

**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования**

**«Национальный исследовательский университет
ИТМО»**

**Факультет информационных технологий и
программирования**

Домашнее задание №4

Расширение систем команд ЭВМ

Выполнил студент группы № М3111

Нечаев Александр Сергеевич

Подпись:



Санкт-Петербург
2023

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

Часть 1: Написать последовательность адресов микрокоманд, которые должны быть выполнены при реализации заданного фрагмента программы, начинающегося с команды, расположенной по адресу 002 (перед выполнением программы выполняется команда "Пуск", очищающая аккумулятор и регистр переноса). Вариант: 6

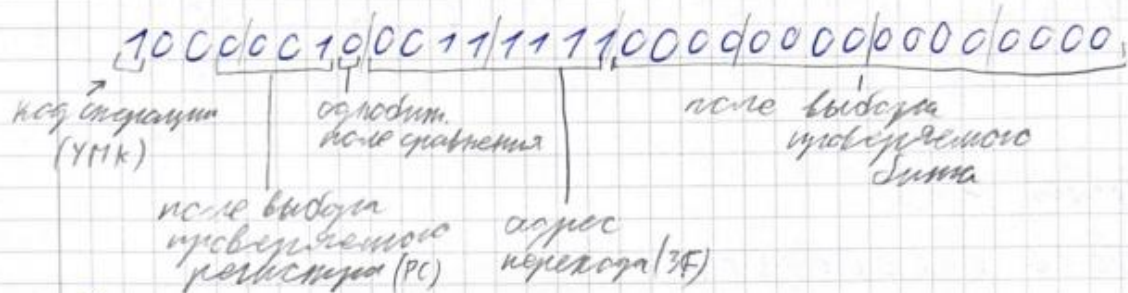
Команда	Машинный цикл	Последовательность адресов микрокоманд
1 (0001)		
CMC (F500)	--- Выборка команды Исполнение ---	89 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 0A, 5E 61, 62, 65, 66, 7E 80, 81, 8F 88
BCS 05 (8005)	--- Выборка команды Выборка адреса операнда Исполнение ---	89 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 0C 1D, 2D, 30, 33, 46, 47, 48, 49, 8F 88
NOP (F100)	--- Выборка команды Исполнение ---	89 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09, 0A, 5E 61, 67, 6A, 6B, 87, 8F 88
+ADC01 (5001)	--- Выборка команды Выборка адреса операнда Исполнение ---	89 01, 02, 03, 04, 05, 06, 07, 0C 1D, 1E, 1F, 20, 27 28, 2B, 2C, 3F, 3C, 3D, 3E, 8F 88

Команды подбираются к типам машинного цикла благодаря таблице трассировке и таблице интерпретаторов базовой ЭВМ.

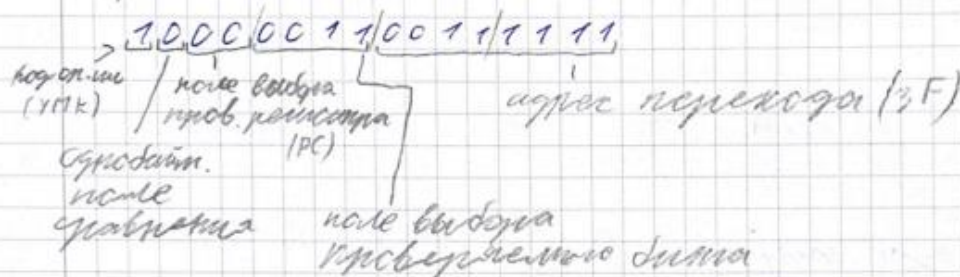
Описание последних шести микрокоманд цикла в виде рисунков:

Микропрограмма 2C (GOTO AD(3F))

Горизонт: 823F0000

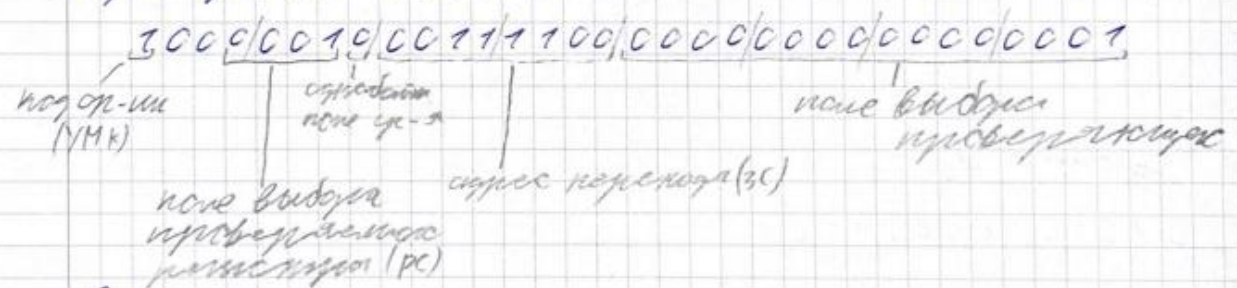


Верх: 833F

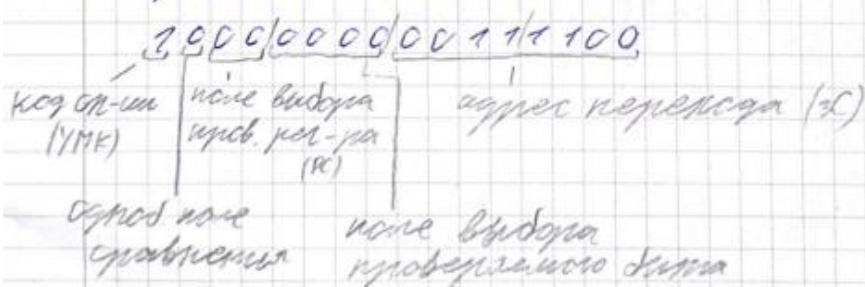


Микропрограмма 3F (IF BIT(0, PC)=0 THEN ADD(0))

Горизонт: 823C0001



Верх: 803C



Микрокоманда 3C ($A + RA \Rightarrow BP$)

Триггеры: 0000 0012

0000/0000/0000/0000/0000/0000/0000/0000

код операции
(CMK)

открытый B4

открытый B7

Результ.: 1100

0001/0001/0000/0000

код см-ии
(CMKC)

правый вход (RA)

левый вход (A)

не совпадает

не вычислять
сравнительный код

операция лев. вх + прав. вх

Микрокоманда 3D ($BP \Rightarrow A, C, N, Z$)

Триггеры: 0040 E000

0000/0000/0100/0000/1110/0000/0000/0000

код операции
(CMK)

открытый
B12

открытый
B15, B14, B13

Результ.: 4075

0100/0000/0111/0101

код
операции
(B1X1)

перенос рег-ра

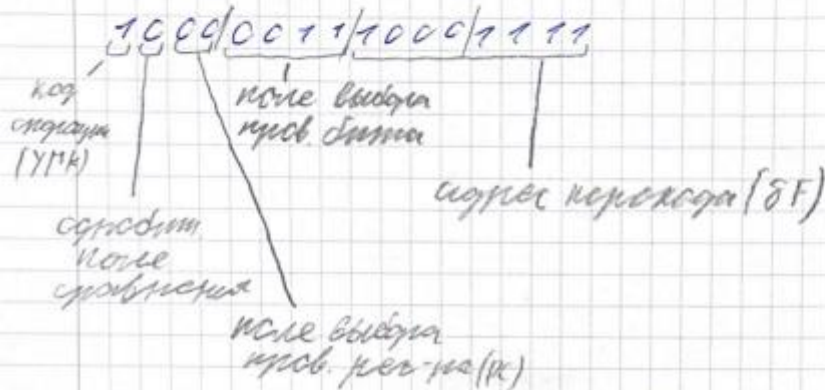
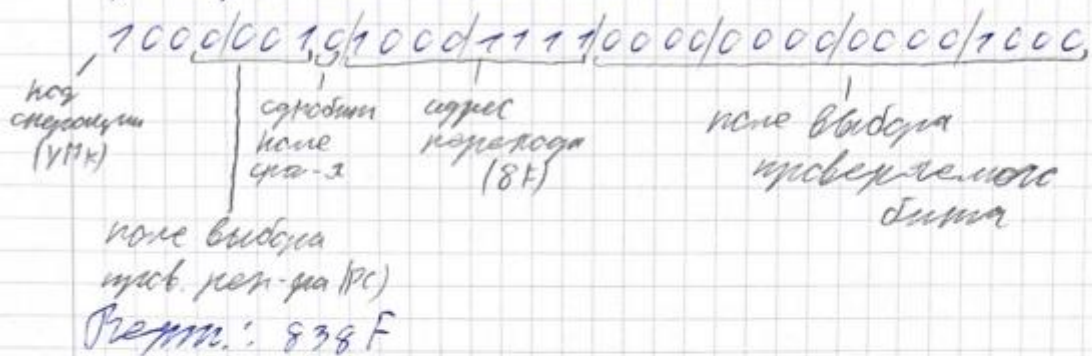
управление
смена с B1

вывод ANY (содерж. BP) в АКК

не логич. 7000
2-знач. рег-м
N-значности рег-м

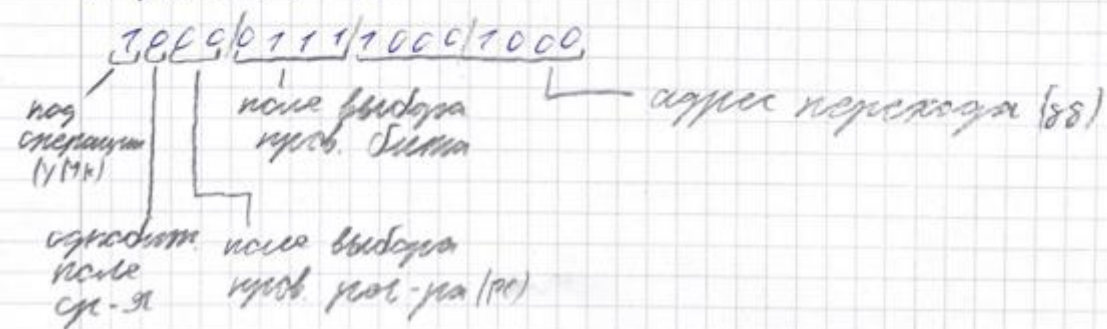
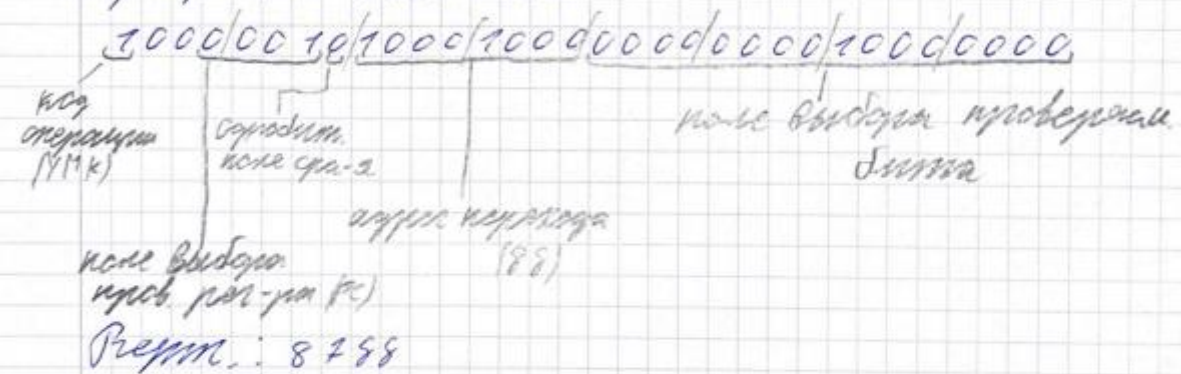
Микропрограмма 3E (GOTO PRE(8F))

Торизонт.: 828 F 0008



Микропрограмма 8F (IF BIT(7,PC)=0 THEN HTL(88))

Торизонт.: 828 80080



Часть 2:

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

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

Команда 7XXX – 6 вариант - ПЕРЕСЫЛКА УДВОЕННАЯ (записать в ячейку памяти, на которую указывает адресная часть команды, удвоенное содержимое аккумулятора, т.е. команды 3xxx+4xxx):

7XXX (Пересылка удвоенная)		
Адрес МП	Микрокоманда (верт.)	Комментарии
B0	1000	A→БР
B1	4002	БР→РД
B2	0002	РД→ОП(РА)
B3	1100	A+РД→БР
B4	4075	БР→А, С, N, Z
B5	1000	A→БР
B6	4002	БР→РД
B7	0002	РД→ОП(РА)
B8	0004	RAR(A)→БР
B9	4075	БР→А, С, N, Z
BA	838F	GOTO ПРЕ(8F)

В процессе дешифрации команды 7xxx 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 B0, где надо разместить первую синтезируемую микрокоманду команды 7xxx.

Команда DXXX – Организовать переход к команде, расположенной по адресу, на которую указывает адресная часть команды, если: 6 вариант - 7-й бит аккумулятора равен единице:

DXXX (7 бит A ==1)		
Адрес МП	Микрокоманда (верт.)	Комментарии
D0	F78F	IF BIT(7,A) = 0 THEN ПРЕ(8F)
D1	0200	РК→БР
D2	4004	БР→СК
D3	838F	GOTO ПРЕ(8F)

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

Безадресные команды – 6 вариант - циклический сдвиг вправо с очисткой регистра С (FE00):

Безадресная команда (циклический сдвиг с очисткой регистра)		
Адрес МП	Микрокоманда (верт.)	Комментарии
E0	0004	RAR(A)→БР
E1	4075	БР→А, С, N, Z
E2	4080	0→С
E3	838F	GOTO ПРЕ(8F)

Когда в процессе дешифрации безадресных команд выясняется, что в 10-м и 11-м разрядах ПК содержатся единицы (т.е. выбрана одна из команд: FC00, FD00, FE00 или FF00), управление передается в ячейку с адресом E0. Здесь должны начинаться микрокоманды дополнительной дешифрации, выделяющие заданную команду путем анализа 9-го и 8-го разрядов ПК и передающие управление в свободную область памяти микрокоманд (от Eх до FF), где следует разместить микрокоманды реализации безадресной команды.

Б. Написать тестовые программы для проверки правильности исполнения всех трех синтезированных команд базовой ЭВМ:

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.

Программа для проверки правильности исполнения всех трех синтезированных команд базовой ЭВМ:

Адрес	Код	Мнемоника	Комментарии
015	0000		Ячейка для хранения 7xxx
016	0000		Ячейка для хранения FExx
017	00E0		Ячейка для вычисления (в 2 СС = 11100000; 7 бит = 1)
018	F200	CLA	Очистка аккумулятора
019	4017	ADD 017	(017) + (A) → A
01A	7015	7XXX	(A) + (A) → 015
01B	D01E	DXXX	Если A[7бит] = 1, то переход в 01E
01C	FE00	FEXX	Сдвиг вправо + очистка регистра
01D	3016	MOV 016	(A) → 016
01E	F000	HLT	Остановка ЭВМ

В памяти МПУ внесенные МП будут выглядеть так:

7XXX ↓

```

0B0 1000  BP=A + 0;
0B1 4002  PД = БР;
0B2 0002  БР=0 + 0; *РА = PД
0B3 1100  БР=A + PД;
0B4 4075  C = БР[0]; N=БР < 0; Z=БР == 0; A = БР;
0B5 1000  БР=A + 0;
0B6 4002  PД = БР;
0B7 0002  БР=0 + 0; *РА = PД
0B8 0004  БР=A >> 1
0B9 4075  C = БР[0]; N=БР < 0; Z=БР == 0; A = БР;
0BA 838F  if PC[3] == 0 GOTO 008F

```

DXXX ↓

```

0D0 F78F  if A[7] == 1 GOTO 008F
0D1 0200  БР=0 + ПК;
0D2 4004  CK = БР;
0D3 838F  if PC[3] == 0 GOTO 008F

```

```

0E0 0004  БР=A >> 1
0E1 4075  C = БР[0]; N=БР < 0; Z=БР == 0; A = БР;
0E2 4080  C = 0;
0E3 838F  if PC[3] == 0 GOTO 008F

```

FE00 ↑

Таблица трассировки:

Выполняемая команда		Содержимое регистров процессора после выполнения команды						Ячейка, содержимое которой изменилось после выполнения программы	
Адрес	Код	СК	РА	РК	РД	А	С	Адрес	Новый код
018	F200	0019	0018	F200	F200	0000	0		
019	4017	001A	0017	4017	00E0	00E0	0		
01A	7015	001B	0015	7015	01C0	00E0	0	015	01C0
01B	D01E	001C	001B	D01E	D01E	00E0	0		
01C	FE00	001D	001C	FE00	FE00	0070	0		
01D	3016	001E	0016	3016	0070	0070	0	016	0070
01E	F000	001F	001E	F000	F000	0070	0		

Вывод: в ходе работы я смог изучить микрокоманды базовой ЭВМ, микропрограммы выполнения отдельных команд, а также я овладел навыкам составления микропрограмм для новых команд.