

Модуль центрального процессора TMS320F28x

PM (бит ST0₇₋₉) – биты режима сдвига, задают сдвиговый режим выходных операций в регистре произведения P. Результат сдвига попадает в АЛУ или в память. После начальной установки все биты PM сброшены в 0.

V (бит ST0₆) – флаг переполнения. Если результат операции вызывает переполнение в регистре, хранящем результат, флаг V будет установлен и «защелкнут». Если переполнение не происходит, V не изменяется. Флаг V защелкнут, пока не будет очищен сбросом или командой условного перехода, которая проверяет V. Такой условный переход очищает V независимо от того, является ли проверенное условие ($V = 0$ или $V = 1$) истинным.

Переполнение происходит в АСС (и V установлен) если результат сложения или вычитания не может быть размещен в пределах диапазона знаковых чисел – от $8000\ 0000_{16}$ до $7FFF\ FFFF_{16}$.

Переполнение происходит в АН, АL, или другом 16-разрядном регистре или в ячейке памяти, если результат сложения или вычитания не может быть размещен в пределах от 8000_{16} до $7FFF_{16}$.

Команды **SMR**, **SMRV** и **SMRL** не воздействуют состояние флага V.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

N (бит ST0₅) – флаг знака. N установлен, если результат операции – отрицательное число или сброшен, если результат – положительное число. После сброса N сброшен в 0. Если бит 31 ACC равен 0, ACC – положителен; если бит 31 равен 1, ACC отрицателен. Результат AN, AL, и других 16-разрядных регистров или данных в ячейках памяти также проверяются на отрицательное условие. Тогда значение бита 15 – знаковый разряд (1 указывает на отрицательное, 0 указывает на положительное число). Команда TEST ACC устанавливает флаг N, если значение в ACC отрицательно. Иначе команда сбрасывает флаг N.

Z (ST0₄) – флаг нуля. Z установлен, если результат некоторых операций – 0 или сброшен, если результат отличается от нуля. Это применяется к результатам, которые получены в ACC, AN, AL, другом регистре, или в ячейке памяти. После сброса, Z сброшен. Команда TEST ACC устанавливает Z, если значение в ACC – 0, иначе сбрасывает Z.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

C (бит ST0₃) – флаг переноса. Этот флаг показывает, когда сложение, инкремент генерируют перенос, или когда вычитание, сравнение, декремент генерируют заем. Этот флаг также устанавливаются операции программного сдвига ACC (команды ROR, ROL) и аппаратные сдвиги (barrel shift) в ACC, AH, и AL. В результате сложения/инкремента, C будет установлен, если генерируется перенос; иначе C будет сброшен. Имеется одно исключение: если используется команда ADD со сдвигом 16 (ADD ACC,loc16<<shift), C может устанавливаться, но не может сбрасываться.

В результате вычитания/декремента/сравнения, C будет сброшен, если вычитание генерирует перенос; иначе C будет установлен. Имеется одно исключение: если используется команда SUB со сдвигом 16 (SUB ACC,loc16<<shift), C может сбрасываться, но не может устанавливаться.

Этот бит может быть индивидуально установлен и очищен командами SETC C и CLR C соответственно. После начального сброса, C сброшен в 0.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

ТС (бит ST0₂) – флаг тест/управление. Этот бит показывает результат тестирования, выполненного любой TBIT-командой (тест-бит) или командой NORM (нормализация).

Команда TBIT проверяет выбранный бит. Когда команда TBIT выполнена, флаг ТС установлен, если проверяемый бит – 1 или сброшен, если проверяемый бит – 0.

```
; if( VarA.Bit4 = 1 )
;   VarB.Bit6 = 1;
; else
;   VarB.Bit6 = 0;
TBIT   @VarA,#4           ; Test bit 4 of VarA contents
SB     $10,NTC           ; Branch if TC = 0
TSET   @VarB,#6         ; Set bit 6 of VarB contents
SB     $20,UNC           ; Branch unconditionally
$10:                                       ;
TCLR   @VarB,#6         ; Clear bit 6 of VarB contents
$20:                                       ;
```

Когда команда NORM выполнена, ТС изменяется следующим образом: Если АСС содержит 0, ТС установлен. Если содержимое АСС отличается от 0, CPU вычисляет исключяющее ИЛИ битов 31 и 30 АСС, и затем загружает ТС результатом.

Этот бит может быть индивидуально установлен или сброшен командой SETC TC или CLR C TC соответственно. После сброса, ТС сброшен в 0.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

OVM (бит $ST0_1$) – флаг режима переполнения. Когда АСС принимает результат сложения или вычитания, и результат вызывает переполнение, OVM определяет, как CPU обрабатывает переполнение:

0 – нормальное переполнение результата в АСС. Состояние флагов OVC отражает переполнение.

1 – состояние флагов OVC не изменяется, а АСС заполняется максимально возможным положительным или отрицательным значением следующим образом:

- если АСС переполняется в положительном направлении (от $7FFF\ FFFF_{16}$ до $8000\ 0000_{16}$), АСС заполняется значением $7FFF\ FFFF_{16}$.

- если АСС переполняется в отрицательном направлении (от $8000\ 0000_{16}$ до $7FFF\ FFFF_{16}$), АСС заполняется значением $8000\ 0000_{16}$.

Этот бит может быть индивидуально установлен и сброшен соответственно командами **SETC OVM** и **CLR C OVM**. После начального сброса OVM сброшен.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

SXM (бит ST0₀) – флаг режима расширения знака. На флаг SXM воздействуют команды MOV, ADD и SUB, которые используют 16-битные операции в 32-разрядном аккумуляторе. Когда 16-разрядное значение загружено (MOV), добавлено (ADD) или вычтено (SUB) из ACC, SXM определяет режим обработки значения со знаком, расширенным в течение операции следующим образом:

0 – расширение знака подавлено (значение будет обрабатываться как беззнаковое).

1 – расширение знака допускается (значение будет обрабатываться как знаковое).

Этот флаг может быть индивидуально установлен и очищен командой SETC SXM и командой CLR C SXM, соответственно. После начального сброса DSP флаг SXM сброшен.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

Поразрядные поля регистра состояния ST1:

15	13	12	11	10	9	8	
ARP		XF	M0M1MAP	Reserved	OBJMODE	AMODE	
R/W-000		R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/W-0	R/W-0	
7	6	5	4	3	2	1	0
IDLESTAT	EALLOW	LOOP	SPA	VMAP	PAGE0	DBGM	INTM
R-0	R/W-0	R-0	R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/W-1	R/W-1

Модуль центрального процессора TMS320F28x

ARP (биты $ST1_{15-13}$) – 3-битный указатель текущего вспомогательного регистра XAR0..XAR7.

<i>Значение ARP</i>	<i>Выбранный дополнительный регистр</i>
000	XAR0 (выбран после начальной установки ЦСП)
001	XAR1
010	XAR2
011	XAR3
100	XAR4
101	XAR5
110	XAR6
111	XAR7

После сброса DSP указатель ARP установлен в 000.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

XF (бит ST1₁₂) – флаг, отражающий текущее состояние вывода /XF_XPLLDIS.

Программная установка флага – SETC XF;

сброс – CLRC XF.

При использовании этих команд конвейер выполнения команд не может быть прерван. Бит XF (в составе регистра ST1) сохраняется и восстанавливается при обработке прерываний.

M0M1MAP (бит ST1₁₁) – флаг режима карты памяти. Он всегда равен 1 в объектном режиме C28x (это значение флаг имеет после начальной установки DSP). Когда необходимо использовать C27x-совместимый режим, этот флаг может быть установлен в 0. При этом адреса областей памяти M0 и M1 меняются местами (только в памяти программ, но не в памяти данных) и указатель стека по умолчанию имеет значение 0x000.

Бит ST1₁₀ – резервный бит.

OBJMODE (бит ST1₉) – флаг режима объектной совместимости (0 для C27x-режима и 1 для C28x-режима).

Программная установка флага – команды SETC OBJMODE; C28OBJ;

сброс – CLRC OBJMODE; C27OBJ.

Бит OBJMODE (в составе регистра ST1) сохраняется и восстанавливается при обработке прерываний. После начальной установки ЦСП флаг имеет нулевое значение.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

AMODE (бит ST1₈) – флаг режима адресации. Этот бит, в сочетании с битом **PAGE0** используется для выбора соответствующего режима адресации:

AMODE=0 – в режиме прямой адресации **DP** дополняется 6-битным смещением, и некоторые режимы косвенной адресации не поддерживаются (C28x-режим);

AMODE=1 – в режиме прямой адресации **DP** дополняется 7-битным смещением, и поддерживаются все режимы косвенной адресации.

Программная установка флага – команды **SETC AMODE; LPADDR;**
сброс – **CLRC AMODE; C28ADDR.**

При использовании этих команд конвейер выполнения команд не может быть прерван. Бит **AMODE** (в составе регистра **ST1**) сохраняется и восстанавливается при обработке прерываний. После начальной установки **DSP** флаг имеет нулевое значение.

IDLESTAT (бит ST1₇) – флаг-индикатор выполненной инструкции **IDLE**. Доступен только по чтению. Флаг может быть сброшен по факту обслуживания прерывания и после начального сброса ЦСП. После обслуживания прерывания значение бита **IDLESTAT** из стека не восстанавливается.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

EALLOW (бит ST1₆) – этот флаг после установки разрешает доступ к эмуляционным и другим защищенным регистрам.

Программная установка флага – **EALLOW**;

сброс – **EDIS**.

Когда ЦСП обслуживает прерывание, текущее значение флага **EALLOW** сохраняется в стеке и затем обнуляется. Поэтому после начала подпрограммы обслуживания прерывания доступ к эмуляционным и другим защищенным регистрам запрещен. Если в подпрограмме требуется доступ к таким регистрам, необходимо внутри использовать команду **EALLOW**. По окончании подпрограммы обслуживания прерывания, флаг **EALLOW** может быть восстановлен при помощи команды **IRET**.

LOOP (бит ST1₅) – бит инструкции «**LOOP**». Этот флаг устанавливается, когда инструкция **LOOPNZ** или **LOOPZ** достигает фазы D2 конвейера. Эти инструкции продолжают выполняться, пока не встретится указанное в команде условие. После выполнения условия флаг **LOOP** сбрасывается. Этот бит не может быть программно установлен, может быть только считан.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

SPA (бит ST1₄) – бит выравнивания указателя стека. Этот флаг показывает, выполнял ли процессор выравнивание указателя стека на четный адрес инструкцией **ASR**:

SPA=1 – выравнивание выполнялось;

SPA=0 – выравнивание не выполнялось.

После выполнения инструкции **ASR**, если **SP** указывал на нечетный адрес, он инкрементируется, а флаг **SPA** устанавливается в 1. Если **SP** уже был установлен на четный адрес, флаг **SPA** сбрасывается в 0.

После выполнения инструкции **NASR**, если флаг **SPA** был установлен в 1, **SP** декрементируется и флаг **SPA** сбрасывается в 0. Если **SPA** был сброшен в 0, **SP** не изменяется.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

VMAP (бит ST1₃) – бит карты векторов прерываний. VMAP определяет, где в программной памяти располагаются вектора прерываний:

VMAP=0 – вектора прерываний располагаются в нижней части программной памяти, по адресам 00 0000₁₆ – 00 003F₁₆;

VMAP=1 – вектора прерываний располагаются в верхней части программной памяти, по адресам 3F FFC0₁₆ – 3F FFFF₁₆.

В C28x – устройствах бит VMAP имеет аппаратное «подтягивание» к уровню лог. 1, что обеспечивает установку этого бита в «1» после начальной установки.

Программная установка флага – команда SETC VMAP;

сброс – CLRC VMAP.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

PAGE0 (бит ST1₂) – бит конфигурации режима адресации PAGE0. Этот бит определяет два взаимоисключающих режима адресации: режим прямой адресации PAGE0 (1) и режим стековой адресации PAGE0 (0). Одновременная установка битов PAGE0 и AMODE в 1 недопустима.

Установка PAGE0 в 1 включает совместимость с C27x-устройствами. Для C28x-устройств рекомендуется сбросить PAGE0 в 0.

**Программная установка флага – команда SETC PAGE0;
сброс – CLR C PAGE0.**

После начальной установки ЦСП бит PAGE0 сброшен в 0.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

DBGM (бит ST1₁) – бит маскирования разрешения отладки. Если флаг DBGM установлен, эмулятор не имеет доступа к регистрам и памяти в реальном масштабе времени. CPU не воспринимает запросы останова, пока DBGM не будет сброшен. Перед началом выполнения подпрограммы DBGM всегда устанавливается в 1, и для возможности реализации пошагового режима и реализации точек останова, необходимо добавить команду CLRC DBGM в начале текста подпрограммы.

Программная установка флага – команда SETC DBGM;

сброс – CLRC DBGM.

После начальной установки DSP бит DBGM установлен в 1.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

INTM (бит $ST1_0$) – бит общего маскирования прерываний. Этот бит глобально разрешает или запрещает все маскируемые прерывания:

INTM = 0 – общее разрешение прерываний (индивидуально – в регистре IER);

INTM = 1 – общий запрет прерываний.

Флаг INTM не оказывает влияния на обработку немаскируемых прерываний.

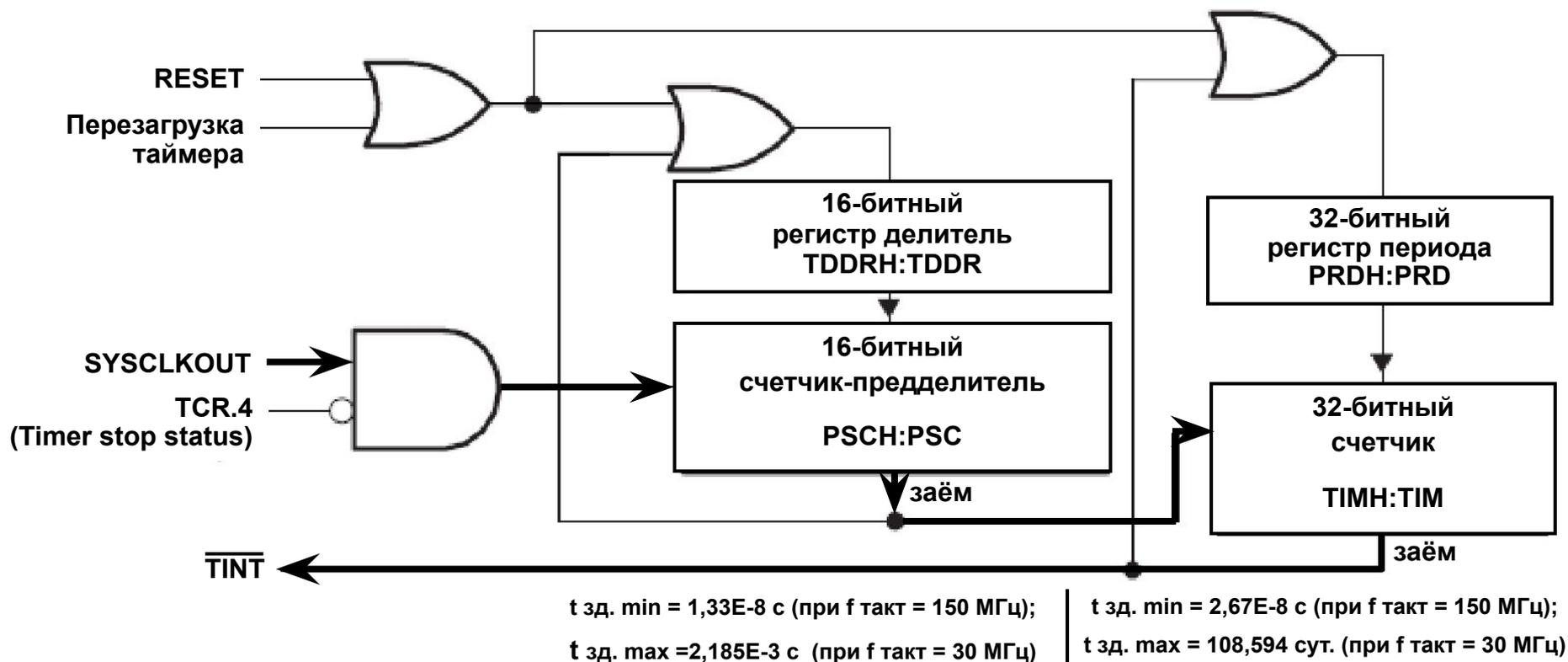
Программная установка флага – команда `SETC INTM;`

сброс – `CLRC INTM.`

После начальной установки ЦСП бит INTM установлен в 1.

32-битные таймеры ядра ЦСП TMS320F28x

ЦСП TMS320F2812 содержит три 32-битных таймера ядра (CPU-timers 0,1,2). Таймеры 1 и 2 зарезервированы для использования в операционной системе реального времени DSP/BIOS. Таймер 0 используется в приложениях пользователя. Каждый из таймеров имеет следующую блок-схему (все 32-разрядные регистры доступны в виде 16-битных частей, старшая из которых имеет в конце индекс «Н»):



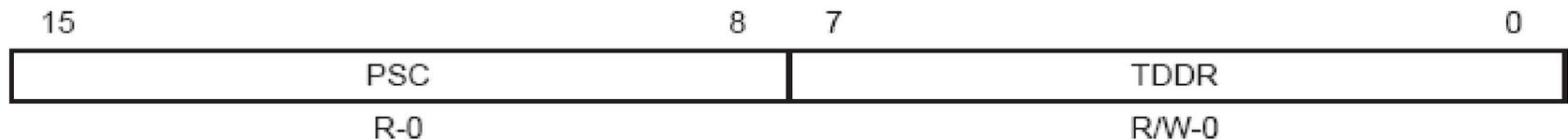
32-битные таймеры ядра ЦСП TMS320F28x

Каждый таймер тактируется системной частотой SYSCLKOUT после того, как в соответствующем регистре TIMERxTCR сброшен 4-й бит (TSS). При установленном 3-м бите (TRB) в регистре TIMERxTCR в 32-битный счетный регистр TIMERxTIMH:TIMERxTIM загружается значение из регистра периода TIMERxTPRDH:TIMERxTPRD, а в регистр-предделитель TIMERxPSCH:TIMERxPSC – значение из регистра-делителя TIMERxTDDRH:TIMERxTDDR. Значение счетного регистра TIMERxTIMH:TIMERxTIM декрементируется в соответствии с частотой переопустошений регистра TIMERxPSCH:TIMERxPSC, тактируемого системной частотой SYSCLKOUT.

При достижении регистром TIMERxTIMH:TIMERxTIM нулевого значения, соответствующим таймером генерируется сигнал прерывания. При каждом переопустошении счетчика-предделителя TIMERxPSCH:TIMERxPSC в него переписывается значение из регистра-делителя TIMERxTDDRH:TIMERxTDDR. При каждом переопустошении счетного регистра TIMERxTIMH:TIMERxTIM в него переписывается значение из регистра периода TIMERxTPRDH:TIMERxTPRD.

32-битные таймеры ядра ЦСП TMS320F28x

Счетчик-предделитель **TIMERxPSC** и регистр-делитель **TIMERxTDDR** программно доступны как один 16-разрядный регистр **TIMERxTPR**.



Аналогично – **TIMERxPSCH** и **TIMERxTDDRH** (это единый 16-битный регистр **TIMERxTPRH**).

Система прерываний DSP TMS320F2812

Прерывания – это программно- или аппаратно-управляемые сигналы, которые заставляют CPU приостанавливать текущее выполнение программы и переходить к выполнению подпрограммы. Прерывания вырабатываются периферией или внешними устройствами (например, АЦП, ЦАП, или внешними процессорами), а также внутренними устройствами (например, таймерами после завершения счета). Для процессоров C28x прерывания могут быть инициированы программно (инструкции INTR, OR IFR, TRAP) или аппаратно (внешние выводы, внешняя периферия). Если несколько аппаратных прерываний были инициированы одновременно, обслуживание производится в соответствии с установленным приоритетом.

DSP TMS320F2812 содержит аппаратный контроллер расширения прерываний (PIE), который мультиплексирует многочисленные прерывания от периферии в одно CPU-прерывание. С точки зрения CPU, все прерывания подразделяются на 2 категории:

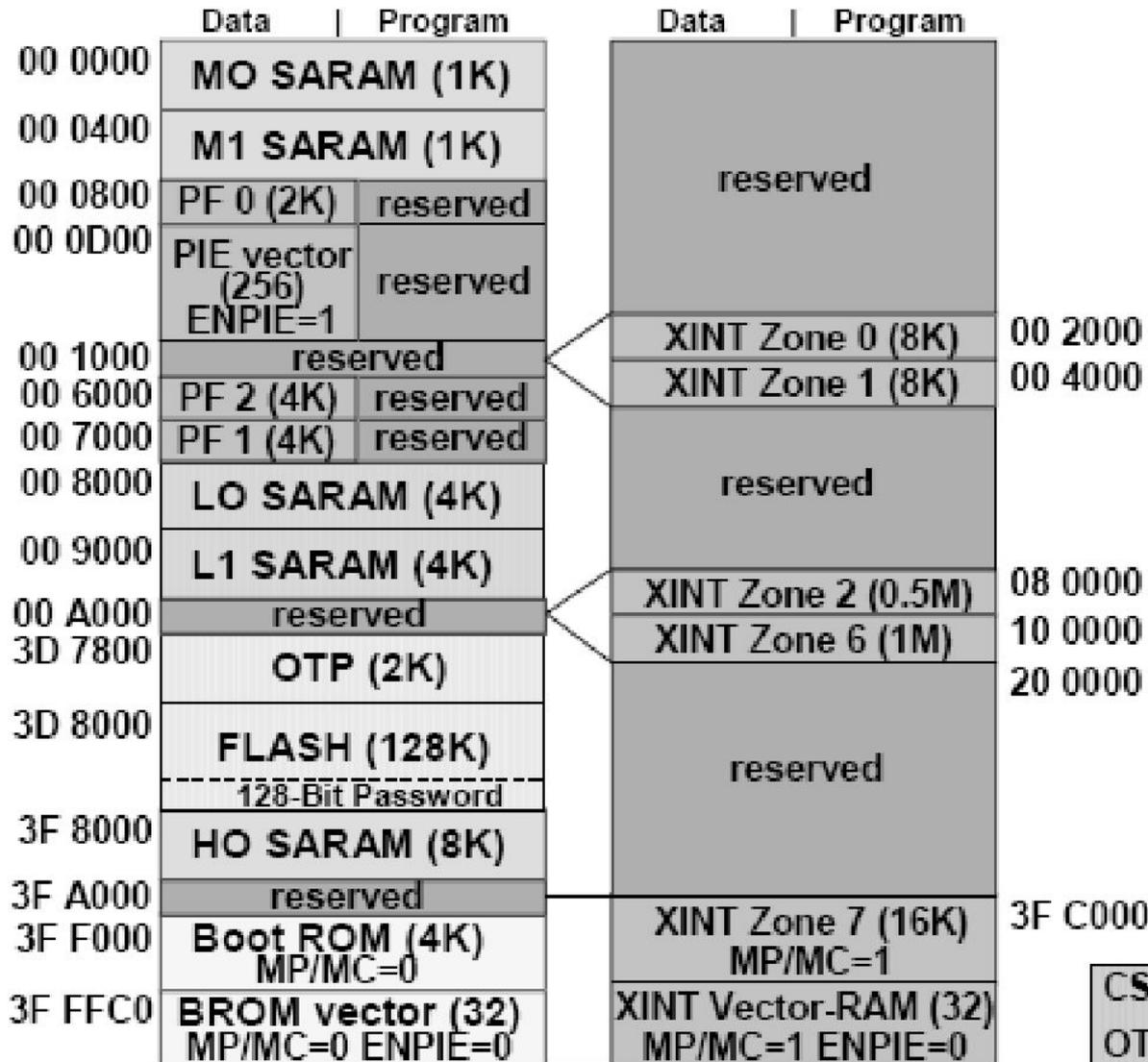
- маскируемые прерывания (могут быть программно разрешены либо запрещены);
- немаскируемые прерывания (не могут быть программно запрещены) – C28x будет немедленно реагировать на данный тип прерываний и переходить к подпрограмме обработки прерывания; к этой категории относятся прерывание NMI, сигнал сброса RS и программно инициируемые прерывания INTR и TRAP??.

Система прерываний DSP TMS320F2812

Прерывания выполняются в 4-х основных фазах:

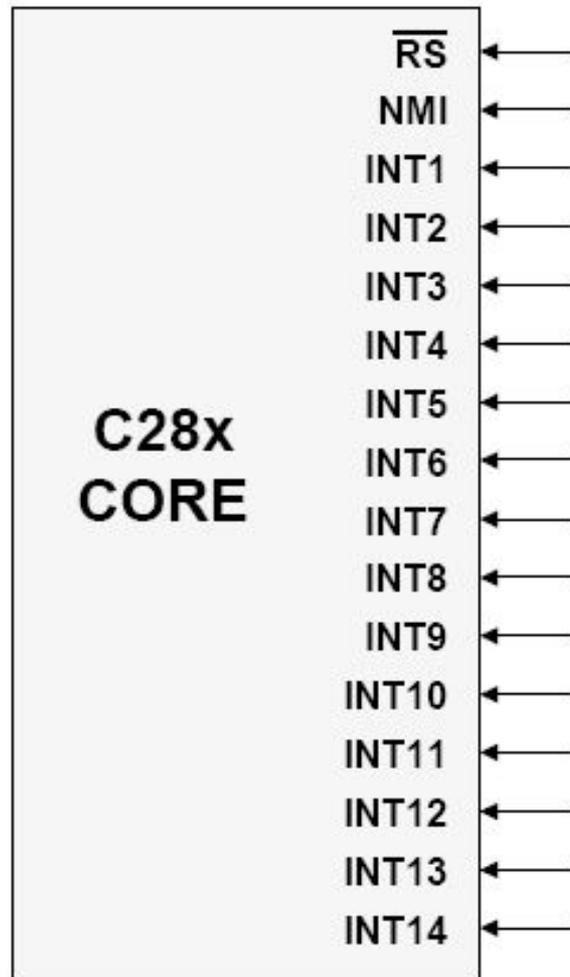
1. Прием запроса прерывания.
2. Принятие прерывания к исполнению. Если прерывание – маскируемое, то условия, которые вызывают прерывания, дополнительно перепроверяются и подтверждаются процессором. Для немаскируемых и программных прерываний принятие к исполнению происходит сразу.
3. Подготовка к подпрограмме обслуживания прерывания и сохранение значений регистров:
 - оканчивается выполнение текущей инструкции и снимаются с конвейера все инструкции, которые не достигли фазы D2;
 - автоматически сохраняется большая часть текущего состояния программы путем сохранения в стеке содержимого регистров ST0, T, AL, AH, PL, PH, AR0, AR1, DP, ST1, DBGSTAT, PC, IER;
 - извлекается вектор прерывания и загружается в программный счетчик (PC).
4. Выполнение подпрограммы обслуживания прерывания (ОП). DSP семейства C28x обрабатывает прерывания путем выполнения соответствующих подпрограмм обработки. Вектора прерываний (начальные адреса подпрограмм обработки) находятся в предопределенной области памяти программ BootROM – **BROM vectors**.

Система прерываний DSP TMS320F2812



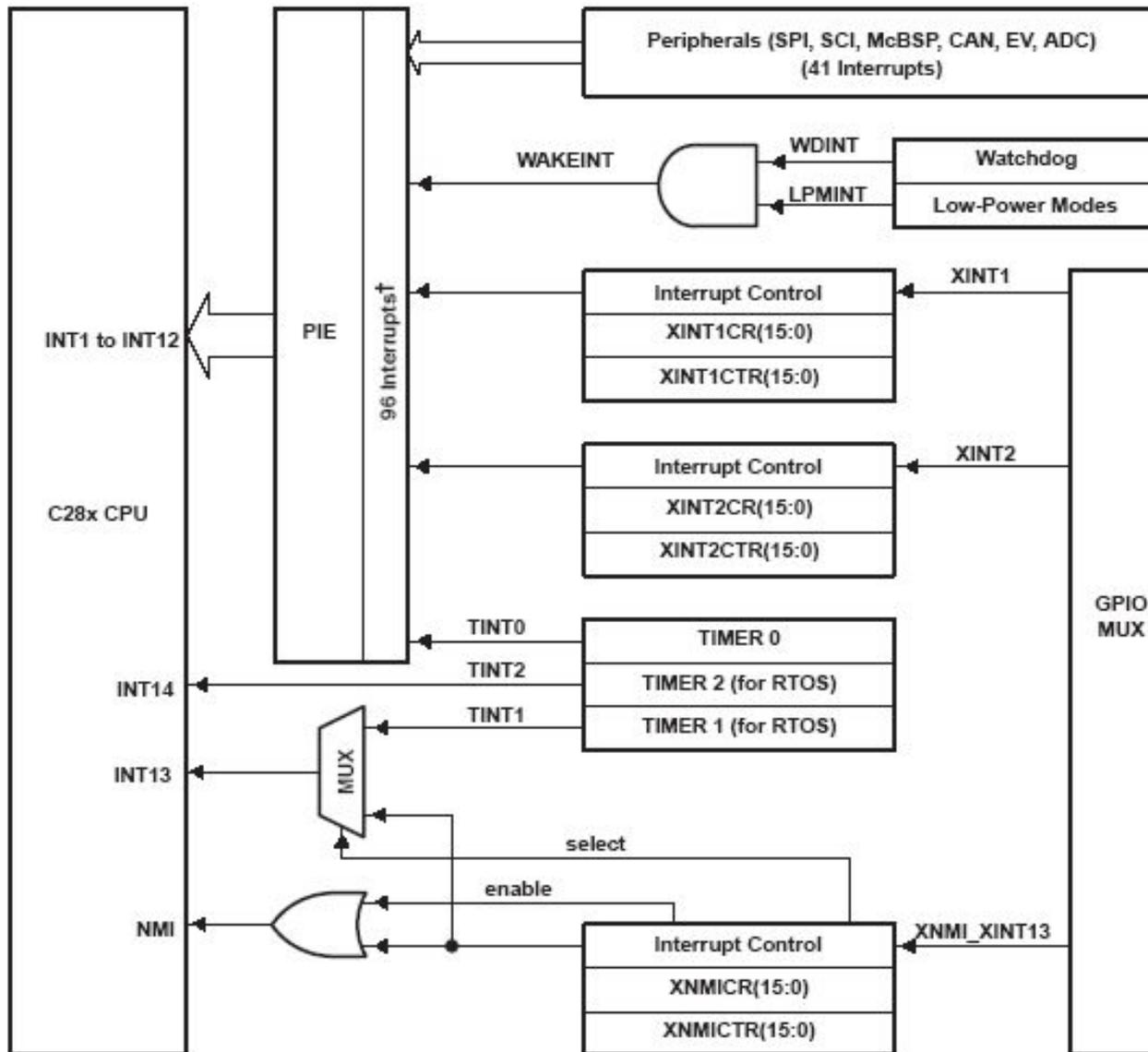
Система прерываний DSP TMS320F2812

Процессорное ядро DSP F2812 принимает сигналы по 16 линиям прерываний:



Система прерываний DSP TMS320F2812

Источники прерываний в DSP F2812:



32-битные таймеры ядра ЦСП TMS320F28x

Сигналы прерываний, формируемые CPU-таймерами, связаны с прерываниями ядра следующим образом:

