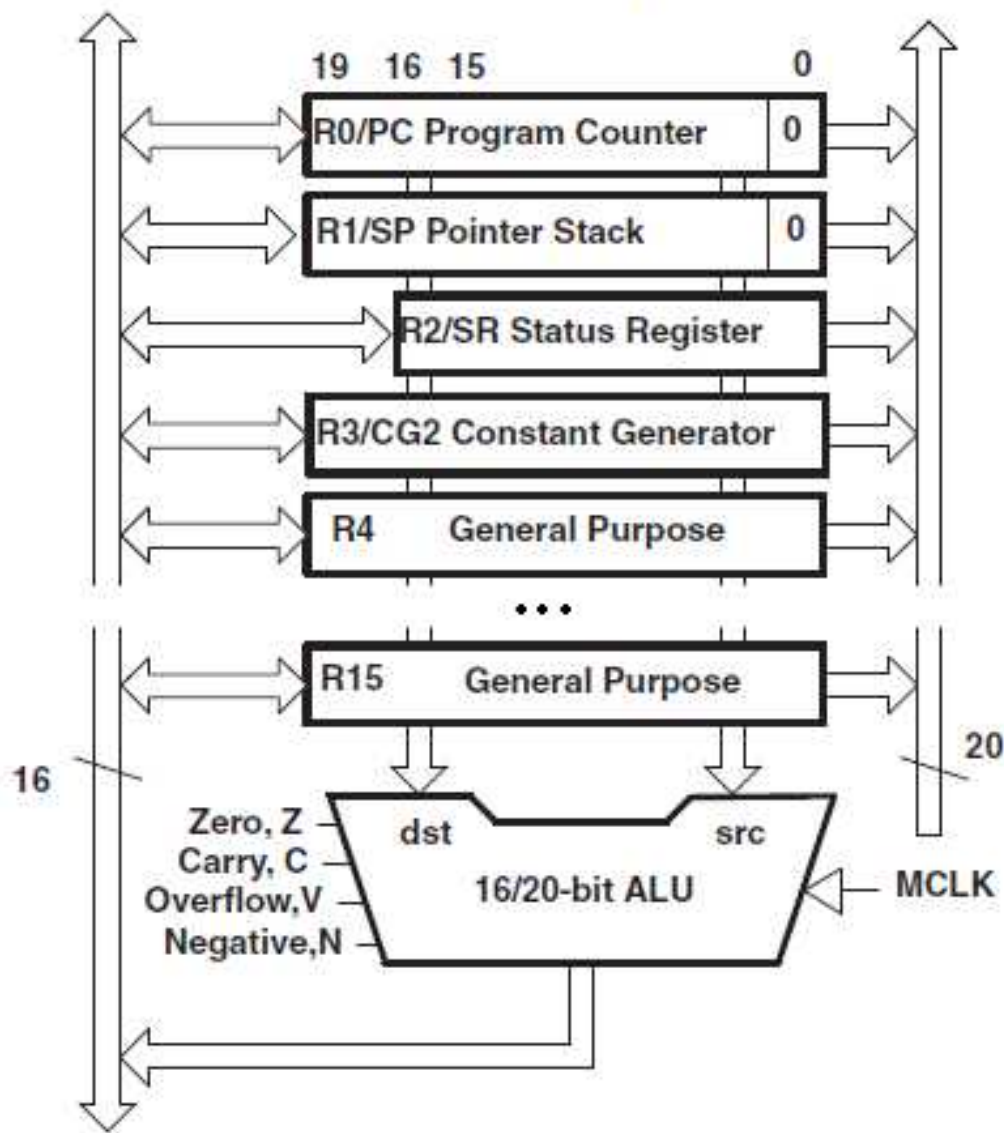
- **Компаратор**
- **ADC 12А, 16 каналов**
- **Полноскоростной USB 2.0 (12Мб/с), до 8 линий в/в со встроенным 3,3 В стабилизатором (питание от 5 В шины, обеспечивает ток 12 мА)**
- **4\$ (партия 1000 шт)**

Особенности серии MSP430x5xx

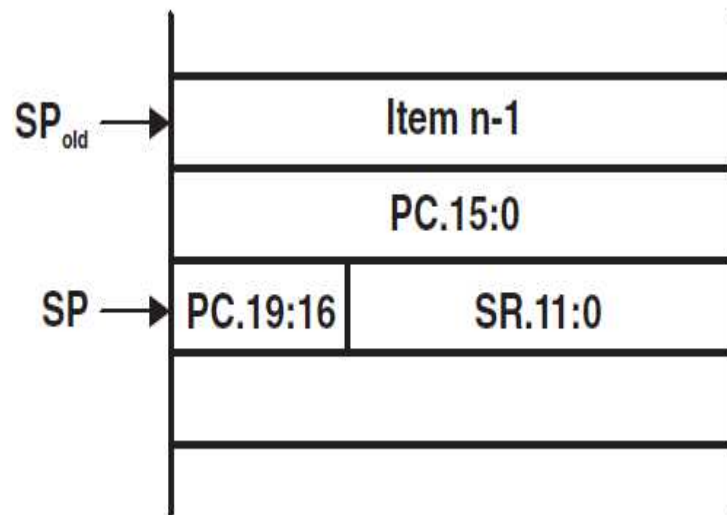
- 16-разрядная **ортогональная** RISC архитектура
- 27 (51) команд + 37 расширенных инструкций (20-бит адрес) + 11 адресных инструкций (20-бит операнды, но ограничения в режимах адресации)
- 7 согласованных способов адресации
- Полный программный доступ к регистрам, включая счетчик команд (PC), регистр состояния (SR), указатель стека (SP)
- Однотактные регистровые операции
- Большой размер регистрового файла, уменьшающий количество обращений к памяти
- 20-битная шина адреса, 16-битная шина данных
- Генератор констант (6)
- Пересылки память-память без промежуточного сохранения в регистре

Особенности серии MSP430x5xx

MDB - Memory Data Bus Memory Address Bus - MAB



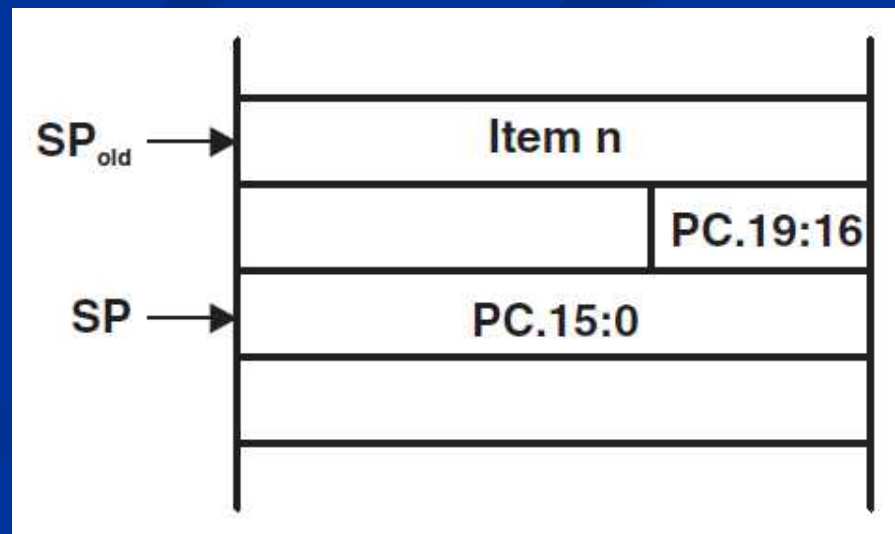
- **Вектора прерываний располагаются ниже адреса 0FFFEh (младшие 64 Кб)**



Особенности серии MSP430x5xx

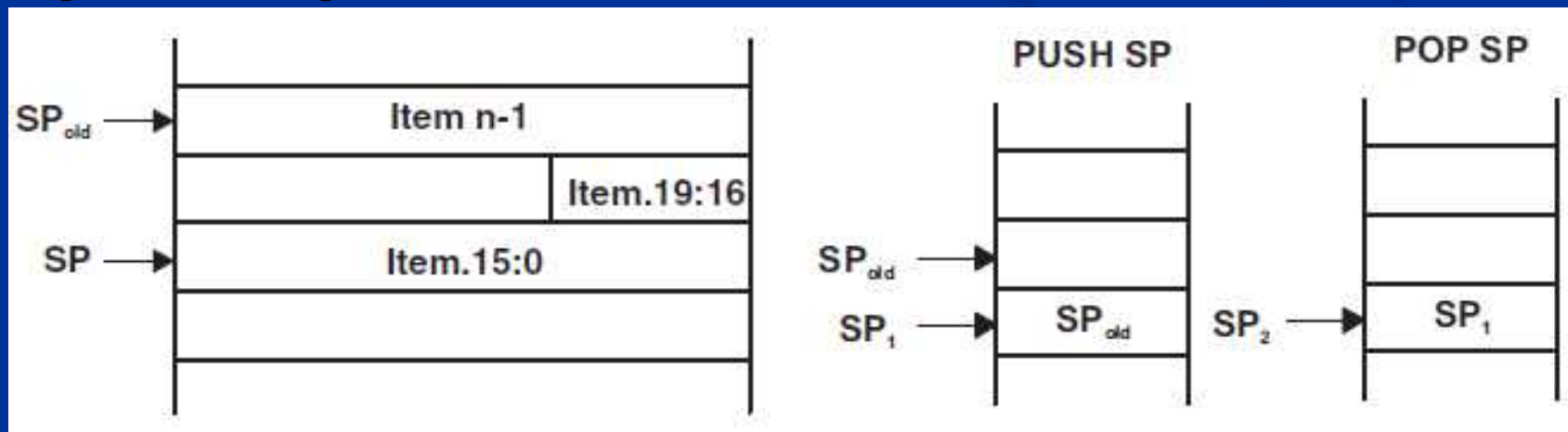
■ **Счетчик команд**

- **MOV.W #LABEL, PC;** переход по адресу LABEL (64 Кб)
- **MOVA #LABEL, PC;** переход по адресу LABEL (1 Мб)
- **MOV.W LABEL, PC;** переход по адресу в LABEL (64 Кб)
- **MOV.W @R14, PC;** переход по адресу в R14 (64 Кб)
- **ADDA #4, PC;** пропуск 2 слов (1 Мб)
- **Команды BR (безусловный переход) и CALL (вызов подпрограммы) – 64 Кб, BRA, CALLA – 1 Мб**
- **CALL (CALLA):**
счетчик команд
автоматически
сохраняется в стеке
- **RET (RETA):** восстанавливает PC из стека и наращивает его на 2 (4)



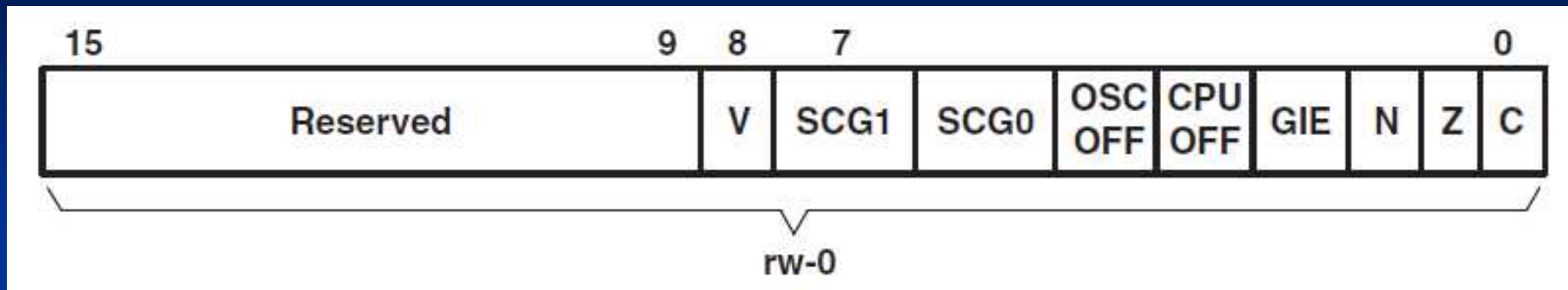
Особенности серии MSP430x5xx

- **Указатель стека**
- **Стек растет в сторону младших адресов**
- **MOV.W 2(SP), R6; элемент перед вершиной стека поместить в регистр**
- **MOV.W R7, 0(SP); элемент на вершине стека заместить из регистра**
- **PUSH #0123h; поместить значение в стек**
- **POP R8; значение из стека поместить в регистр**



Особенности серии MSP430x5xx

- **Регистр состояния**
- **MOV, BIS, BIC**



- **C – перенос, Z – нуль, N – знак, V – переполнение**
- **GIE – разрешение прерываний**
- **CPU OFF – отключение CPU**
- **OSC OFF – выключение генератора, если он не используется для формирования сигналов MCLK, SMCLK**
- **SCG0, SCG1 – системный тактовый генератор 0 (1), зависит от серии, например FLL (DCO)**

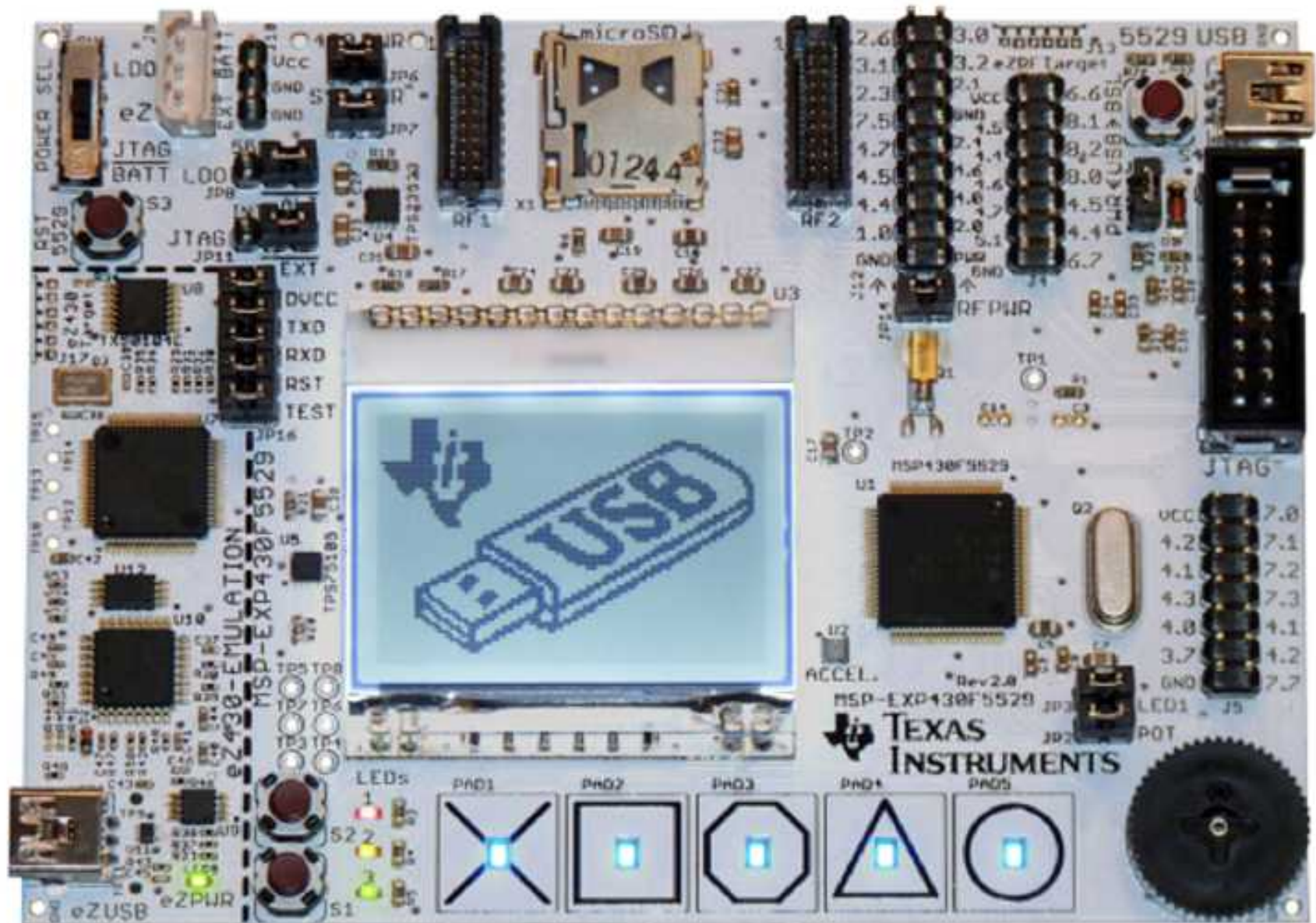
Особенности серии MSP430x5xx

- **Генератор констант**
- **CG1 – R2, CG2 – R3**
- **Константы -1, 0, 1, 2, 4, 8 явно в программном коде не присутствуют, они заменяются использованием генератора констант (используется соответствующее поле КОП)**
- **Режим используется автоматически**
- **При его использовании нельзя выполнять явные операции с регистрами R2, R3**

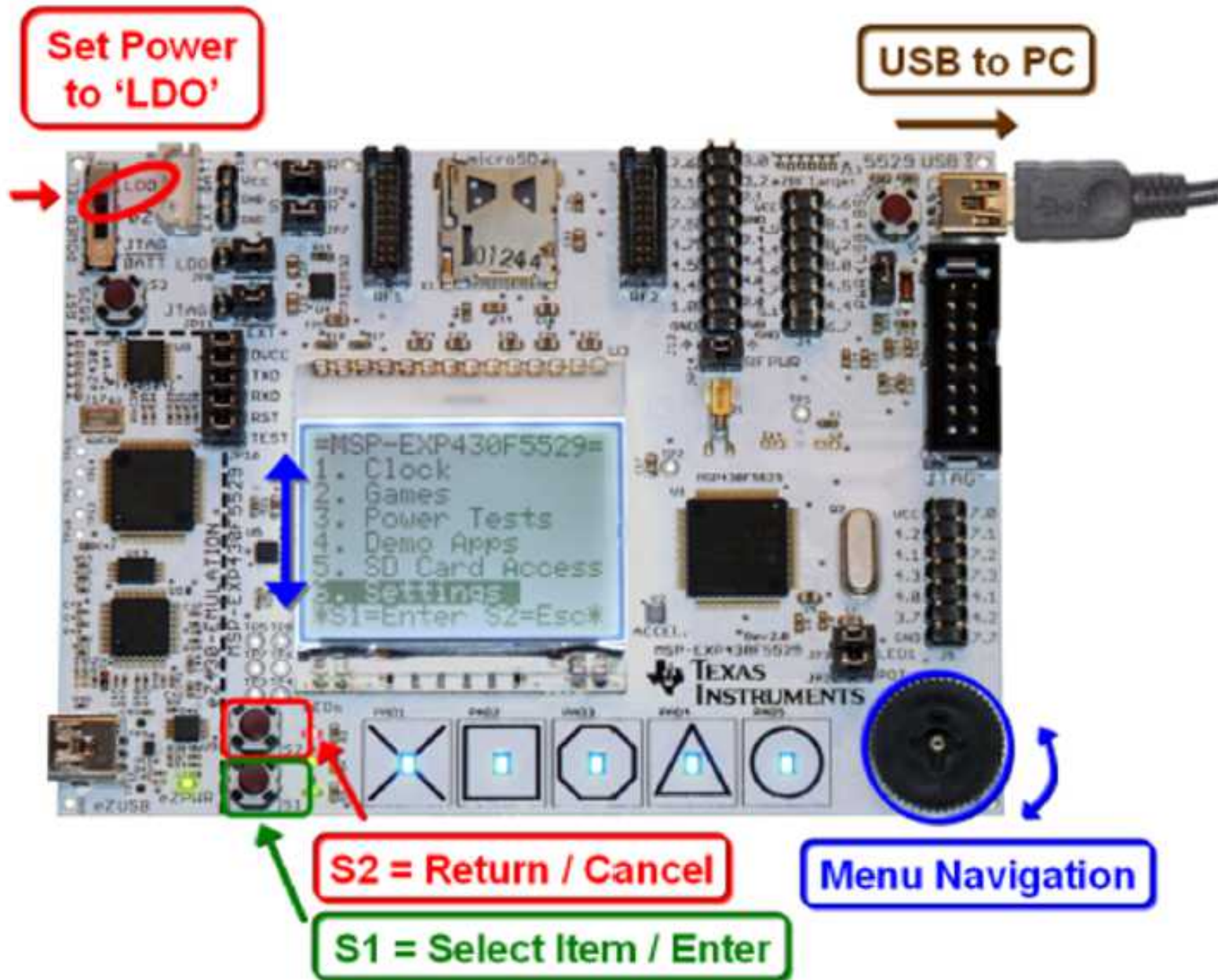
Особенности серии MSP430x5xx

- **Режимы адресации**
- ***Rn***. Регистровая – операнд содержится в регистре
- ***X(Rn)***. Индексная – $(Rn+X)$ указывает на операнд
- ***ADDR***. Относительная – $(PC+X)$ указывает на операнд == $X(PC)$
- ***&ADDR***. Абсолютная – за командой следует адрес операнда == $X(SR)$
- ***@Rn***. Косвенный регистровый. Регистр содержит адрес операнда
- ***@Rn+***. Косвенный регистровый с автоинкрементом. Аналогично, после операции значение регистра увеличивается на размер операнда (1, 2, 4)
- ***#N***. Непосредственный – за командой идет непосредственно операнд == $@PC+$

MSP-EXP-430F5529



MSP-EXP-430F5529



MSP-EXP-430F5529

