Лекция 6

2 марта

Группы команд

- Общего назначения
- x87 FPU
- MMX
- SSE
- IA-32e команды 64-разрядного режима работы
- Системные команды
- Аппаратная виртуализация
- …

Цветом выделены группы команд, которые рассматриваются в курсе.

- Пересылка данных
- Команды двоичной арифметики
- Команды двоично-десятичной арифметики
- Логические команды
- Сдвиги и вращения
- Битовые и байтовые команды
- Передача управления
- Строковые
- Ввод/Вывод
- Явное управление EFLAGS
- Вспомогательные

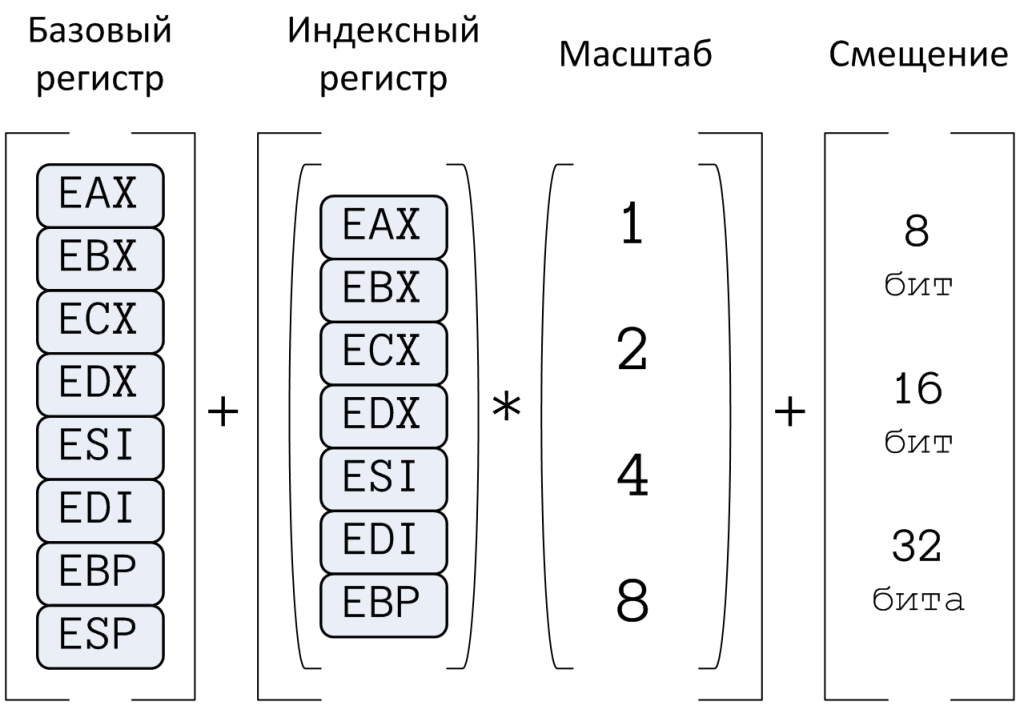
«Основные» команды IA-32

Пересылка данных	Двоичная арифметика ✓	Передача управления	Логические ✓	Сдвиги и вращения	Битовые и байтовые	Прочее
• MOV	• ADD	• JMP	• **AND**	• **SAR**	• **SETcc**	• **LEA**
• **XCHG**	• **ADC**	• Jcc	• **OR**	• **SHR**	• TEST	• NOP
• **BSWAP**	• SUB	• CALL	• **XOR**	• **SAL, SHL**		
• MOVSX	• **SBB**	• RET	• **NOT**	• **ROR**		
• MOVZX	• NEG			• **ROL**		
• CDQ	• IMUL			• **RCR**		
• CWD	• MUL			• **RCL**		
• CBW	• IDIV					
• PUSH	• DIV					
• POP	• INC					
• **CMOVcc**	• DEC					
	• CMP					

Красным выделены не упоминавшиеся ранее на лекциях ассемблерные инструкции. Команды двоичной арифметики и логические команды представлены в полном составе.

Общий вид адресного кода при обращении к памяти

- LEA
  - r32, m



Исполнительный адрес = База + (Масштаб * Индекс) + Смещение

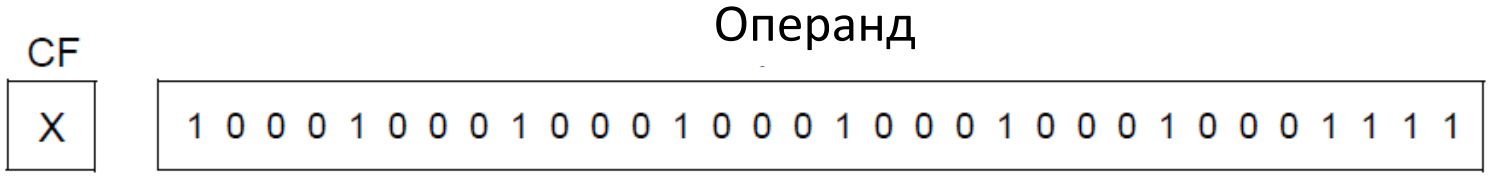
Пример
Реализация стрелки Пирса

```
unsigned pierce_arrow(unsigned a, unsigned b) {
   int t = ~(a | b);
   return t;
}
```

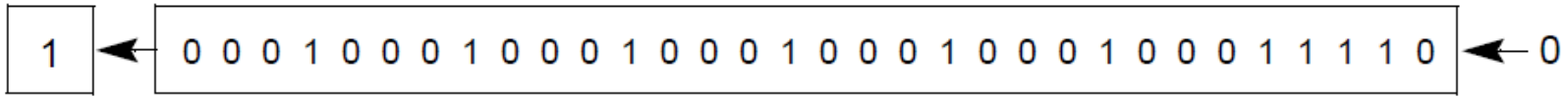
```
section .text
global pierce_arrow
pierce_arrow:
   push    ebp
   mov     ebp, esp
   mov     eax, dword [ebp+12] ; (1)
   or      eax, dword [ebp+8]  ; (2)
   not     eax                 ; (3)
   pop     ebp
   ret
```

Сдвиг влево

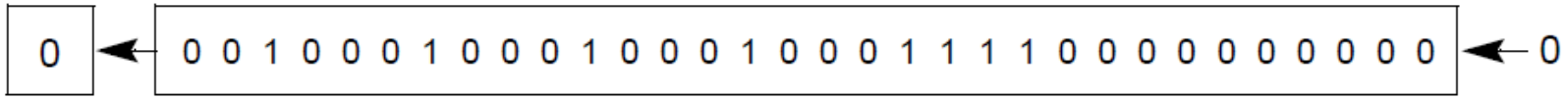
Начальное состояние



После сдвига на один разряд: SHL/SAL



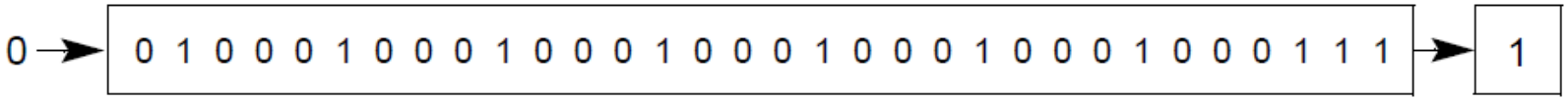
После сдвига на 10 разрядов: SHL/SAL



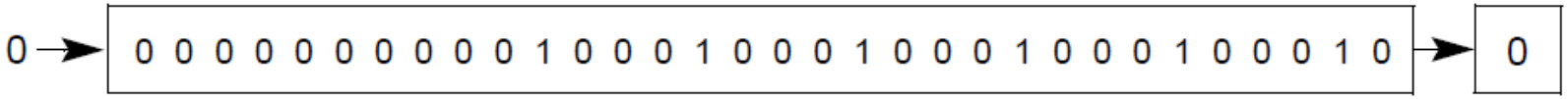
Логический сдвиг вправо

Начальное состояние

После сдвига на один разряд: SHR



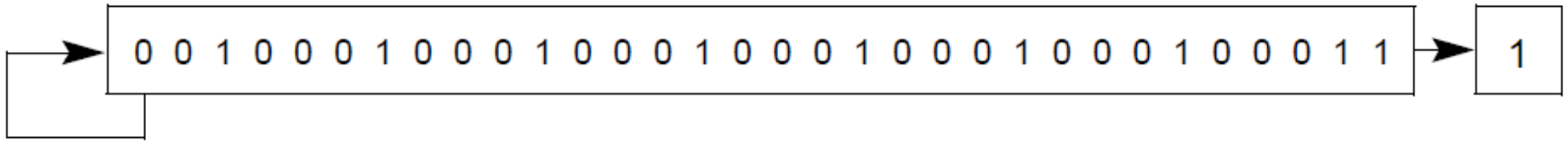
После сдвига на 10 разрядов: SHR



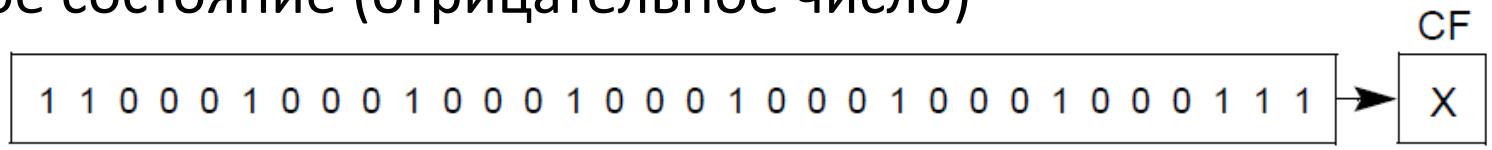
Арифметический сдвиг вправо

Начальное состояние (положительное число)

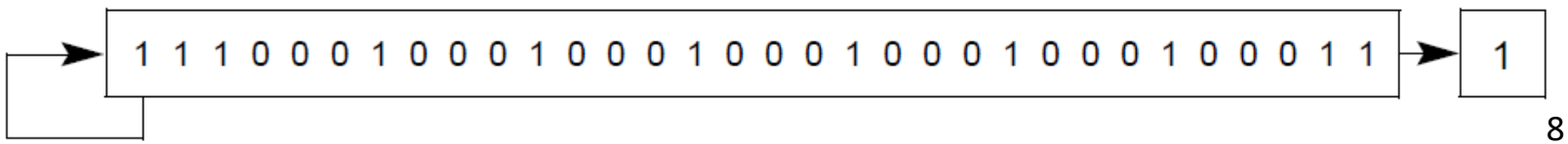
После сдвига на один разряд: SAR



Начальное состояние (отрицательное число)



После сдвига на один разряд: SAR



Пример

```
char upndown(char x) {
   return (x << 8) >> 8;
}
```

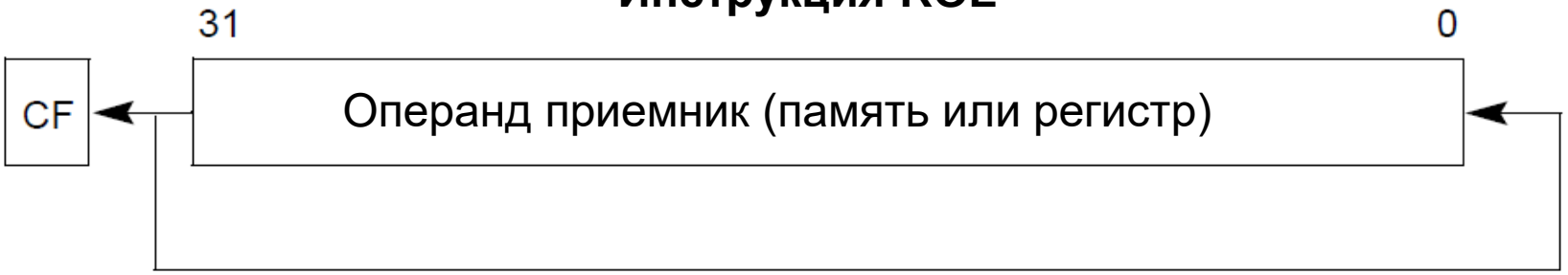
Что вернет `upndown(42);` ?

Пример

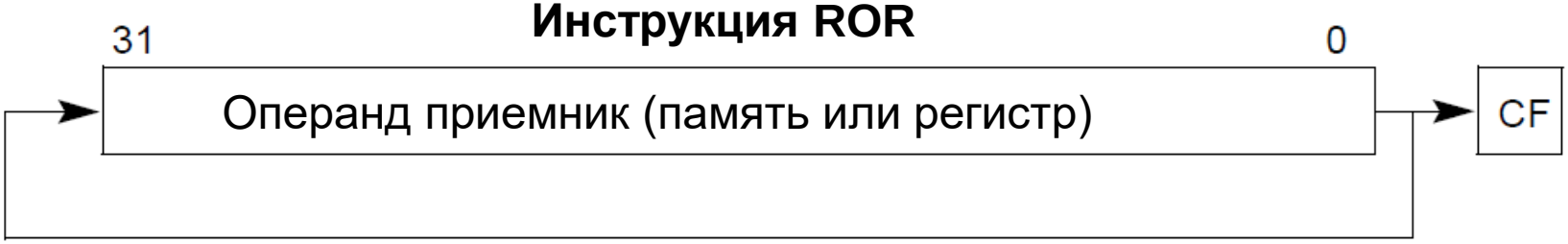
```
char upndown(char x) {
   return (x << 8) >> 8;
}
```

```
section .text
global upndown
upndown:
   push    ebp
   mov     ebp, esp
   movsx   eax, byte [ebp+8]
   sal     eax, 8
   sar     eax, 8
   pop     ebp
   ret
```

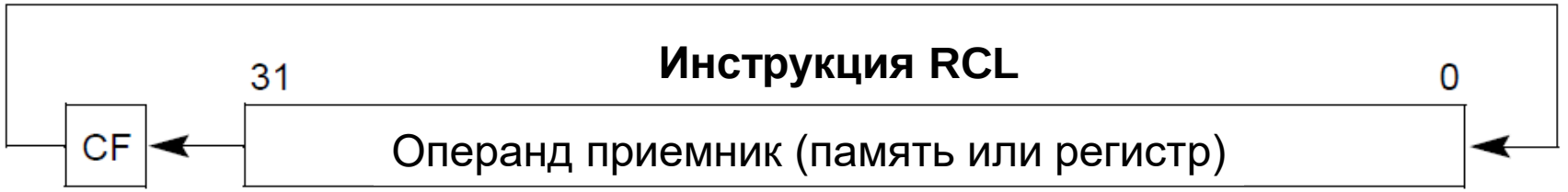
Инструкция ROL



Инструкция ROR



Инструкция RCL



Инструкция RCR

Пример

В 2008 году Intel были заявлены новые команды, поддерживающие шифрование AES: AESENC, AESDEC, AESENCLAST, AESKEYGENASSIST, …

```
unsigned sha256_f1(unsigned x) {
   unsigned t;
   t  = ((x >> 2)  | (x << ((sizeof(x) << 3) - 2)));  // (1)
   t ^= ((x >> 13) | (x << ((sizeof(x) << 3) - 13))); // (2)
   t ^= ((x >> 22) | (x << ((sizeof(x) << 3) - 22))); // (3)
   return t;
}
```

```
global sha256_f1
sha256_f1:
   push    ebp
   mov     ebp, esp
   mov     edx, dword [ebp+8] ; (1)
   pop     ebp                ; (2)
   mov     eax, edx           ; (3)
   mov     ecx, edx           ; (4)
   ror     eax, 13            ; (5)
   ror     ecx, 2             ; (6)
   xor     eax, ecx           ; (7)
   ror     edx, 22            ; (8)
   xor     eax, edx           ; (9)
   ret
```

Криптографические хеш-функции H(X):

- Необратимость
  H(X) = m, m – задано
- Стойкость к коллизиям первого рода
  H(M) = H(N), M – задано
- Стойкость к коллизиям второго рода
  $H(M_1) = H(M_2)$

Обратная задача

```
static int a, b, c, d;

???
```

```
mov     eax, dword [b] ; (1)
mov     edx, dword [c] ; (2)
or      al, -1         ; (3)
sal     eax, 3         ; (4)
add     edx, eax       ; (5)
mov     dword [a], eax ; (6)
mov     eax, edx       ; (7)
sar     edx, 31        ; (8)
idiv    dword [d]      ; (9)
mov     dword [c], eax ; (10)
```

«Основные» команды IA-32

Пересылка данных	Двоичная арифметика ✓	Передача управления	Логические ✓	Сдвиги и вращения	Битовые и байтовые	Прочее
• MOV	• ADD	• JMP	• AND	• SAR	• **SETcc**	• LEA
• XCHG	• **ADC**	• Jcc	• OR	• SHR	• TEST	• NOP
• BSWAP	• SUB	• CALL	• XOR	• SAL, SHL		
• MOVSX	• **SBB**	• RET	• NOT	• ROR		
• MOVZX	• NEG			• ROL		
• CDQ	• IMUL			• RCR		
• CWD	• MUL			• RCL		
• CBW	• IDIV					
• PUSH	• DIV					
• POP	• INC					
• **CMOVcc**	• DEC					
	• CMP					

Красным выделены не упоминавшиеся ранее на лекциях ассемблерные инструкции. Команды двоичной арифметики и логические команды представлены в полном составе.

Сложение 64 разрядных чисел на 32 разрядных регистрах

```
long long f1(long long a, long long b) {
   long long c;
   c = a + b;
   return c;
}
```

```
; начало функции пропущено
   mov      eax, dword [ebp+16] ; (1)
   mov      edx, dword [ebp+20] ; (2)
   add      eax, dword [ebp+8]  ; (3)
   adc      edx, dword [ebp+12] ; (4)
; конец функции пропущен
```

Вычитание 64 разрядных чисел на 32 разрядных регистрах

```
long long f1(long long a, long long b) {
   long long c;
   c = a - b;
   return c;
}
```

```
; начало функции пропущено
   mov     eax, dword [ebp+8]  ; (1)
   mov     edx, dword [ebp+12] ; (2)
   sub     eax, dword [ebp+16] ; (3)
   sbb     edx, dword [ebp+20] ; (4)
; конец функции пропущен
```