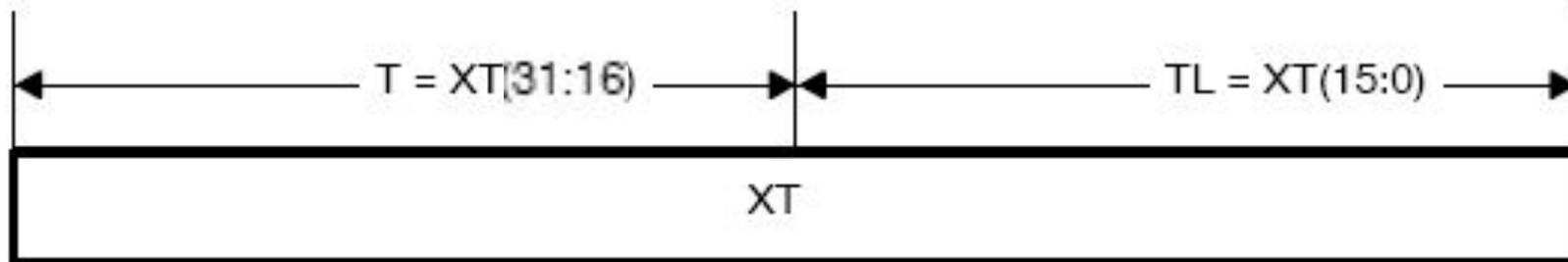


Модуль центрального процессора TMS320F28x

Регистр множимого (XT) используется чаще всего для того чтобы сохранить 32-разрядное значение целого числа со знаком перед 32-битным умножением.

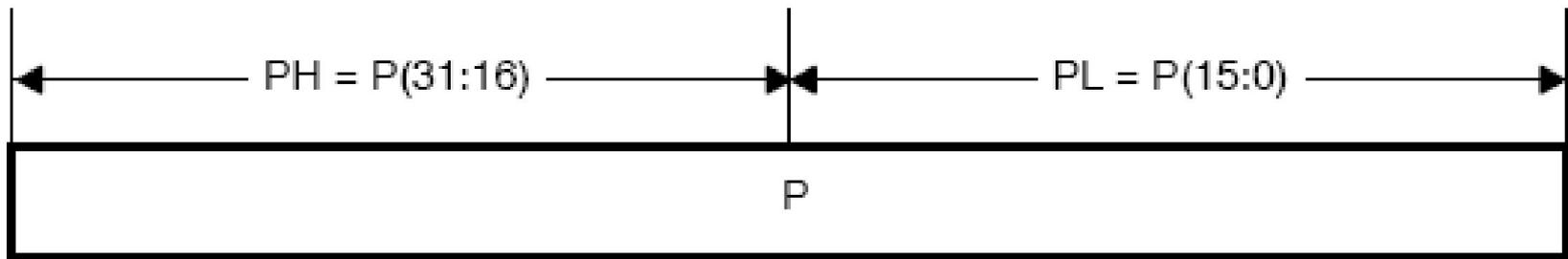
Младшая 16-разрядная часть регистра XT доступна как регистр TL, а старшая 16-разрядная часть – как регистр T.



Регистр T может использоваться, чтобы определить значение сдвига для некоторых операций сдвига влево и вправо. В этом случае, в зависимости от команды, используется от 4 до 6 младших бит регистра T, которые кодируют количество сдвигов – от 0 до 32, если сдвиг производится в аккумуляторе, и от 0 до 64, если сдвиг производится в паре регистров ACC и R.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

Регистр произведения (P) типично используется для захвата 32-разрядного результата умножения. Он может также быть загружен прямо 16- или 32-разрядными данными из ячейки памяти; 16-разрядной константой, 32-разрядным аккумулятором; 16-разрядным или 32-разрядным адресуемым регистром модуля CPU. Регистр P может быть обработан как 32-разрядный регистр или как два независимых 16-разрядных регистра: PH (старших 16 битов) и PL (младших 16 битов).



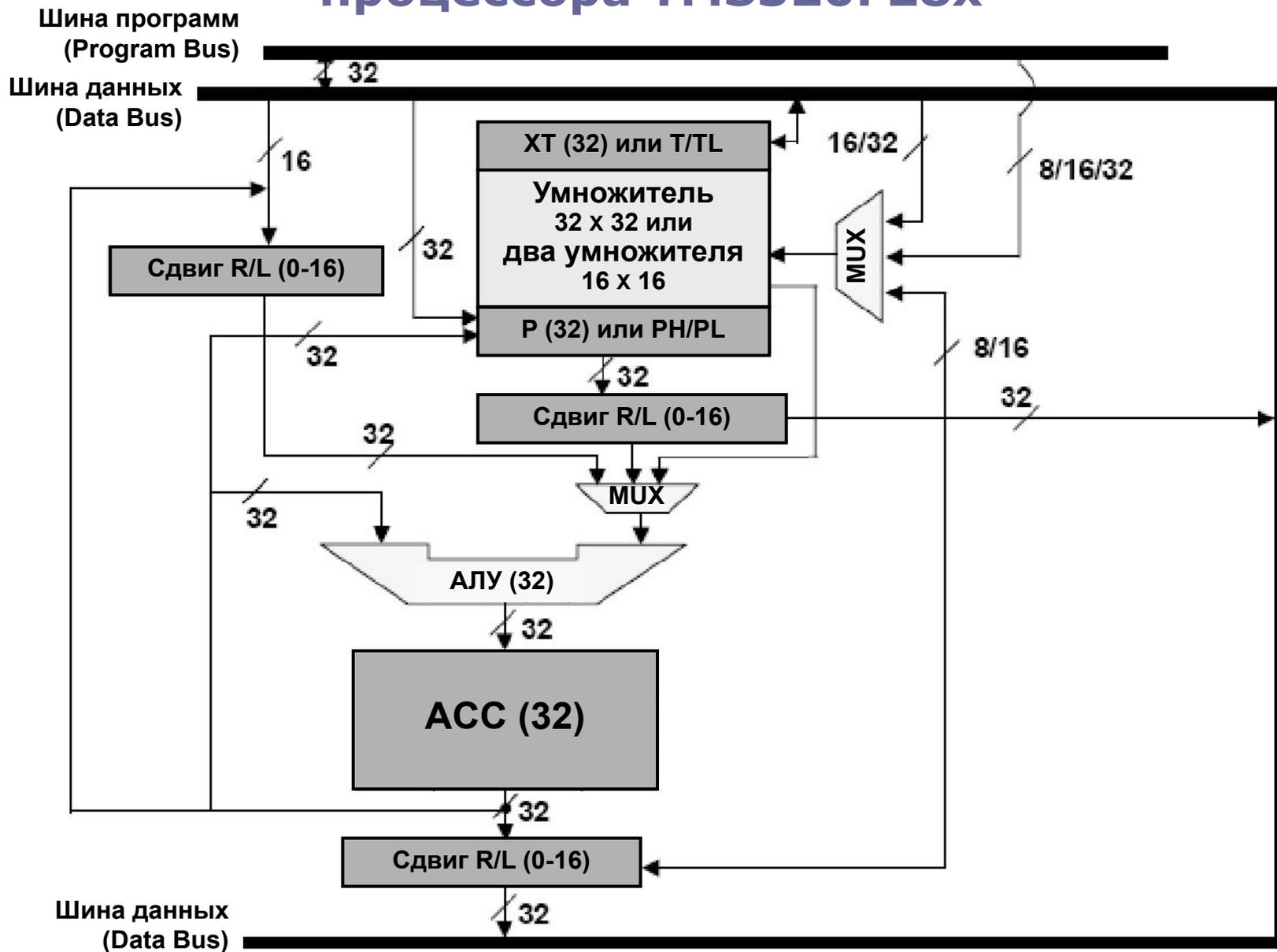
Модуль центрального процессора TMS320F28x

Когда определенные команды обращаются к R, RN, или PL, все 32 бита копируются в сдвигающее устройство АЛУ, которое может выполнять левый сдвиг, правый сдвиг или оставлять данные в исходном виде. Действие сдвигающего устройства для этих команд определено тремя битами режима сдвига (PM) регистра состояния ST0 и битом AMODE регистра состояния ST1:

<i>Значение битового поля PM</i>	<i>Режим сдвига</i>
000	Левый на 1
001	Нет
010	Правый на 1
011	Правый на 2
100	Правый на 3
101	Правый на 4 (если AMODE = 1, левый на 4)
110	Правый на 5
111	Правый на 6

Когда сдвигающее устройство исполняет левый сдвиг, младшие биты последовательно заполняются нулями. Команды, которые используют RN или PL как операнды, игнорируют режим сдвига.

Математический блок модуля центрального процессора TMS320F28x



Математический блок модуля центрального процессора TMS320F28x

При умножении регистр XT используется для захвата первого операнда и умножает его на второй, который загружается из памяти. Если регистр XT загружается из области памяти данных, а второй операнд извлекается из программной памяти, выполняется операция умножения за один машинный цикл. Результат умножения помещается в регистр произведения P или прямо в аккумулятор (ACC). При выполнении операции умножения 32x32 бит 64-разрядный результат помещается в регистры P и ACC.

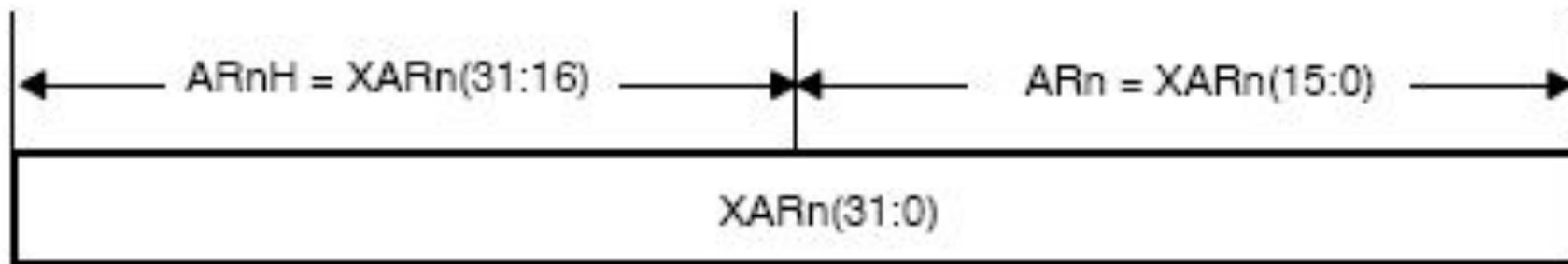
Устройства аппаратного сдвига данных (Сдвиг R/L) могут быть использованы параллельно с другими аппаратными модулями CPU. Обычно они используются для масштабирования промежуточных результатов вычислений при реализации алгоритмов управления в реальном времени или для деления/умножения на 2^n .

Арифметико-логическое устройство (АЛУ) выполняет операции статической (безсдвиговой) математики. При этом первый операнд всегда содержится в аккумуляторе (ACC, AH или AL). Вторым операндом может быть загружен из памяти данных, памяти программ, из регистра P или непосредственно из умножителя.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

Вспомогательные регистры (XAR0-XAR7). CPU содержит восемь 32-разрядных регистров, которые могут использоваться как указатели ячеек памяти или как регистры общего назначения.

Многие команды позволяют обратиться к 16 младшим битам XAR0-XAR7. Эти 16 младших битов доступны как регистры AR0-AR7. AR0-AR7 могут использоваться как универсальные регистры для управления циклами и для 16-разрядных сравнений.



n – номер от 0 до 7

Модуль центрального процессора TMS320F28x

При доступе AR0–AR7, старшие 16 битов регистра (обозначаемые как регистры AR0H–AR7H), могут изменяться или сохранять свои значения, в зависимости от используемой команды. Регистры AR0H–AR7H доступны только как часть регистров XAR0–XAR7 (индивидуально недоступны).

Для операций с ACC используются все 32 бита (@XARn). Для 16-разрядных операций, используются только младшие 16 битов, а старшие 16 битов игнорируются (@ARn).

XAR0–XAR7 могут также использоваться командами с косвенной адресацией, чтобы обратиться к произвольному значению в памяти программ.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

Указатель вершины стека (SP) разрешает использование программного стека в памяти данных. Указатель вершины стека имеет разрядность 16 бит и может адресовать только младшие 64Кб пространства данных. При сбросе SP указывает на адрес $0000\ 0400_{16}$.



Модуль центрального процессора TMS320F28x

Стек увеличивается по направлению от младших адресов к старшим. Указатель стека всегда адресует следующие свободные ячейки. Когда 32-битное значение сохраняется в стеке, первыми по адресу ADR сохраняются младшие 16 бит, затем по адресу $ADR+1$ сохраняются старшие 16 бит. Если при выполнении вызовов подпрограмм, обработке прерываний, обработке команд **PUSH** и **POP** значение SP превышает $FFFF_{16}$, следующим его значением будет 0000_{16} . Аналогично при уменьшении SP до значений меньше 0000_{16} , следующим значением будет $FFFF_{16}$.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

Указатель страницы данных (DP). В режимах прямой адресации, память разбита на блоки (страницы данных) объемом по 64 слова. Младшие 4М слов памяти данных разбиты на 65536 блоков. В режиме прямой адресации 16-разрядный DP содержит текущий номер страницы данных. Для изменения страницы данных необходимо загрузить в DP новое значение.

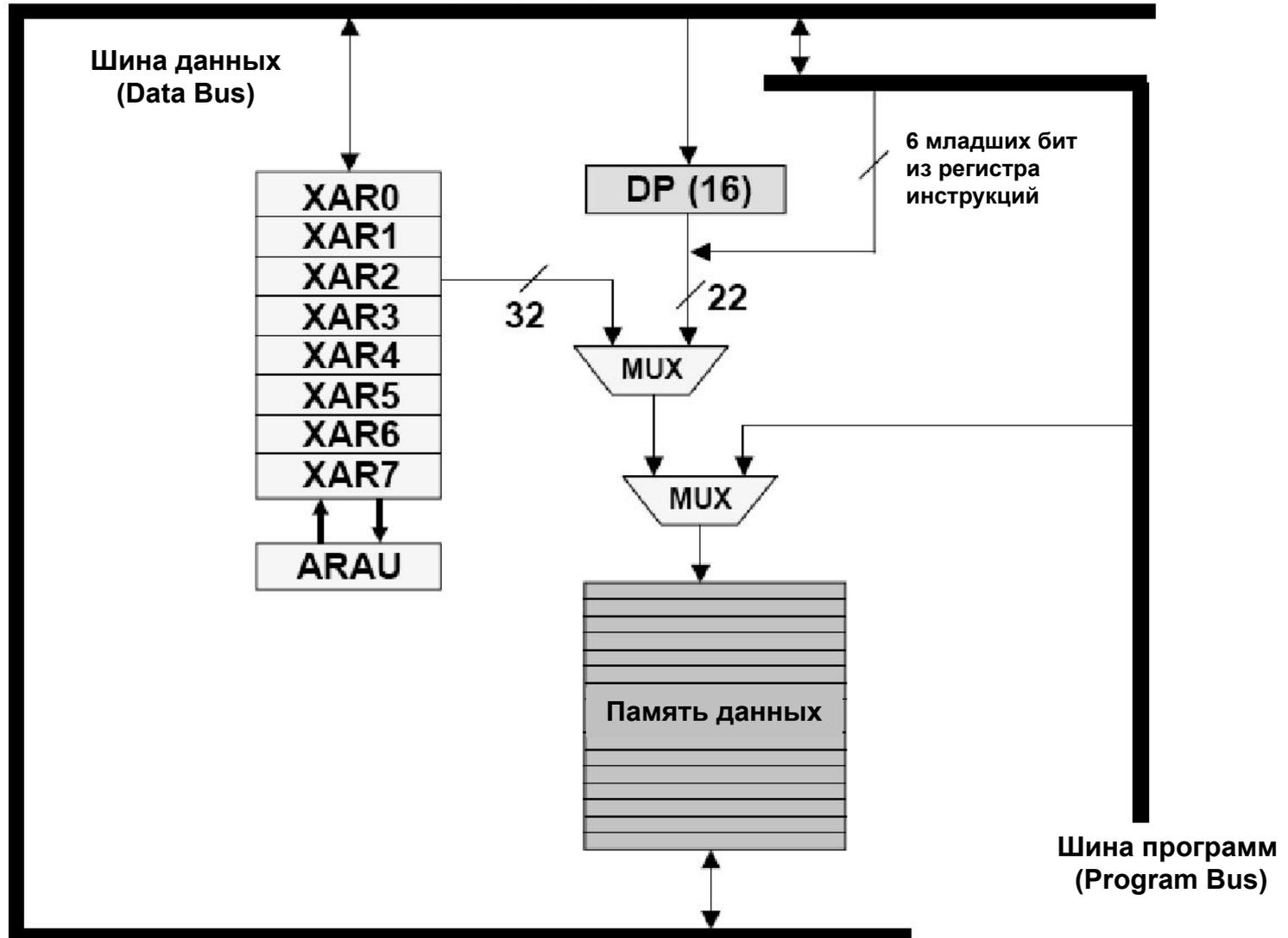
Страница данных	Смещение	Область памяти данных
00 0000 0000 0000 00 ⋮ 00 0000 0000 0000 00	00 0000 ⋮ 11 1111	Страница 0: 0000 0000 – 0000 003F
00 0000 0000 0000 01 ⋮ 00 0000 0000 0000 01	00 0000 ⋮ 11 1111	Страница 1: 0000 0040 – 0000 007F
00 0000 0000 0000 10 ⋮ 00 0000 0000 0000 10	00 0000 ⋮ 11 1111	Страница 2: 0000 0080 – 0000 00BF
⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮	⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮	⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮
11 1111 1111 1111 11 ⋮ 11 1111 1111 1111 11	00 0000 ⋮ 11 1111	Страница 65535: 003F FFC0 – 003F FFFF

Блок адресации памяти данных модуля центрального процессора TMS320F28x

**Для доступа к произвольным областям памяти данных в ЦСП
TMS320F2812 используются 2 основных режима:**

- режим прямой адресации;**
- режим косвенной адресации.**

Блок адресации памяти данных модуля центрального процессора TMS320F28x



Блок адресации памяти данных модуля центрального процессора TMS320F28x

В режиме прямой адресации 22-битный адрес доступа к памяти генерируется путем соединения содержимого регистра DP (старшие 16 бит, Страница данных – Data Page) и 6 младших бит, задаваемых непосредственно в инструкции (Смещение – Offset).

Преимущество данного режима: когда DP установлен, имеется доступ к любой ячейке выбранной страницы в любом порядке.

Недостатки:

1) при необходимости доступа к данным другой страницы, предварительно необходимо изменить содержимое DP;

2) область памяти данных с адресами выше $003FFFFFF_{16}$ (объем свыше 4М) недоступна с использованием регистра DP.

Блок адресации памяти данных модуля центрального процессора TMS320F28x

В режиме косвенной адресации используются восемь 32-разрядных регистров XAR0...XAR7 для захвата полного 32-битного адреса операнда.

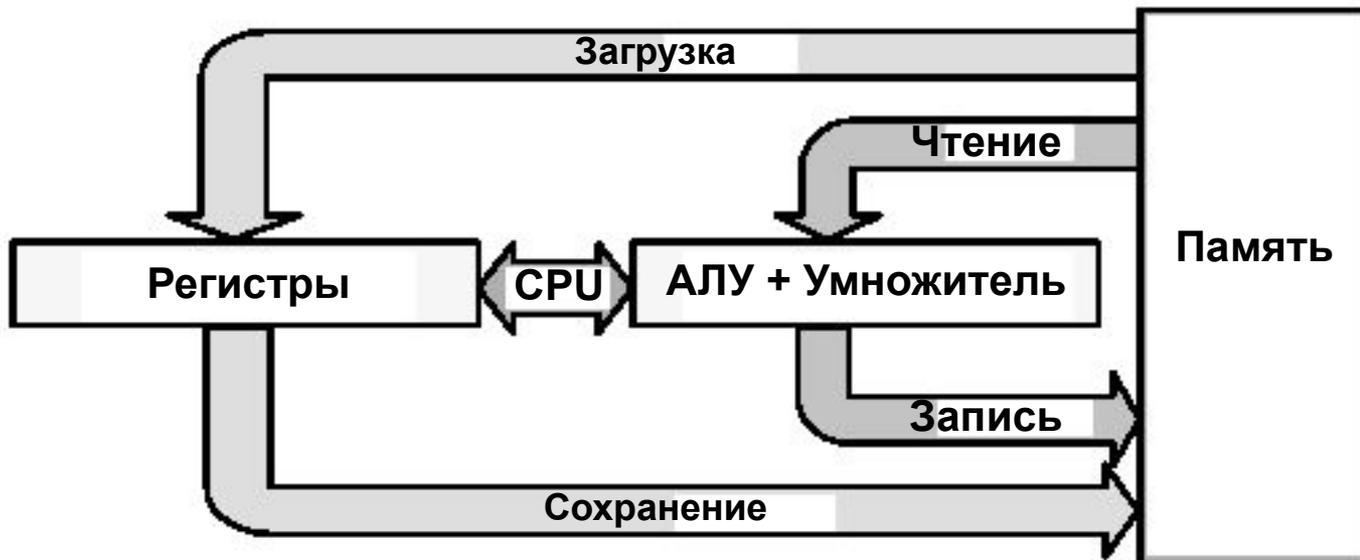
Преимущество способа: при помощи ARAU (арифметического блока адресации регистров) «индексная» арифметика возможна в том же цикле, в котором осуществлялся доступ к ячейке памяти.

Недостаток: доступ к произвольной области памяти данных возможен только после новой установки регистра-указателя.

Режимы работы блока ARAU: постинкремент, преддекремент, индексное сложение и вычитание, стековые относительные операции, круговая и бит-реверсивная адресация.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

Атомарное АЛУ. Атомарными называются простые непрерываемые инструкции, в результате чего выполнение обработки данных по принципу «чтение – модификация – запись» может происходить на несколько циклов быстрее, чем по стандартному принципу «загрузка операнда – модификация – сохранение результата».



Модуль центрального процессора TMS320F28x

Пример выполнения алгоритма без использования и с использованием атомарного АЛУ: $((XAR2)) \leftarrow ((XAR2)) \& 1234H$.

Стандартное выполнение процедуры: загрузка – модификация - сохранение

```
DINT
MOV    AL, *XAR2
AND    AL, #1234h
MOV    *XAR2, AL
EINT
```

6 слов / 6 циклов

Выполнение процедуры с использованием атомарного АЛУ: чтение – модификация – запись

```
AND    *XAR2, #1234h
```

2 слова / 1 цикл

Модуль центрального процессора TMS320F28x

«Pipeline» - конвейерная структура выполнения команд

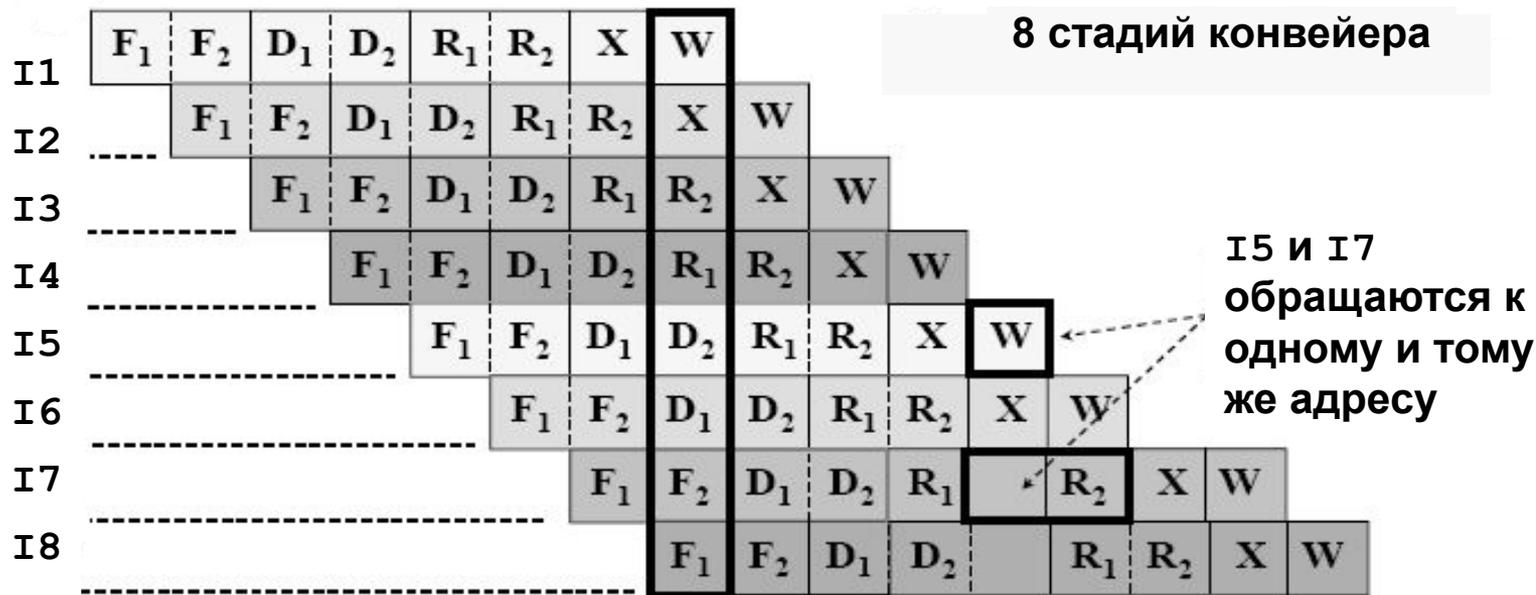
В ЦСП семейства C28x используется специальная 8-этапная структура выполнения команд для увеличения производительности.

Во время выполнения программы в восьми независимых фазах выполняются следующие базовые операции:



- Извлечение инструкций из памяти программ. Фазы Fetch1 (F1) и Fetch2 (F2);
- Декодирование инструкций. Фазы Decode1 (D1) и Decode2 (D2);
- Чтение данных из памяти или из регистров CPU. Фазы Read1 (R1) и Read2 (R2);
- Исполнение инструкций. Фаза eXecute (X);
- Запись результатов в память или регистры CPU. Фаза Write (W).

Модуль центрального процессора TMS320F28x



F1: Выставление 22-разрядного кода адреса инструкции на шину PAB;

F2: Извлечение кода инструкции через 32-разрядную шину PRDB и загрузка его в буфер инструкций;

D1: Декодирование инструкции. В этой же стадии распознаются границы текущей инструкции в буфере инструкций и определяется адрес следующей инструкции, которая будет выполняться;

D2: Определение адреса операнда. В этой же стадии инструкция из буфера инструкций загружается в регистр инструкций (IR), где завершается декодирование;

R1: Выставление адреса операнда на шину данных (DRAB) или шину программ (PAB);

R2: Чтение операнда через 32-разрядную шину (PRDB или DRDB);

X: Реальное действие (модификация операндов, содержимого регистров, изменение режима ЦСП и т.д.). Основные арифметические и логические операции выполняются в АЛУ, результат записывается в один из CPU-регистров в конце фазы;

W: Запись результата в память или регистры. CPU выставляет адрес приемника на шину DWAB, формирует соответствующий строб записи, и данные через шину DWDB записываются в память.

Модуль центрального процессора TMS320F28x

F1: Выставление 22-разрядного кода адреса инструкции на шину PAB.

F2: Извлечение кода инструкции через 32-разрядную шину PRDB и загрузка его в буфер инструкций.

D1: Декодирование инструкции. В этой же стадии распознаются границы текущей инструкции в буфере инструкций и определяется адрес следующей инструкции, которая будет выполняться.

D2: Определение адреса операнда. В этой же стадии инструкция из буфера инструкций загружается в регистр инструкций (IR), где завершается декодирование.

R1: Выставление адреса операнда на шину данных (DRAB) или шину программ (PAB).

R2: Чтение операнда через 32-разрядную шину (PRDB или DRDB).

X: Реальное действие (модификация операндов, содержимого регистров, изменение режима ЦСП и т.д.). Основные арифметические и логические операции выполняются в АЛУ, результат записывается в один из CPU-регистров в конце фазы.

W: Запись результата в память или регистры. CPU выставляет адрес приемника на шину DWAB, формирует соответствующий строб записи, и данные через шину DWDB записываются в память.