

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»

Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники

Лабораторная работа по основам профессиональной деятельности №4

Вариант 15601

Выполнил: Снагин Станислав Максимович
Проверил: Блохина Елена Николаевна
Группа: Р3115

Санкт Петербург 2025 г.

Содержание

Задания и цели работы.....	3
Ход работы.....	4
Текст исходной программы.....	4
Назначение программы, подпрограммы и комплекса программ и реализуемая ею функция.....	7
Область представления.....	8
Область допустимых значений.....	8
Расположение данных в памяти ЭВМ программы, исходных данных и результатов:..	9
Программа.....	9
Подпрограмма.....	10
Адреса первой и последней выполняемой команды.....	10
В программе.....	10
В подпрограмме.....	10
Вывод.....	11

Задания и цели работы

Цель работы — изучение способов связи между программными модулями, команды обращения к подпрограмме и исследование порядка функционирования БЭВМ при выполнении комплекса взаимосвязанных программ.

Задание — по выданному преподавателем варианту восстановить текст заданного варианта программы и подпрограммы (программного комплекса), определить их предназначение и составить описание, определить область представления и область допустимых значений для исходных данных и возвращаемых значений подпрограммы, выполнить трассировку программного комплекса.

39E: + 0200		3AC: 0800		3BA: YYYY		729: EC01
39F: EE1C		3AD: 0740		3BB: XXXX		72A: 0A00
3A0: AE19		3AE: 6E0D		3BC: FF3A		72B: 0F6C
3A1: 0700		3AF: EE0C		-----		72C: 00C1
3A2: 0C00		3B0: AE0A		71F: AC01		
3A3: D71F		3B1: 0700		720: F204		
3A4: 0800		3B2: 0C00		721: F003		
3A5: 0700		3B3: D71F		722: 7E08		
3A6: 6E15		3B4: 0800		723: F004		
3A7: EE14		3B5: 0740		724: F803		
3A8: AE10		3B6: 4E05		725: 4C01		
3A9: 0740		3B7: EE04		726: 6E05		
3AA: 0C00		3B8: 0100		727: CE01		
3AB: D71F		3B9: ZZZZ		728: AE02		

Ход работы

Текст исходной программы

Адрес	Код команды	Мнемоника	Комментарии
39E+	0200	CLA	Начало программы
39F	EE1C	ST IP + 28	(AC=0) AC → D, отчистка результата
3A0	AE19	LD IP + 25	Y → AC
3A1	0700	INC	AC = Y + 1
3A2	0C00	PUSH	Передача Y + 1 (аргумента) в стек (0x7FF)
3A3	D71F	CALL 0x71F	Вызов подпрограммы F(Y + 1) (0x7FE)
3A4	0800	POP	Получаем результат подпрограммы в AC
3A5	0700	INC	AC = AC + 1 (AC = F(Y + 1) + 1)
3A6	6E15	SUB IP + 21	AC = AC – D вычитаем из результата ноль AC = F(Y + 1) + 1 – 0
3A7	EE14	ST IP + 20	AC → D Сохраняем новый результат (D = F(Y + 1) + 1)
3A8	AE10	LD IP + 16	Z → AC
3A9	0740	DEC	AC = AC - 1 (AC = Z - 1)
3AA	0C00	PUSH	Передача Z – 1 (аргумента) в стек (0x7FF)
3AB	D71F	CALL 0x71F	Вызов подпрограммы F(Z – 1)

			(0x7FE)
3AC	0800	POP	Результат из SP → AC
3AD	0740	DEC	$AC = F(Z - 1) - 1$
3AE	6E0D	SUB IP + 13	$AC = F(Z - 1) - D$ $(AC = F(Z - 1) - F(Y + 1) - 1)$
3AF	EE0C	ST IP + 12	$AC \rightarrow D$ $(D = F(Z - 1) - F(Y + 1) - 1)$
3B0	AE0A	LD IP + 10	$X \rightarrow AC$
3B1	0700	INC	$AC = AC + 1$ $(AC = X + 1)$
3B2	0C00	PUSH	Передача аргумента $X + 1$ в стек (0x7FF)
3B3	D71F	CALL 0x71F	Вызов подпрограммы $F(X + 1)$ (0x7FE)
3B4	0800	POP	Результат из SP → AC
3B5	0740	DEC	$AC = AC - 1$ $(AC = F(X + 1) - 1)$
3B6	4E05	ADD IP + 5	$AC = AC + D$ $(AC = F(X + 1) - 1 + F(Z - 1) - F(Y + 1) - 1)$
3B7	EE04	ST IP + 4	$AC \rightarrow D$, итоговый результат программы $(D = F(X + 1) - 1 + F(Z - 1) - F(Y + 1) - 1)$
3B8	0100	HLT	Остановка программы

Текст подпрограммы

Адрес	Код команды	Мнемоника	Комментарии
71F	AC01	LD &1	Загрузка аргумента (0x7FF) + флаги
720	F204	BMI IP + 4	Если АС < 0 , переход на 0x725
721	F003	BEQ IP + 3	Если АС = 0 , переход на 0x725
722	7E08	CMP IP + 8	Флаги по результату АС - А
723	F004	BEQ IP + 4	Если АС - А = 0 , переход на 0x728
724	F803	BLT IP + 3	Если АС - А < 0 , переход на 0x728
725	4C01	ADD &1	Умножить аргумент на 2
726	6E05	SUB IP + 5	АС = АС - В + флаги по результату. т. е. Если изначальный аргумент был отрицательный, то АС = 2X - В
727	CE01	JUMP IP + 1	Переход на 0x729
728	AE02	LD IP + 2	А → АС -- Загрузка константы т. е. Если значение АС ≤ А , загружаем А в АС
729	EC01	ST &1	АС → М Сохранение результата в ячейку аргумента программы в стеке
72A	0A00	RET	Возврат

Данные подпрограммы

72B	0F6C	А	Константа
-----	------	----------	------------------

			F6C (16) = 3948 (10)
72C	00C1	B	Константа, вычитаемое в 2X – B C1 (16) = 193 (10)

Данные

3B9	ZZZZ	Z	Значение Z
3BA	YYYY	Y	Значение Y
3BB	XXXX	X	Значение X
3BC	00C1	D	Результат

Назначение программы, подпрограммы и комплекса программ и реализуемая ею функция

Программа вычисляет результат выражения:

$$D = F(x+1) - 1 + F(z-1) - F(y+1) - 1.$$

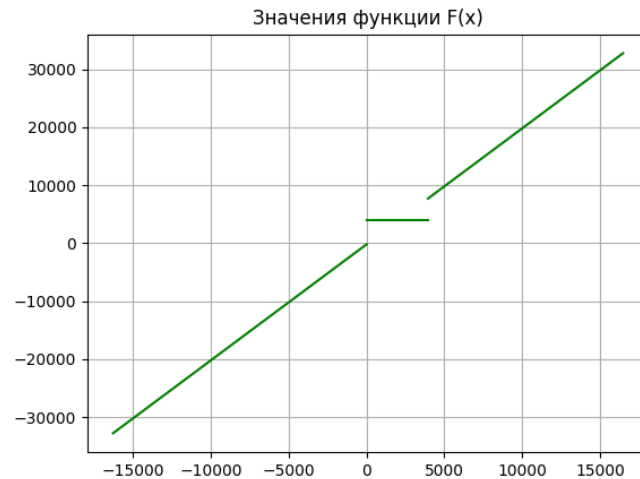
$$D = F(x+1) - F(y+1) + F(z-1) - 2.$$

Программа трижды вызывает подпрограмму, передавая в неё различные значения аргументов: $x+1$, $y+1$ и $z-1$ соответственно.

Подпрограмма вычисляет функцию, заданную следующим образом:

$$F(x) = \begin{cases} 2x - B; & x \notin (0, A] \\ A; & x \in (0, A] \end{cases}.$$

Подпрограмма принимает аргумент через ячейку в стеке. Результат вычисления функции возвращается через ту же ячейку в стеке. То есть, одна и та же ячейка памяти используется и для передачи параметра в подпрограмму, и для возврата результата (в нашем случае, это 0x7FF).



Область представления

Входные параметры X, Y, Z — 16-ти разрядные знаковые числа в допкоде. $[-2^{15}, 2^{15}-1]$

Константы A, B — 16-ти разрядные знаковые числа в допкоде. $[-2^{15}, 2^{15}-1]$

Результат D — 16-ти разрядное знаковое число в допкоде. $[-2^{15}, 2^{15}-1]$

Область допустимых значений

Область допустимых значений для функции, вычисляемой подпрограммой, относительно x .

Пусть

$$A = F6C_{16} = 3948_{10},$$

$$B = C1_{16} = 193_{10}$$

Тогда,

$$-2^{15} \leq F(x) \leq 2^{15}-1,$$

$$-2^{15} \leq 2x - 193 \leq 2^{15}-1,$$

$$-2^{15} + 193 \leq 2x \leq 2^{15} + 192,$$

$$-16287 \leq x \leq 16480.$$

Область допустимых значений для итогового выражения, вычисляемого программой относительно X, Y, Z .

Учтём ограничения, налагаемые при вычислении итогового выражения программы.

$$-2^{15} \leq D \leq 2^{15}-1$$

$$-2^{15} \leq F(X+1) - F(Y+1) + F(Z-1) - 2 \leq 2^{15}-1$$

$$-32766 \leq F(X+1) - F(Y+1) + F(Z-1) \leq 32769$$

Так как выражение является суммой результатов вызова подпрограммы, рассмотрим два худших случая с точки зрения переполнения при вычислении итогового выражения:

1. Переполнение положительных чисел (наиболее положительное значение выражения) — $F(X+1)=2^{15}-1, F(Y+1)=-2^{15}, F(Z-1)=2^{15}-1$;
2. Переполнение отрицательных чисел (наиболее отрицательное значение выражения) — $F(X+1)=-2^{15}, F(Y+1)=2^{15}-1, F(Z-1)=-2^{15}$.

Тогда:

$$-32768 \leq \frac{F(X+1) - F(Y+1) + F(Z-1)}{3} \leq 32767,$$

$$-10923 \leq F(x) \leq 10922.$$

Тогда повторно вычислим допустимые значения аргумента функции с учётом новых ограничений:

$$-10923 \leq 2x - 193 \leq 10922,$$

$$-10730 \leq 2x \leq 11115,$$

$$-5365 \leq x \leq 5557.$$

Область допустимых значений параметров программы (X, Y, Z).

Так как параметры программы передаются в подпрограмму с инкрементом/декрементом их исходных значений, учтём это, дополнительно сузив область допустимых значений. То есть:

$$\begin{cases} -5365 \leq X+1 \leq 5557 \\ -5365 \leq Y+1 \leq 5557 \\ -5365 \leq Z-1 \leq 5557 \end{cases}$$

Итого, область допустимых значений параметров программы с учётом всех ограничений:

$$\begin{cases} -5366 \leq X \leq 5556 \\ -5366 \leq Y \leq 5556, \\ -5364 \leq Z \leq 5558 \end{cases}$$

$$-2^{15} \leq D \leq 2^{15} - 1.$$

Расположение данных в памяти ЭВМ программы, исходных данных и результатов:

Программа

0x39E — 0x3B8 - команды

0x3B9 — входное значение, переменная Z

0x3BA — входное значение, переменная **Y**

0x3BB — входное значение, переменная **X**

0x3BC — Результат **D**

Подпрограмма

0x71F — 0x72A - команды

0x72B — константа **A**

0x72C — константа **B**

Адреса первой и последней выполняемой команды

В программе

Адрес первой выполняемой команды: 0x39E

Адрес последней выполняемой команды: 0x3B8

В подпрограмме

Адрес первой выполняемой команды: 0x71F

Адрес последней выполняемой команды: 0x72A

Вывод

В ходе лабораторной работы были подробно изучены команды, в том числе связанные с работой со стеком: POP, PUSH, RET, CALL; принципы работы подпрограмм в БЭВМ, прямая адресация относительно SP.