

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных
технологий, механики и оптики»

ФАКУЛЬТЕТ ПРОГРАММНОЙ ИНЖЕНЕРИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2
по дисциплине
«Основы профессиональной деятельности»

Вариант № 95215219

Выполнил:
Студент группы Р3132
Ежелев Георгий Игоревич

Преподаватель:
Жук Иван Александрович

Санкт-Петербург, 2025

Содержание

Текст задания	3
Описание программы	7
Таблица трассировки	9
Вариант с меньшим числом команд	10
Вывод.....	11

Текст задания

По выданному преподавателем варианту определить функцию, вычисляемую программой, область представления и область допустимых значений исходных данных и результата, выполнить трассировку программы, предложить вариант с меньшим числом команд. При выполнении работы представлять результат и все операнды арифметических операций знаковыми числами, а логических операций набором из шестнадцати логических значений.

Введите номер варианта **215219**

093:	4099		0A1:	3095		0AF:	2095		0BD:	0100
094:	4095		0A2:	E095		0B0:	E095		0BE:	0200
095:	E095		0A3:	0200		0B1:	A09B		0BF:	0200
096:	3095		0A4:	4099		0B2:	6095		0C0:	E095
097:	6097		0A5:	4095		0B3:	E095			
098:	A09B		0A6:	E095		0B4:	0200			
099:	0280		0A7:	0200		0B5:	0280			
09A:	4095		0A8:	3096		0B6:	2098			
09B:	4095		0A9:	2095		0B7:	2095			
09C:	+ 0200		0AA:	E095		0B8:	E095			
09D:	609A		0AB:	A093		0B9:	0200			
09E:	6094		0AC:	6095		0BA:	6097			
09F:	E095		0AD:	E095		0BB:	4095			
0A0:	A0BF		0AE:	A0BE		0BC:	E0C0			

Адрес	Код команды	Мнемоника	Комментарии
093	4099	-	Переменная F
094	4095	-	Переменная B
095	E095	-	Промежуточное значение P
096	3095	-	Переменная E
097	6097	-	Переменная J
098	A09B	-	Переменная I
099	0280	-	Переменная D
09A	4095	-	Переменная A
09B	4095	-	Переменная H
09C	0200	CLA	Очистить аккумулятор: $0 \Rightarrow AC$
09D	609A	SUB 09A	Выполнить операцию вычитания содержимого ячейки памяти 09A от аккумулятора, результат записать в аккумулятор: $AC - (09A) \Rightarrow AC$
09E	6094	SUB 094	Выполнить операцию вычитания содержимого ячейки памяти 094 от аккумулятора, результат записать в аккумулятор: $AC - (094) \Rightarrow AC$
09F	E095	ST 095	Сохранить содержимое аккумулятора в ячейку памяти 095 : $AC \Rightarrow (095)$
0A0	A0BF	LD 0BF	Загрузить содержимое ячейки 0BF в аккумулятор: $(0BF) \Rightarrow AC$
0A1	3095	OR 095	Выполнить операцию логического «ИЛИ» над содержимым ячейки памяти 095 и аккумулятором, результат записать в аккумулятор: $^{(AC \& (095))} \Rightarrow AC$
0A2	E095	ST 095	Сохранить содержимое аккумулятора в ячейку памяти 095 : $AC \Rightarrow (095)$
0A3	0200	CLA	Очистить аккумулятор: $0 \Rightarrow AC$

0A4	4099	ADD 099	Выполнить операцию сложения содержимого ячейки памяти 099 с аккумулятором, результат записать в аккумулятор: $AC + (099) \Rightarrow AC$
0A5	4095	ADD 095	Выполнить операцию сложения содержимого ячейки памяти 095 с аккумулятором, результат записать в аккумулятор: $AC + (095) \Rightarrow AC$
0A6	E095	ST 095	Сохранить содержимое аккумулятора в ячейку памяти 095 : $AC \Rightarrow (095)$
0A7	0200	CLA	Очистить аккумулятор: $0 \Rightarrow AC$
0A8	3096	OR 096	Выполнить операцию логического «ИЛИ» над содержимым ячейки памяти 096 и аккумулятором, результат записать в аккумулятор: $\wedge(\wedge AC \& \wedge(096)) \Rightarrow AC$
0A9	2095	AND 095	Выполнить операцию логического «И» над содержимым ячейки памяти 095 и аккумулятором, результат записать в аккумулятор: $AC \& (095) \Rightarrow AC$
0AA	E095	ST 095	Сохранить содержимое аккумулятора в ячейку памяти 095 : $AC \Rightarrow (095)$
0AB	A093	LD 093	Загрузить содержимое ячейки 093 в аккумулятор: $(093) \Rightarrow AC$
0AC	6095	SUB 095	Выполнить операцию вычитания содержимого ячейки памяти 095 от аккумулятора, результат записать в аккумулятор: $AC - (095) \Rightarrow AC$
0AD	E095	ST 095	Сохранить содержимое аккумулятора в ячейку памяти 095 : $AC \Rightarrow (095)$
0AE	A0BE	LD 0BE	Загрузить содержимое ячейки 0BE в аккумулятор: $(0BE) \Rightarrow AC$
0AF	2095	AND 095	Выполнить операцию логического «И» над содержимым ячейки памяти 095 и аккумулятором, результат записать в аккумулятор: $AC \& (095) \Rightarrow AC$
0B0	E095	ST 095	Сохранить содержимое аккумулятора в ячейку памяти 095 : $AC \Rightarrow (095)$

0B1	A09B	LD 09B	Загрузить содержимое ячейки 09B в аккумулятор: (09B) ⇒ AC
0B2	6095	SUB 095	Выполнить операцию вычитания содержимого ячейки памяти 095 от аккумулятора, результат записать в аккумулятор: AC – (095) ⇒ AC
0B3	E095	ST 095	Сохранить содержимое аккумулятора в ячейку памяти 095 : AC ⇒ (095)
0B4	0200	CLA	Очистить аккумулятор: 0 ⇒ AC
0B5	0280	NOT	Инвертировать содержимое аккумулятора: ^AC ⇒ AC
0B6	2098	AND 098	Выполнить операцию логического «И» над содержимым ячейки памяти 098 и аккумулятором, результат записать в аккумулятор: AC & (098) ⇒ AC
0B7	2095	AND 095	Выполнить операцию логического «И» над содержимым ячейки памяти 095 и аккумулятором, результат записать в аккумулятор: AC & (095) ⇒ AC
0B8	E095	ST 095	Сохранить содержимое аккумулятора в ячейку памяти 095 : AC ⇒ (095)
0B9	0200	CLA	Очистить аккумулятор: 0 ⇒ AC
0BA	6097	SUB 097	Выполнить операцию вычитания содержимого ячейки памяти 097 от аккумулятора, результат записать в аккумулятор: AC – (097) ⇒ AC
0BB	4095	ADD 095	Выполнить операцию сложения содержимого ячейки памяти 099 с аккумулятором, результат записать в аккумулятор: AC + (099) ⇒ AC
0BC	E0C0	ST 0C0	Сохранить содержимое аккумулятора в ячейку памяти 0C0 : AC ⇒ (0C0)
0BD	0100	HLT	Останов
0BE	0200	-	Переменная G
0BF	0200	-	Переменная C
0C0	E095	-	Результат R

Описание программы

$P = -A - B$
 $P = C \vee P$
 $P = D + P$
 $P = E \& P$
 $P = F - P$
 $P = G \& P$
 $P = H - P$
 $P = (1111\ 1111\ 1111\ 1111\ 2 \& I) \& P$
 $R = -J + P$

Преобразуем:

$$\begin{aligned}
 P &= C \vee (-A - B) \\
 P &= D + (C \vee (-A - B)) \\
 P &= (D + (C \vee (-A - B))) \& E \\
 P &= F - ((D + (C \vee (-A - B))) \& E) \\
 P &= G \& (F - ((D + (C \vee (-A - B))) \& E)) \\
 P &= H - (G \& (F - ((D + (C \vee (-A - B))) \& E))) \\
 P &= I \& (H - (G \& (F - ((D + (C \vee (-A - B))) \& E))) \\
 P &= (I \& (H - (G \& (F - ((D + (C \vee (-A - B))) \& E)))) + (-J) \\
 \text{Значит, } R &= \left((I \& (H - (G \& (F - ((D + (C \vee (-A - B))) \& E)))) \right) + (-J)
 \end{aligned}$$

Расположение в памяти БЭВМ программы, исходных данных и результатов:

093-094, 096-09B, 0BE, OBF – исходные данные; 095 – промежуточный результат; 09C-0BD – инструкции;
0C0 – результат

Адреса первой и последней выполняемой инструкции программы:

09C – адрес первой инструкции; 0BD – адрес последней инструкции

ОДЗ

Будем спускаться вниз:

$$\begin{aligned}
 -2^{15} &\leq \left((I \& (H - (G \& (F - ((D + (C \vee (-A - B))) \& E)))) \right) - J \leq 2^{15} - 1 \\
 -2^{14} &\leq -J \leq 2^{14} - 1
 \end{aligned}$$

$$-2^{14} \leq \left(I \& (H - (G \& (F - ((D + (C \vee (-A - B))) \& E)))) \right) \leq 2^{14} - 1$$

$$0 \leq I \leq 2^{13} - 1$$

$$-2^{14} \leq H - (G \& (F - ((D + (C \vee (-A - B))) \& E))) \leq 2^{14} - 1$$

$$-2^{13} \leq H \leq 2^{13} - 1$$

$$-2^{14} \leq \left(G \& \left(F - ((D + (C \vee (-A - B))) \& E) \right) \right) \leq 2^{14} - 1$$

$$0 \leq G \leq 2^{14} - 1$$

$$-2^{14} \leq F - ((D + (C \vee (-A - B))) \& E) \leq 2^{14} - 1$$

$$-2^{13} \leq F \leq 2^{13} - 1$$

$$-2^{13} \leq (D + (C \vee (-A - B))) \& E \leq 2^{13} - 1$$

$$0 \leq E \leq 2^{13} - 1$$

$$-2^{13} \leq D + (C \vee (-A - B)) \leq 2^{13} - 1$$

$$-2^{12} \leq D \leq 2^{12} - 1$$

$$-2^{12} \leq C \vee (-A - B) \leq 2^{12} - 1$$

$$0 \leq C \leq 2^{12} - 1$$

$$-2^{12} \leq -(A + B) \leq 2^{12} - 1$$

$$-2^{11} \leq -A \leq 2^{11} - 1$$

$$-2^{11} \leq A \leq 2^{11} - 1$$

$$-2^{11} \leq B \leq 2^{11} - 1$$

Мин	Переменная	Область представления	Макс
-2^{11}	A	Целые числа	$2^{11} - 1$
-2^{11}	B	Целые числа	$2^{11} - 1$
0	C	Беззнаковое число	$2^{12} - 1$
-2^{12}	D	Беззнаковое число	$2^{12} - 1$
0	E	Беззнаковое число	$2^{13} - 1$
-2^{13}	F	Целые числа	$2^{13} - 1$
0	G	Беззнаковое число	$2^{14} - 1$
-2^{13}	H	Целые числа	$2^{13} - 1$
0	I	Беззнаковое число	$2^{13} - 1$
-2^{14}	J	Целые числа	$2^{14} - 1$

Таблица трассировки

Значения:

A = 0, B = 2015, C = 4000, D = 3475, E = 8000,

F = 8000, G = 5, H = 67, I = 8000, J = 0.

Выполняемая команда		Содержимое регистров процессора после выполнения команды										Ячейка, содержимое которой изменилось после выполнения команды	
Адрес	Код команды	IP	CR	AR	DR	SP	BR	AC	PS	NZVC	Адрес	Новый код	
09F	A093	00A0	A093	0093	0000	0000	009F	0000	0004	0100	-	-	
0A0	4094	00A1	4094	0094	07DF	0000	00A0	07DF	0000	0000	-	-	
0A1	0780	00A2	0780	00A1	0780	0000	00A1	F821	0008	1000	-	-	
0A2	3095	00A3	3095	0095	0FA0	0000	005D	FFA1	0008	1000	-	-	
0A3	4096	00A4	4096	0096	0D93	0000	00A3	0D34	0001	0001	-	-	
0A4	2097	00A5	2097	0097	1F40	0000	00A4	0D00	0001	0001	-	-	
0A5	6098	00A6	6098	0098	1F40	0000	00A5	EDC0	0008	1000	-	-	
0A6	0780	00A7	0780	00A6	0780	0000	00A6	1240	0000	0000	-	-	
0A7	2099	00A8	2099	0099	0005	0000	00A7	0000	0004	0100			
0A8	609A	00A9	609A	009A	0043	0000	00A8	FFBD	0008	1000			
0A9	0780	00AA	0780	00A9	0780	0000	00A9	0043	0000	0000			
0AA	209B	00AB	209B	009B	1F40	0000	00AA	0040	0000	0000			
0AB	609C	00AC	609C	009C	0000	0000	00AB	0040	0001	0001			
0AC	E09D	00AD	E09D	009D	E09D	0000	00AC	0040	0001	0001	009D	0040	
0AD	0100	00AE	0100	00AD	0100	0000	00AD	0040	0001	0001			

Вариант с меньшим числом команд

Алгоритм:

$$R = \left(\left(I \& \left(H - \left(G \& \left(F - \left((D + (C \vee (-A - B))) \& E \right) \right) \right) \right) \right) - J \right)$$

$$P = -A - B$$

$$P = C \vee P$$

$$P = D + P$$

$$P = P \& E$$

$$P = F - P$$

$$P = G \& P$$

$$P = H - P$$

$$P = I \& P$$

$$R = P - J$$

Программа:

Адрес	Код команды	Мнемоника	Комментарии
093	A024	-	Переменная A
094	2025	-	Переменная B
095	E053	-	Переменная C
096	A027	-	Переменная D
097	202A	-	Переменная E
098	E053	-	Переменная F
099	3053	-	Переменная G
09A	6053	-	Переменная H
09B	0200	-	Переменная I
09C	4028	-	Переменная J
09D	0200	-	Результат R
09E	0280	-	Промежуточный результат P
09F	A093	LD 093	(A) \Rightarrow AC
0A0	4094	ADD 094	AC + (B) \Rightarrow AC
0A1	0780	NEG	-AC \Rightarrow AC
0A2	3095	OR 095	AC \vee (C) \Rightarrow AC
0A3	4096	ADD 096	AC + (D) \Rightarrow AC
0A4	2097	AND 097	AC & E \Rightarrow (AC)

0A5	6098	SUB 098	AC - F \Rightarrow AC
0A6	0780	NEG	-AC \Rightarrow AC
0A7	2099	AND 099	AC & G \Rightarrow AC
0A8	609A	SUB 09A	AC - H \Rightarrow AC
0A9	0780	NEG	-AC \Rightarrow AC
0AA	209B	AND 09B	AC & I \Rightarrow AC
0AB	609C	SUB 09C	AC - J \Rightarrow AC
0AC	E09D	ST 09D	AC \Rightarrow R
0AD	0100	HLT	Останов

Вывод

В процессе выполнения лабораторной работы я изучил основы БЭВМ, представления данных в дополнительном, обратном и прямом коде. Также изучил основы ассемблера и работы множества различных команд. Как меняются регистры при их выполнении, какие особенности.