

# Тема 1.1. Знакомство с архитектурой компьютера

Процессор: режимы работы процессора, регистры процессора

Архитектура процессоров будет рассматриваться на базе IA-32 (Intel Architecture 32 bit) – 32-разрядные процессоры семейства x86

Процессоры делятся на поколения. История семейства x86 фирмы Intel началась с 16разрядного процессора 8086, который относится к первому поколению (отсюда и сокращение x86). Начиная с процессора 80386 (третье поколение) все последующие модели процессоров являются 32-разрядными.

Смотреть деление процессоров Intel на поколения, а также года их выпусков, основные характеристики и общепринятые обозначения.

# 1. Режимы работы процессора

Процессор архитектуры IA-32 может работать в одном из пяти режимов и переключаться между ними очень быстро:

1. **Реальный** (незащищенный) режим (real address mode) — режим, в котором работал процессор 8086. В современных процессорах этот режим поддерживается в основном для совместимости с древним программным обеспечением (DOS программами).
2. **Защищенный** режим (protected mode) — режим, который впервые был реализован в 80286 процессоре. Все современные операционные системы (Windows, Linux и пр.) работают в защищенном режиме. Программы реального режима не могут функционировать в защищенном режиме.
3. **Режим виртуального процессора 8086** (virtual-8086 mode, V86) — в этот режим можно перейти только из защищенного режима. Служит для обеспечения функционирования программ реального режима, причем дает возможность одновременной работы нескольких таких программ, что в реальном режиме невозможно. Режим V86 предоставляет аппаратные средства для формирования виртуальной машины, эмулирующей процессор 8086. Виртуальная машина формируется программными средствами операционной системы. В Windows такая виртуальная машина называется VDM (Virtual DOS Machine — виртуальная машина DOS). VDM перехватывает и обрабатывает системные вызовы от работающих DOS-приложений.
4. **Нереальный режим** (unreal mode, он же big real mode) — аналогичен реальному режиму, только позволяет получать доступ ко всей физической памяти, что невозможно в реальном режиме.
5. **Режим системного управления** System Management Mode (SMM) используется в служебных и отладочных целях.

# 1. Режимы работы процессора

При загрузке компьютера процессор всегда находится в реальном режиме, в этом режиме работали первые операционные системы, например MS-DOS, однако современные операционные системы, такие как Windows и Linux переводят процессор в защищенный режим.

В защищенном режиме процессор защищает выполняемые программы в памяти от взаимного влияния (умышленно или по ошибке) друг на друга, что легко может произойти в реальном режиме. Поэтому защищенный режим и назвали защищенным.

## 2. Регистры процессора

В процессоре содержатся быстродействующие ячейки памяти, называемые регистрами, которые может и должна использовать любая программа. Каждый регистр имеет свое уникальное имя. Именно с помощью регистров программисты манипулируют процессором в своих программах на ассемблере.

Начиная с 386 процессора, регистры делятся на следующие группы:

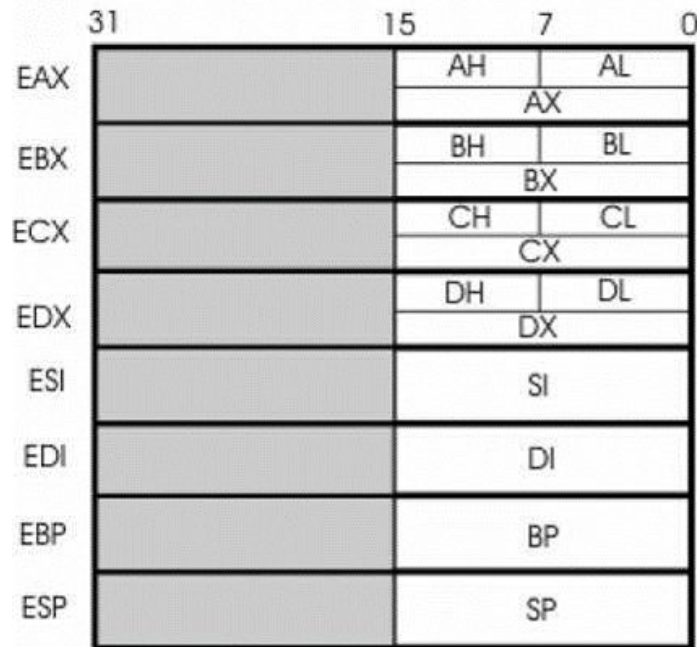
- ❖ 16 пользовательских регистров;
- ❖ 16 системных регистров;
- ❖ 13 регистров для работы с мультимедийными приложениями (MMX) и числами с плавающей запятой (FPU/NPX);
- ❖ В современных процессорах (PIII, P4) имеются дополнительные регистры: XMM (расширение SSE/SSE2).

В последующих поколениях процессоров следует ожидать только увеличения числа регистров, как это происходило до сих пор. Как уже говорилось, в процессоре имеются невидимые для программиста регистры, входящие в микроархитектуру процессора, которые процессор использует только для собственных нужд.

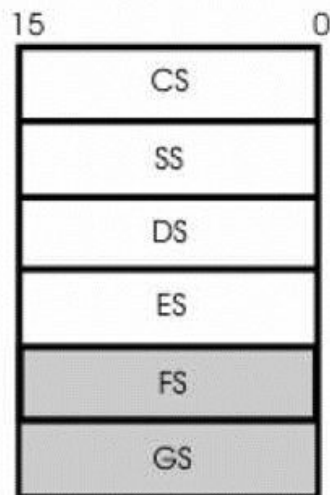
Пользовательские регистры это основные регистры, которые использует программист на ассемблере. Системные регистры используются в защищенном режиме ассемблера. Регистры FPU, MMX и XMM необходимы для ускорения вычислений и чаще всего используются в графических приложениях ( в компьютерных играх).

# 2.1. Пользовательские регистры

Регистры общего назначения

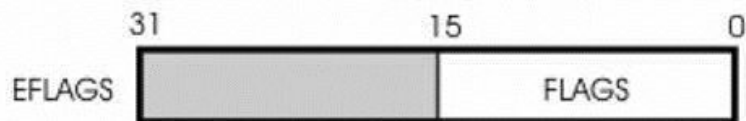


Сегментные регистры

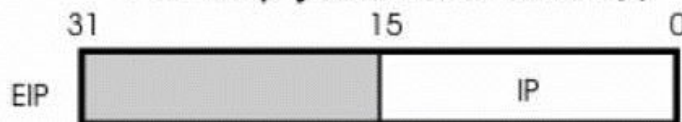


Пользовательские регистры делятся на регистры общего назначения, сегментные регистры, регистры флагов и указателя команд

Регистр флагов



Регистр указателя команд



Расширения, которые появились в 32-разрядных процессорах, выделены на рис. серым цветом.

## 2.1.1. Регистры общего назначения

Наиболее интенсивно используемыми в процессоре являются регистры общего назначения. В процессорах первого поколения регистры общего назначения были 16-разрядными. Начиная с третьего поколения (с процессора 80386) регистры общего назначения стали 32-разрядными.

Именно из-за того, что регистры общего назначения являются 32-разрядными Intel-совместимые процессоры и называются **32-разрядными**. Аналогично процессоры первого поколения назывались **16-разрядными** потому, что имели 16-разрядные регистры общего назначения. Соответственно **64-разрядные процессоры Intel** имеют 64-разрядные регистры общего назначения.

Из-за совместимости с процессорами первых поколений регистры общего назначения можно использовать, как полностью 32 бита (EAX, EBX, ECX, EDX, ESI, EDI, EBP, ESP), так и только младшую половину 16 бит (AX, BX, CX, DX, SI, DI, BP, SP). В свою очередь младшая половина в некоторых регистрах общего назначения также может использоваться частями по 8 бит (AH, AL, BH, BL, CH, CL, DH, DL). Как видно названия 32-битных регистров отличаются от 16-битных только приставкой E (Extended — расширенный).

Большинство регистров общего назначения используются при программировании без ограничений для любых целей. Однако в некоторых случаях вводится жесткое ограничение.

## 2.1.1. Регистры общего назначения

Краткое описание всех регистров общего назначения:

- ❑ **EAX/AX/AH/AL** (Accumulator register) — аккумулятор. В основном используется для хранения любых промежуточных данных. Только в некоторых командах использование этого регистра обязательно.
- ❑ **EBX/VX/ВН/BL** (Base register) — база. В основном используется для хранения любых промежуточных данных. Некоторые команды используют этот регистр при так называемой адресации по базе.
- ❑ **ECX/CX/CH/CL** (Count register) — счетчик. В основном используется для хранения любых промежуточных данных. Использование этого регистра обязательно только в командах организации цикла (повторяющихся действий).
- ❑ **EDX/DX/DH/DL** (Data register) — регистр данных. В основном используется для хранения любых промежуточных данных. Только в некоторых командах использование этого регистра обязательно.
- ❑ **ESI/SI** (Source Index register) — индекс источника. Используется в цепочечных операциях (обычно цепочкой является строка символов) и содержит адрес элемента в цепочке-источника.
- ❑ **EDI/DI** (Destination Index register) — индекс приемника (получателя). Используется в основном в цепочечных операциях (цепочкой обычно является строка символов) и содержит текущий адрес в цепочке-приемнике.
- ❑ **EBP/BP** (Base Pointer register) — регистр указателя базы кадра стека. Предназначен для организации произвольного доступа к данным внутри стека.
- ❑ **ESP/SP** (Stack Pointer register) — регистр указателя стека. Содержит указатель вершины стека.



## 2.1.2. Сегментные регистры

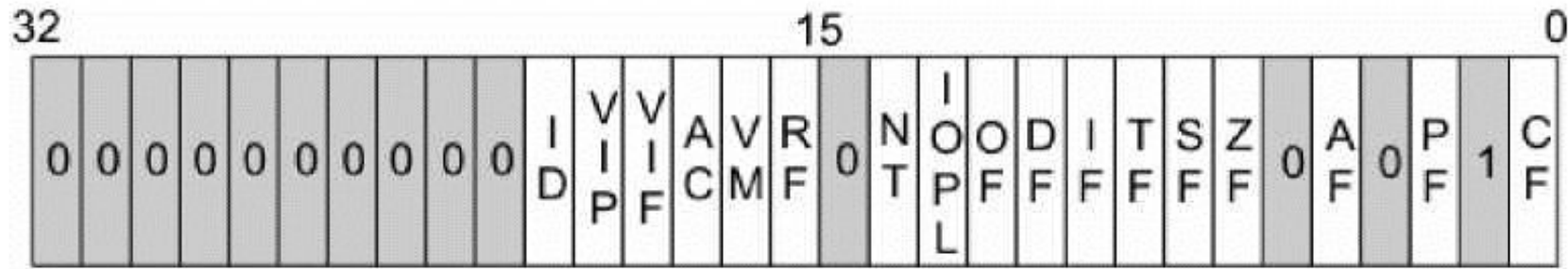
В реальном режиме работы процессора процессор может аппаратно делить программу в памяти на 3 части, которые прозвали сегментами, а сегментные регистры соответственно предназначены для доступа к этим сегментам:

1. **Сегмент кода.** В этом сегменте содержатся машинные команды. Для доступа к этому сегменту служит регистр CS (code segment register) — сегментный регистр кода.
2. **Сегмент данных.** Содержит обрабатываемые программой данные. Для доступа к этому сегменту служит регистр DS (data segment register) — сегментный регистр данных.
3. **Сегмент стека.** В этом сегменте содержится стек. Для доступа к этому сегменту служит регистр SS (stack segment register) — сегментный регистр стека.

Если программисту недостаточно одного сегмента данных адресуемого регистром DS, то он может задействовать в своей программе дополнительные сегменты данных с помощью сегментных регистров ES, GS, FS (extension data segment registers).

## 2.1.3. Регистр флагов и указателя команд

- ❑ **EIP/IP** (Instruction Pointer register) — указатель команд. 32/16-разрядный регистр, который содержит адрес следующей машинной команды в памяти, подлежащей выполнению.
- ❑ **EFLAGS/FLAGS** (flag register) — регистр флагов. Каждый отдельный бит этого 32/16-разрядного регистра называется флагом. Говорят флаг установлен, если соответствующий разряд содержит 1, и сброшен, если разряд содержит 0.

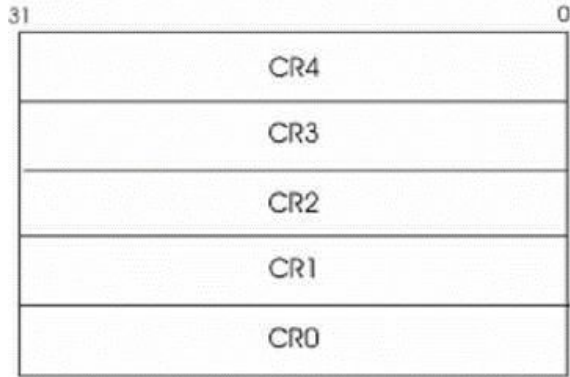


На рис. показано содержимое регистра EFLAGS,

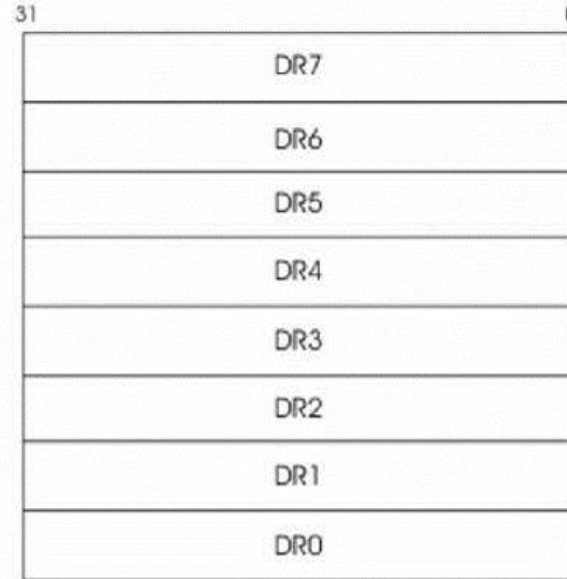
Просмотреть названия и назначение каждого флага.

# 2.2. Системные регистры

Управляющие регистры

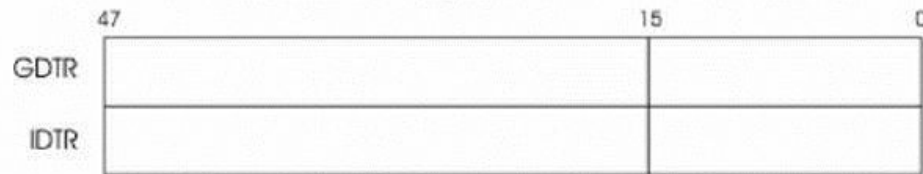


Регистры отладки



Эти регистры используются для обеспечения работы защищенного режима микропроцессора, поэтому редко используются программистами.

Базовые адреса



Лимиты

Селекторы



К системным регистрам относят:

- четыре регистра системных адресов (GDTR, IDTR, TR, LDTR)
- пять регистров управления (CR0 – CR4)
- восемь регистров отладки (DR0 – DR7).

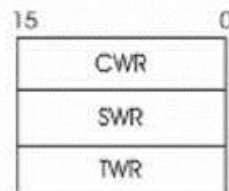
## 2.3. Регистры FPU и MMX

Регистры FPU (Floating Point Unit — блок чисел с плавающей запятой) предназначены для ускорения операций с числами с плавающей запятой.

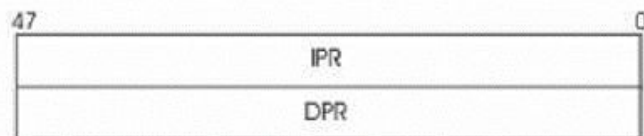
Регистры данных FPU и MMX

	79	63		0	
MM7			MM7	R0	ST(4)
MM6			MM6	R1	ST(5)
MM5			MM5	R2	ST(6)
MM4			MM4	R3	ST(7)
MM3			MM3	R4	ST ← TOP=4
MM2			MM2	R5	ST(1)
MM1			MM1	R6	ST(2)
MM0			MM0	R7	ST(3)

Регистры управления и состояния FPU



Регистры указателя команд и указателя данных FPU



В первых поколениях процессоров эти регистры располагались в отдельной микросхеме, которая называлась сопроцессор на материнской плате. Для соответствующего поколения процессора был свой сопроцессор: 8087, 80287, 80387, 80487. Начиная с процессора 80486DX, сопроцессор располагается на одном кристалле с центральным процессором. В разных поколениях процессоров сопроцессор, называли, по-разному FPU или NPX (Numeric Processor eXtention — числовое расширение процессора), однако первое название получило наибольшее распространение.

## 2.3. Регистры FPU и MMX

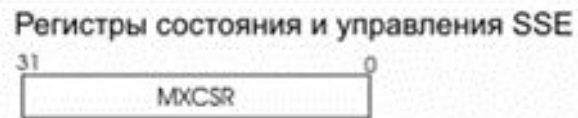
В блок FPU входят пять вспомогательных регистров:

- регистр состояния SWR** (Status Word Register)
- регистр управления CWR** (Control Word Register)
- регистр тегов TWR** (Tags Word Register)
- регистр-указатель команд IPR** (Instruction Point Register)
- регистр-указатель данных DPR** (Data Point Register)

Регистры MMX (MultiMedia eXtensions — мультимедийные расширения) появились в пятом поколении процессоров Intel. MMX ускоряют работу с мультимедийными приложениями. Это достигается за счет одновременной обработки нескольких элементов данных за одну инструкцию — так называемая технология SIMD (Single Instruction — Multiple Data).

Регистры MMX и FPU/NPX являются одними и теми же регистрами сопроцессора, просто в программе при необходимости программист явно указывает, желает он использовать эти регистры для работы с мультимедийными приложениями (MMX) или для работы с числами с плавающей запятой (FPU/NPX).

## 2.4. Регистры XMM (расширение SSE/SSE2)



Впервые расширение SSE (Streaming SIMD Extensions — потоковые SIMD расширения) появились в процессоре Pentium III. Расширение предназначено для ускорения работы с 2D/3D, видео-, аудио- и другими видами потоковых данных. Только в отличие от MMX, которое ограничивается целочисленной арифметикой и логикой, расширение SSE работает с числами с плавающей точкой. Расширение вводит 8 новых независимых 128-битных регистров данных: XMM0-XMM7 и регистр состояния/управления MXCSR

В процессоре Pentium 4 появилось очередное расширение — SSE2. Это расширение не добавило новые регистры, но появились новые инструкции для работы с данными.