

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:
Кобик Никита Алексеевич

Санкт-Петербург, 2025

Содержание

Текст задания	3
Описание программы	7
Таблица трассировки	9
Вариант с меньшим числом команд	11
Вывод.....	12

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	AND 095	Выполнить операцию логического «И» над содержимым ячейки памяти 095 и 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	AND 095	Выполнить операцию логического «И» над содержимым ячейки памяти 095 и аккумулятором, результат записать в аккумулятор: AC & (095) ⇒ 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:

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

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:

$$\begin{aligned}-2^{15} &\leq \left(\left(I \& (H - (G \& (F - ((D \& (C \vee (-A - B))) \& E)))) \right) \right) \vee (-J) \leq 2^{15} - 1 \\-2^{15} &\leq -J \leq 2^{15} - 1 \\-2^{15} + 1 &\leq J \leq 2^{15} \\-2^{15} &\leq I \& (H - (G \& (F - ((D \& (C \vee (-A - B))) \& E)))) \leq 2^{15} - 1 \\-2^{16} &\leq I \leq 2^{16} - 1 \\-2^{15} &\leq H - (G \& (F - ((D \& (C \vee (-A - B))) \& E))) \leq 2^{15} - 1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& -2^{14} \leq H \leq 2^{14} - 1 \\
& -2^{14} \leq -((G \& (F - ((D \& (C \vee (-A - B))) \& E))) \leq 2^{14} - 1 \\
& -2^{14} + 1 \leq G \& (F - ((D \& (C \vee (-A - B))) \& E)) \leq 2^{14} \\
& -2^{16} \leq G \leq 2^{16} - 1 \\
& -2^{14} + 1 \leq F - ((D \& (C \vee (-A - B))) \& E) \leq 2^{14} \\
& -2^{13} + 1 \leq F \leq 2^{13} \\
& -2^{13} + 1 \leq -(D \& (C \vee (-A - B))) \& E \leq 2^{13} \\
& -2^{13} \leq (D \& (C \vee (-A - B))) \& E \leq 2^{13} - 1 \\
& -2^{16} \leq E \leq 2^{16} - 1 \\
& -2^{13} \leq D \& (C \vee (-A - B)) \leq 2^{13} - 1 \\
& -2^{16} \leq D \leq 2^{16} - 1 \\
& -2^{13} \leq C \vee (-A - B) \leq 2^{13} \\
& -2^{16} \leq C \leq 2^{16} - 1 \\
& -2^{13} \leq -A - B \leq 2^{13} - 1 \\
& -2^{12} \leq -A \leq 2^{12} - 1 \\
& -2^{12} + 1 \leq A \leq 2^{12} \\
& -2^{12} + 1 \leq B \leq 2^{12}
\end{aligned}$$

Мин	Переменная	Область представления	Макс
$-2^{12} + 1$	A	Целые числа	2^{12}
$-2^{12} + 1$	B	Целые числа	2^{12}
-2^{16}	C	Булевые значения	$2^{16} - 1$
-2^{16}	D	Булевые значения	$2^{16} - 1$
-2^{16}	E	Булевые значения	$2^{16} - 1$
$-2^{13} + 1$	F	Целые числа	2^{13}
-2^{16}	G	Булевые значения	$2^{16} - 1$
-2^{14}	H	Целые числа	$2^{14} - 1$
-2^{16}	I	Булевые значения	$2^{16} - 1$
-2^{16}	J	Целые числа (знак минус) Булевые значения (последующие операции)	2^{16}

Таблица трассировки

Значения:

A =, B =, C =, D =, E =,
 F =, G =, H =, I =, J =.

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	
093	4099	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
094	4095	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
095	E095	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
096	3095	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
097	6097	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
098	A09B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
099	0280	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
09A	4095	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
09B	4095												
09C	0200												
09D	609A												
09E	6094												
09F	E095												
0A0	A0BF												
0A1	3095												
0A2	E095												
0A3	0200												
0A4	4099												
0A5	4095												
0A6	E095												
0A7	0200												

0A8	3096										
0A9	2095										
0AA	E095										
0AB	A093										
0AC	6095										
0AD	E095										
0AE	A0BE										
0AF	2095										
0B0	E095										
0B1	A09B										
0B2	6095										
0B3	E095										
0B4	0200										
0B5	0280										
0B6	2098										
0B7	2095										
0B8	E095										
0B9	0200										
0BA	6097										
0BB	4095										
0BC	E0C0										
0BD	0100										
0BE	0200										
0BF	0200										
0C0	E095										
093	4099										
094	4095										
095	E095										
096	3095										

Вариант с меньшим числом команд

Алгоритм:

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

$$P = -A - B$$

$$P = C \vee P$$

$$P = D \& E \& P$$

$$P = F - P$$

$$P = G \& P$$

$$P = H - P$$

$$P = I \& P$$

$$R = (-J) \vee P$$

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	A097	LD 093	(A) \Rightarrow AC
0A0	4024	ADD 024	AC + (B) \Rightarrow AC
0A1	0780	NEG	-AC \Rightarrow AC
0A2	3095	OR 095	AC \vee (C) \Rightarrow AC
0A3	4096	AND 096	AC & (D) \Rightarrow AC
0A4	4097	AND 097	AC \vee (E) \Rightarrow AC
0A5	E09E	ST 09E	AC \Rightarrow (P)
0A6	A098	LD 098	(F) \Rightarrow AC

0A7	609E	SUB 09E	AC – (P) \Rightarrow AC
0A8	4099	AND 099	AC & (G) \Rightarrow AC
0A9	E09E	ST 09E	AC \Rightarrow (P)
0AA	A09A	LD 09A	(H) \Rightarrow AC
0AB	609E	SUB 09E	AC – (P) \Rightarrow AC
0AC	409B	AND 09B	AC & (I) \Rightarrow AC
0AD	E09E	ST 09E	AC \Rightarrow (P)
0AE	A09C	LD 09C	(J) \Rightarrow AC
0AF	0780	NEG	-AC \Rightarrow AC
0B0	409E	ADD 09E	AC+P \Rightarrow AC
0B1	E09D	ST 09D	AC \Rightarrow (R)
0B2	0100	HLT	Останов

Вывод

В процессе выполнения лабораторной работы я изучил основы БЭВМ, представления данных в