МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

Мегафакультет трансляционных информационных технологий

Факультет информационных технологий и программирования

**Домашняя работа № 4**

**По дисциплине «Архитектура ЭВМ»**

**Расширение системы команд ЭВМ**

**Выполнил студент группы M3101  
*Дудко Матвей Владимирович***

**Проверил:  
Повышев Владислав Вячеславович**

***САНКТ-ПЕТЕРБУРГ***

***2019***

### **Домашнее задание №4**

***Расширение системы команд ЭВМ.***

Цель задания - изучение микрокоманд базовой ЭВМ, микропрограмм выполнения отдельных команд, а также овладение навыками составления микропрограмм для новых команд.

Часть I. Написать последовательность адресов микрокоманд, которые должны быть выполнены при реализации заданного фрагмента программы, начинающегося с команды, расположенной по адресу 002 (перед выполнением программы исполняется команда "Пуск", очищающая аккумулятор и регистр переноса).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Номер варианта | | | | | |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1  2  3  4  5 | 0  CMA  BMI 05  NOP  + MOV 01 | 1  INC  BLP 05  NOP  + ADD 01 | 1  DEC  BMI 05  NOP  + ADD 01 | 1  ADD 01  + BPL 05  NOP  DEC | 1  + BEQ 05  NOP  ADD 01  INC | 1  CMC  BCS 05  NOP  + ADC 01 |

Результаты сводятся в таблицу вида:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Команда | Машинный цикл | Последовательность адресов микрокоманд |
| AND 01  (1001) | —  Выборка команды  Исполнение  — | 89  01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 0C  1D, 1E, 1F, 20, 21, 24, 25, 26, 35, 36, 37, 8F  88 |
| CLC  (F300) | —  Выборка  команды  — | 89  01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 0A, 5E,  61, 67, 68, 69, 79, 7A, 8F  88 |
| . . . | . . . | . . . |

В этой таблице символом "-" отмечены микрокоманды остановки и перехода к циклу "ВЫБОРКА КОМАНДЫ", используемые при пошаговом выполнении программы.

Кроме того необходимо описать поля шести последних микрокоманд цикла "ИСПОЛНЕНИЕ" команды, отмеченной знаком "+". Описания каждой микрокоманды выполнить в виде рисунков:

Микрокоманда: СК+1=>БР

Горизонтальная: 0000 0408

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

1

0

0

0

0

0

0

1

0

0

0

Код операции

Открыть В10 (+1)

Открыть В3 (правый вход АЛУ соединен с СК)

Вертикальная: 0310

00

00

00

11

00

01

00

00

Код операции

На левый вход АЛУ подан 0

Правый вход АЛУ соединен с СК

Обратный код не вычислять

Обмен информацией с памятью не осуществлять

Не сдвигать

Лев.вх.+Пр.вх.+1. те 0+СК+1

Часть II.

А. Написать завершающие вертикальные микрокоманды цикла "ИСПОЛНЕНИЕ" следующих команд:

Команда 7ххх

1 вариант - ЗАГРУЗКА(записать в аккумулятор содержимое ячейки памяти, на которую указывает адресная часть команды);

2 вариант - ПЕРЕСЫЛКА СО СБРОСОМ(записать содержимое аккумулятора в ячейку памяти, на которую указывает адресная часть команды, а затем очистить аккумулятор);

3 вариант - СРАВНЕНИЕ(вычесть содержимое аккумулятора из содержимого ячейки памяти, на которую указывает адресная часть команды, и, не изменяя содержимое аккумулятора, установить признаки результата вычитания: C, N, Z);

4 вариант - ЗАГРУЗКА ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ(записать в аккумулятор дополнительный код содержимого ячейки, на которую указывает адресная часть команды);

5 вариант - ПЕРЕСЫЛКА ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ(записать дополнительный код содержимого аккумулятора в ячейку памяти, на которую указывает адресная часть команды);

6 вариант - ПЕРЕСЫЛКА УДВОЕННАЯ (записать в ячейку памяти, на которую указывает адресная часть команды, удвоенное содержимое аккумулятора).

Команда Dxxx

Организовать переход к команде, расположенной по адресу, на которую указывает адресная часть команды, если:

1 вариант - аккумулятор содержит четное число;

2 вариант - аккумулятор содержит нечетное число;

3 вариант - аккумулятор содержит число, большее чем 16383;

4 вариант - аккумулятор содержит число, меньшее чем -16384;

5 вариант - 7-й бит аккумулятора(старший бит младшего байта) равен нулю;

6 вариант - 7-й бит аккумулятора равен единице;

Безадресные команды

1 вариант - циклический сдвиг влево на 2 разряда (FC00);

2 вариант - циклический сдвиг вправо на 2 разряда (FD00);

3 вариант - получение дополнительного кода аккумулятора(FE00);

4 вариант - запись единицы в аккумулятор(FC00);

5 вариант - циклический сдвиг влево с очисткой регистра С(FD00);

6 вариант - циклический сдвиг вправо с очисткой регистра С(FЕ00);

Б. Написать тестовые программы для проверки правильности исполнения всех трех синтезированных команд базовой ЭВМ и подготовиться к выполнению лабораторной работы №8. Тестовые программы должны отвечать следующим требованиям:

1. Для синтезированных арифметических и без адресных команд результат их выполнения должен быть зафиксирован в памяти базовой ЭВМ, а не только в регистрах,
2. Если проверяемая арифметическая или безадресная команда устанавливает признаки результата (C,Z,N), необходимо проверить правильную установку одного из них, используя соответствующую команду перехода. Результат проверки признака зафиксировать в памяти базовой ЭВМ,
3. Для синтезированных команд переходов необходимо проверить команду как при выполнении условия перехода, так и при его невыполнении. Результат проверки в обоих случаях зафиксировать в памяти базовой ЭВМ.

Таким образом, после выполнения правильно разработанной тестовой программы в автоматическом режиме в памяти базовой ЭВМ будет размещена информация, позволяющая однозначно подтвердить правильность выполнения синтезированной команды.

В. При разработке микропрограмм заданных команд следует иметь в виду:

1. В процессе дешифрации команды 7ххх в РА записывается адрес операнда (может использоваться для команд пересылки), а в РД - сам операнд ( может использоваться для команд загрузки и сравнения). Затем осуществляется переход к ячейке памяти микрокоманд ВО, где надо разместить первую синтезируемую микрокоманду команды 7ххх.

2. После выборки команды перехода ххх в РД сохраняется адрес перехода (адресная часть команды), который может быть переписан в СК при выполнении условия перехода. Последняя микрокоманда дешифрации команды Dххх передает управление в ячейку с адресом D0, где надо разместить первую синтезируемую микрокоманду команды Dххх.

3. Когда в процессе дешифрации безадресных команд выясняется, что в 10-м и 11-м разрядах РК содержатся единицы(т.е. выбрана одна из команд:FC00, FD00, FE00 или FF00), управление передается в ячейку с адресом Е0. Здесь должны начинаться микрокоманды дополнительной дешифрации, выделяющие заданную команду путем анализа 9-го и 8-го разрядов РК и передающие управление в свободную область памяти микрокоманд(от Ех до FF), где следует разместить микрокоманды реализации безадресной команды.

4. Все микропрограммы реализуемых команд должны заканчиваться микрокомандой 838F (GOTO ПРЕ(8F)), осуществляющей переход к микрокомандам, завершающим исполнение любой команды базовой микро ЭВМ.

Пример. Для создания команды FF00, которая осуществляет инвертирование содержимого аккумулятора и очистку регистра переноса, можно написать следующую последовательность микрокоманд:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Адрес  МП | Микро-  команды | Комментарии |
| E0  E1  E2  E1  E4  E5 | A98F  A88F  1040  4035  4080  838F | IF BIT(9,PK)=0 THEN ПРЕ(8F): К окончанию цикла  IF BIT(8,PK)=0 THEN ПРУ(8F): исполнения, если  : дешифрируемая ко-  : манда не FF00  COM(A)=>БР : Инверсия А  БР=>А : Пересылка резуль-  : тата в А и регистр  : признаков  0=>C : Очистка С  GOTO ПРЕ(8F) : Выход |

### **Отчет вариант №5**

**1. Часть I**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Команда | Машинный цикл | Последовательность адресов микрокоманд |
| BEQ 05 (B005) | —  Выборка команды  Исполнение  Прерывание  — | 89  01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 0C  1D, 2D, 30, 31, 32, 4E, 4F, 47, 48, 49  8F  88 |
| NOP (F100) | —  Выборка команды  Продолжение выборки. Декодирование и исполнение безадресной команды  Прерывание  — | 89  01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 0A  5E, 61, 67, 6A, 6B, 87  8F  88 |
| ADD 01 (4001) | —  Выборка команды  Исполнение  Прерывание  — | 89  01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 0C  1D, 1E, 1F, 20, 27, 28, 2B, 3C, 3D, 3E  8F  88 |
| INC (F800) | —  Выборка команды  Продолжение выборки. Декодирование и исполнение безадресной команды  Прерывание  — | 89  01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 0A  5E, 5F, 6C, 6F, 73, 74, 75  8F  88 |

Шесть последних микрокоманд цикла “ИСПОЛНЕНИЕ” для команды BEQ 05:

Адреса микрокоманд: 32, 4E, 4F, 47, 48, 49

Однобитовое поле сравнения

Микрокоманда: GOTO BEQ(4E)

Горизонтальная: 824E 0008

1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

Код операции

Вертикальная: 834E

10 00 00 11 01 00 11 10

Код операции

Адрес микрокоманды: 32

Выбор РС

Адрес перехода

Выбор 4 бита справа для сравнения

Однобитовое поле сравнения

Адрес перехода

Выбор РС

Выбор проверяемого бита

Однобитовое поле сравнения

Микрокоманда: IF BIT(1,РС) = 0 THEN ПРЕ(8F)

Горизонтальная: 828F 0002

1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0

Код операции

Вертикальная: 818F

10 00 00 01 10 00 11 11

Код операции

Адрес микрокоманды: 4E

Выбор РС

Адрес перехода

Выбор 2 бита справа для сравнения

Однобитовое поле сравнения

Адрес перехода

Выбор РС

Выбор проверяемого бита

Однобитовое поле сравнения

Микрокоманда: GOTO BR(47)

Горизонтальная: 8247 0008

1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

Код операции

Вертикальная: 8347

10 00 00 11 01 00 01 11

Код операции

Адрес микрокоманды: 4F

Выбор РС

Адрес перехода

Выбор 4 бита справа для сравнения

Однобитовое поле сравнения

Адрес перехода

Выбор РС

Выбор проверяемого бита

Микрокоманда: РД ==> БР

Горизонтальная: 0000 0002

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0

Код операции

Вертикальная: 0100

00 00 00 01 00 00 00 00

Код операции

Адрес микрокоманды: 47

Открыть В1 (правый вход АЛУ соединен с РД)

Левый вход = 0

Правый вход = РД

Обмен с памятью не осуществлять

Не сдвигать

Лев.вх+пр.вх.

Обратный код не вычислять

Микрокоманда: БР ==> СК

Горизонтальная: 0020 0000

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

Код операции

Вертикальная: 4004

01 00 00 00 00 00 0 100

Код операции

Адрес микрокоманды: 48

Запись в СК

Выход АЛУ (содерж. БР) в СК

Не останавливать ЭВМ

N и Z не изменять

Регистр С не изменять

Однобитовое поле сравнения

Микрокоманда: GOTO ПРЕ(8F)

Горизонтальная: 828F 0008

1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0

Код операции

Вертикальная: 838F

10 00 00 11 10 00 11 11

Код операции

Адрес микрокоманды: 49

Выбор РС

Адрес перехода

Выбор 4 бита справа для сравнения

Однобитовое поле сравнения

Адрес перехода

Выбор РС

Выбор проверяемого бита

**2. Часть II**

**Пункт А.** Написать завершающие вертикальные микрокоманды цикла "ИСПОЛНЕНИЕ" следующих команд:

Команда 7ххх

5 вариант - ПЕРЕСЫЛКА ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ (записать дополнительный код содержимого аккумулятора в ячейку памяти, на которую указывает адресная часть команды)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Адрес** | **Микрокоманды** | **Комментарии** |
|  | **Верт.** | **Действие** |
| **1** | **2** | **3** |
| **Исполнение** | | |
|  |  | Определено, что выбрана команда 7xxx. Управление передано ячейке B0  В РА хранится адрес той ячейки, в которую надо записать дополнительный код аккумулятора |
| B0 | 1050 | Дополнительный код А (~A + 1) => БР |
| B1 | 4002 | БР => РД |
| B2 | 0002 | 0 => БР; РД => ОП(РА) |
| B3 | 838F | GOTO ПРЕ(8F); |

Команда Dххх

Организовать переход к команде, расположенной по адресу, на которую указывает адресная часть команды, если:

5 вариант - 7-й бит аккумулятора (старший бит младшего байта) равен нулю

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Адрес** | **Микрокоманды** | **Комментарии** |
|  | **Верт.** | **Действие** |
| **1** | **2** | **3** |
| **Исполнение** | | |
|  |  | Определено, что выбрана команда Dxxx. Управление передано ячейке D0  В РД хранится адрес той ячейки, которую надо записать в СК, если старший бит младшего байта равен нулю |
| D0 | F7D3 | IF BIT(7, A)=1 THEN (D3); |
| D1 | 0100 | РД => БР |
| D2 | 4004 | БР => СК |
| D3 | 838F | GOTO ПРЕ(8F); |

Безадресные команды

Организовать переход к команде, расположенной по адресу, на которую указывает адресная часть команды, если:

5 вариант - циклический сдвиг влево с очисткой регистра С (FD00);

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Адрес** | **Микрокоманды** | **Комментарии** |
|  | **Верт.** | **Действие** |
| **1** | **2** | **3** |
| **Исполнение** | | |
|  |  | Определено, что выбрана команда Fxxx: FC00, FD00, FE00 или FF00.  Управление передано ячейке E0  Необходима дополнительная дешифрация для команды FD00 |
| E0 | E9E5 | IF BIT(9, РК)=1 THEN (E5); |
| E1 | A8E5 | IF BIT(8, РК)=0 THEN (E5); |
| E2 | 0008 | RAL(A) 🡺 БР, сдвиг влево |
| E3 | 4080 | 0 🡺 C |
| E4 | 4005 | БР 🡺 А |
| E5 | 838F | GOTO ПРЕ(8F); |

**Пункт Б.** Написать тестовые программы для проверки правильности исполнения синтезированных команд.

Тестирующая программа для команды **7xxx**:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код команды | Мнемоника | Комментарии |
| 001 | FFFF |  | Константа для сравнения полученного результата |
| 002 | 0000 |  | Результат работы программы |
|  | | | |
| 010 | + F200 | CLA | 0 🡺 A |
| 011 | F800 | INC | (A) + 1🡺 A |
| 012 | 7002 | 7xxx | Дополнительный код А => 002 |
| 013 | F000 | HLT |  |

Тестирующая программа для команды **Dxxx**:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код команды | Мнемоника | Комментарии |
| 001 | 0000 |  | Константа для сравнения полученного результата: количество переходов при невыполнении условия |
| 002 | 0000 |  | Результат работы программы при невыполнении условия |
| 003 | 0001 |  | Константа для сравнения полученного результата: количество переходов при выполнении условия |
| 004 | 0000 |  | Результат работы программы при выполнении условия |
| 005 | 0080 |  | Константа, для которой не выполняется условие |
| 006 | 0000 |  | Константа, для которой выполняется условие |
| **Тест при невыполнении условия** | | | |
| 010 | + F200 | CLA | 0 🡺 A |
| 011 | 4005 | ADD 005 | (А) + (005) 🡺 А |
| 012 | D015 | Dxxx | Переход, если 7 бит А = 0 |
| 013 | F200 | CLA | 0 🡺 A |
| 014 | C018 | BR 018 | 018 🡺 СК |
| 015 | F200 | CLA | 0 🡺 A |
| 016 | F800 | INC | (А) + 1 🡺 А |
| 017 | 3002 | MOV 002 | (А) 🡺 002 |
| **Тест при выполнении условия** | | | |
| 018 | F200 | CLA | 0 🡺 A |
| 019 | 4006 | ADD 006 | (А) + (006) 🡺 А |
| 01A | D01D | Dxxx | Переход, если 7 бит А = 0 |
| 01B | F200 | CLA | 0 🡺 A |
| 01C | C01F | BR 01F | 01F 🡺 СК |
| 01D | F200 | CLA | 0 🡺 A |
| 01E | F800 | INC | (А) + 1 🡺 А |
| 01F | 3004 | MOV 004 | (А) 🡺 004 |
| 020 | F000 | HLT |  |

Тестирующая программа для **безадресной команды FD00**:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Адрес | Код команды | Мнемоника | Комментарии |
| 001 | 8000 |  | Константа – исходные данные |
| 002 | 0000 |  | Константа из 001, сдвинутая на 1 бит влево – результат работы программы |
| 003 | 0000 |  | Результат работы программы |
| 004 | 0000 |  | Константа для проверки обнуления C. Если эта ячейка не 0, то обнуление C не происходит |
|  | | | |
| 010 | + F200 | CLA | 0 🡺 A |
| 011 | 4001 | ADD 001 | (А) + (001) 🡺 А |
| 012 | FD00 | FDxx | Сдвиг (A) влево на 1 бит и C = 0 |
| 013 | 3003 | MOV 003 | (А) 🡺 003 |
| 014 | F600 | ROL | Циклический сдвиг влево. Если изначально было число 8000 и оно сдвинулось влево, то в C, если он не был очищен, будет 1. После ROL в аккумуляторе будет 1, если C было равно 1. |
| 015 | B019 | BEQ 019 | Переход, если ноль |
| 016 | F200 | CLA | Проверка не прошла |
| 017 | F800 | INC |
| 018 | 3004 | MOV 004 |
| 019 | F000 | HLT |  |