

# **Условные команды PSW**

Курсовой проект "Эмулятор PDP-11"  
Занятие 6

# Тест урока

- Сложить последовательность чисел до 0
- Уже умеем:
  - сложить последовательность чисел заранее известной длины
  - SOB
  - массив слов и массив байт
- Сделаем сегодня:
  - флаги NZC, флаг V не реализуем
  - команды BR и ветвления (только те, что в тесте)
    - команд много, есть новая в тесте — реализуем

# Проблема

- Никакой информации о выполнении предыдущей команды
- Как быть с переполнением при ADD
  - add с проверкой и переходом на обработку ошибок
  - add простой
- if (условие) перейти по адресу  
составляет ~30% кода программы
- минимизировать код
- удобный набор команд

# Идея флагов состояния

- Часто проверяем  
if (x == 0)  
if (x != 0)  
if (x < 0)  
хочется делать быстро  
минимум в электросхемах
- флаг (ячейка 1 бит) — результат последней операции  
равен 0.
- Можно такие флаги (если их несколько) объединить в  
1 ячейку размером в несколько бит (флагов)
- **PSW** — process state word (слово состояния процессора)

# PSW слово состояния процессора

- Кроме регистров есть еще 1 доступное слово, характеризующее состояние процессора PSW.
- Команда может изменять определенные бит-флаги
- Будем моделировать только флаги NZVC  
(V — по желанию, не обязательно, дописать тесты)
- **Z** (zero) = 1, если результат команды 0. Иначе флаг 0.
- **N** (negative) = 1, если результат команды  $< 0$   
то есть равен знаковому биту
- **C** (carry) — дополнительный "16-ый бит"
- **V** (oVerflow) — знаковое переполнение

# В железе

- В psw компьютера PDP-11 эти 4 флага расположены
  - N (negative) знаковый бит
  - Z (zero) - == 0
  - V (oVerflow) — знаковый бит
  - C (carry) - переполнение
- В эмуляторе можете сделать 4 глобальных переменных N, Z, V, C  
(это тот случай, когда можно назвать переменную с большой буквы, потому что устойчивое обозначение)
  - flag\_N, flag\_Z, flag\_V, flag\_C - альтернатива

# NZVC описание в командах

Обозначение	Значение
0	Флаг выставляется в 0
1	Флаг выставляется в 1
*	Флаг выставляется по результату операции
-	Флаг не изменяется

Команда	NZVC
ADD s, d	****
TST d	**00
BR adr	----

# Команды проверки без перехода

- Test

**tst** d

**tstb** d

Выставить флаги NZ по d, V=0, C=0

B057DD

- Compare

**cmp** s, d

**cmpb** s, d

Выставить все флаги по s - d

B2SSDD



# Condition Code Operations

- CLx, где x — N, Z, V или C
- SEx, где x — N, Z, V или C
- CCC — clear all condition codes
- SCC — set all condition codes
- NOP — No Operation (холостой такт процессора)
- Их коды операции:  
| 0 000 000 010 1 | s | NZVC |
  - s: 0 — clear, 1 - set

# Переход по адресу

- if (условие)            // разобрались как  
    goto адрес;        // как?
- pc = адрес
- **jmp** dd - безусловный переход по адресу
  - минус: 2 слова
  - плюс: любой адрес
- **sob** R1, LOOP — условный переход, строго назад  
077RNN — где NN 6 бит, положительное,  
сколько слов назад
- **br** LOOP — безусловный переход код в 1 слово  
004XX XX — 8 бит знаковое    branch (ветвление)

# BR adr — безусловный переход на адрес

- **0004XX**, где XX — 8 бит, **знаковое** число,  
на сколько **слов** изменить pc.      $pc = pc + XX * 2$

- Вперед

. = 1000

```
br A ; 000402
```

```
mov #2, R0
```

```
A: mov #3, R1
```

- Назад

. = 1000

```
A: mov #2, R0
```

```
br A ; 000775
```

# Условные ветвления, NZVC ----

Команда	opcode	Описание	
BR	0004XX	Branch	$pc = pc + xx * 2$
BEQ	0014XX	Branch if Equal	if $Z == 1$
BNE	0010XX	Branch if Not Equal	if $Z == 0$
BMI	1004XX	Branch if Minus	if $N == 1$
BPL	1000XX	Branch if Plus	if $N == 0$
BLT	0024XX	Branch if Less Than	if $N \wedge V == 1$
BGE	0020XX	Branch if Greater or Equal	if $N \wedge V == 0$
BLE	0034XX	Branch if Less or Equal	if $Z \vee \{N \wedge V\} == 1$

```
• void do_beq ( ) {
    if (Z)
        do_br( );
}
```

# Задача урока

- Реализовать выставление флагов N, Z, C командами
- Реализовать команду BR
- Реализовать те команды из ветвлений, которые встретились в тестах (не надо делать все!!!)
- Не забыть про команды TST, TSTB, CMP, CMPB
  - TSTB понадобится на следующем уроке