



Факультет Программной Инженерии и Компьютерной техники

«Основы профессиональной деятельности»

Лабораторная работа №4

Вариант №91743

Выполнил: Малых Кирилл Романович

Группа: Р3132

Преподаватель: Жук Иван Александрович

Санкт-Петербург, 2026 г.

Содержание

| | |
|--|----|
| 1. Порядок выполнения работы | 3 |
| 2. Описание программы..... | 4 |
| 3. Трассировка программы | 9 |
| 4. Вывод по работе | 11 |
| 5. Список использованной литературы..... | 12 |

1. Порядок выполнения работы

По выданному преподавателем варианту восстановить текст заданного варианта программы и подпрограммы (программного комплекса), определить предназначение и составить его описание, определить область представления и область допустимых значений исходных данных и результата, выполнить трассировку программного комплекса.

| | | | | | | |
|-------------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|
| 279: + 0200 | | 287: 0700 | | 295: 2064 | | 68B: EC01 |
| 27A: EE1A | | 288: 6E0C | | ----- | | 68C: 0A00 |
| 27B: AE16 | | 289: EE0B | | 67F: AC01 | | 68D: 0FF7 |
| 27C: 0C00 | | 28A: AE08 | | 680: F204 | | 68E: 0074 |
| 27D: D67F | | 28B: 0700 | | 681: F003 | | |
| 27E: 0800 | | 28C: 0C00 | | 682: 7E0A | | |
| 27F: 0740 | | 28D: D67F | | 683: F006 | | |
| 280: 4E14 | | 28E: 0800 | | 684: F805 | | |
| 281: EE13 | | 28F: 4E05 | | 685: 4C01 | | |
| 282: AE11 | | 290: EE04 | | 686: 4C01 | | |
| 283: 0700 | | 291: 0100 | | 687: 4C01 | | |
| 284: 0C00 | | 292: ZZZZ | | 688: 6E05 | | |
| 285: D67F | | 293: YYYY | | 689: CE01 | | |
| 286: 0800 | | 294: XXXX | | 68A: AE02 | | |

2. Описание программы

Основная программа:

| Адрес | Код команды/данные ячейки | Мнемоника | Описание выполняемой инструкции/хранящихся данных |
|-------|---------------------------|-------------|--|
| 279 | + 0200 | CLA | Очистка аккумулятора $0 \rightarrow AC$ |
| 27A | EE1A | ST (IP+26) | Сохранение данных в ячейку памяти из аккумулятора с прямой относительной адресацией: $AC \rightarrow M(27B + 26 = 295)$ |
| 27B | AE16 | LD (IP+22) | Загрузка из ячейки памяти с прямой относительной адресацией: $M(27C + 22 = 292) \rightarrow AC$ |
| 27C | 0C00 | PUSH | Запись данных из аккумулятора в стек: $AC \rightarrow -(SP)$ |
| 27D | D67F | CALL 67F | Вызов подпрограммы: $SP - 1 \rightarrow SP, IP \rightarrow (SP), 67F \rightarrow IP$ |
| 27E | 0800 | POP | Чтение + Удаление элемента из стека: $(SP)+ \rightarrow AC$ |
| 27F | 0740 | DEC | Декремент данных аккумулятора: $AC - 1 \rightarrow AC$ |
| 280 | 4E14 | ADD (IP+14) | Сложение с данными из ячейки памяти с прямой относительной адресацией: $AC + M(281 + 14 = 295) \rightarrow AC$ |
| 281 | EE13 | ST (IP+13) | Сохранение в ячейку памяти с прямой относительной адресацией: $AC \rightarrow M(282 + 13 = 295)$ |
| 282 | AE11 | LD (IP+11) | Загрузка данных из ячейки памяти с прямой относительной адресацией: $M(283 + 11 = 294) \rightarrow AC$ |
| 283 | 0700 | INC | Инкремент данных аккумулятора: $AC + 1 \rightarrow AC$ |
| 284 | 0C00 | PUSH | Запись данных из аккумулятора в стек: $AC \rightarrow -(SP)$ |
| 285 | D67F | CALL 67F | Вызов подпрограммы: $SP - 1 \rightarrow SP, IP \rightarrow (SP), 67F \rightarrow IP$ |
| 286 | 0800 | POP | Чтение + Удаление элемента из стека: $(SP)+ \rightarrow AC$ |
| 287 | 0700 | INC | Чтение + Удаление элемента из стека: $(SP)+ \rightarrow AC$ |
| 288 | 6E0C | SUB (IP+12) | Вычитание из аккумулятора данных из ячейки памяти с прямой относительной адресацией $AC - M(289 + 12 = 295) \rightarrow AC$ |
| 289 | EE0B | ST (IP+11) | Сохранение данных в ячейку памяти с прямой относительной адресацией: $AC \rightarrow M(28A + 11 = 295)$ |
| 28A | AE08 | LD (IP+8) | Загрузка данных в аккумулятор с прямой относительной адресацией $M(28B + 8 = 293) \rightarrow AC$ |
| 28B | 0700 | INC | Инкремент данных в аккумуляторе $AC + 1 \rightarrow AC$ |

| | | | |
|-----|------|------------|--|
| 28C | 0C00 | PUSH | Запись данных из аккумулятора в стек: $AC \rightarrow -(SP)$ |
| 28D | D67F | CALL 67F | Вызов подпрограммы: $SP - 1 \rightarrow SP, IP \rightarrow (SP), 67F \rightarrow IP$ |
| 28E | 0800 | POP | Чтение + Удаление элемента из стека: $(SP)+ \rightarrow AC$ |
| 28F | 4E05 | ADD (IP+5) | Суммирование данных с ячейки памяти с аккумулятором $AC + M(290 + 5 = 295) \rightarrow AC$ |
| 290 | EE04 | ST (IP+4) | Сохранение в ячейку памяти с прямой относительной адресацией: $AC \rightarrow M(291 + 4 = 295)$ |
| 291 | 0100 | HLT | Остановка работы программы |
| 292 | ZZZZ | Z | Значение переменной Z |
| 293 | YYYY | Y | Значение переменной Y |
| 294 | XXXX | X | Значение переменной X |
| 295 | 2064 | R | Результат работы программы |

Подпрограмма:

| Адрес | Код команды/данные ячейки | Мнемоника | Описание выполняемой инструкции/хранящихся данных |
|-------|---------------------------|-------------|---|
| 67F | AC01 | LD (SP+1) | Загрузка данных из стека в аккумулятор с прямой относительной адресацией $M(ST + 1) \rightarrow AC$ |
| 680 | F204 | BMI (4) | Переход, если число отрицательное Если $N == 1$, то <u>685</u> = $IP + 5$, иначе $IP = IP + 1$ |
| 681 | F003 | BEQ (3) | Переход, если равенство Если $Z == 1$, то <u>685</u> = $IP + 4$, иначе $IP = IP + 1$ |
| 682 | 7E0A | CMP (10) | Выставление флагов результата команды $AC - M(683 + 10 = 68D) \rightarrow NZVC$ |
| 683 | F006 | BEQ (6) | Переход, если равенство Если $Z == 1$, то <u>68A</u> = $IP + 7$, иначе $IP = IP + 1$ |
| 684 | F805 | BLT (5) | Переход, если число меньше Если $N \oplus V == 1$, то <u>68A</u> = $IP + 6$, иначе $IP = IP + 1$ |
| 685 | 4C01 | ADD (ST+1) | Суммировать данные из стека с аккумулятором с прямой относительной адресацией: $AC + M(ST + 1) \rightarrow AC$ |
| 686 | 4C01 | ADD (ST+1) | Суммировать данные из стека с аккумулятором с прямой относительной адресацией: $AC + M(ST + 1) \rightarrow AC$ |
| 687 | 4C01 | ADD (ST+1) | Суммировать данные из стека с аккумулятором с прямой относительной адресацией: $AC + M(ST + 1) \rightarrow AC$ |
| 688 | 6E05 | SUB (IP+5) | Вычитание данных из аккумулятора с прямой относительной адресацией $AC - M(689 + 5 = 68E) \rightarrow AC$ |
| 689 | CE01 | JUMP (IP+1) | Выполнить безусловный переход $IP = IP + 2 = \underline{68B}$ |

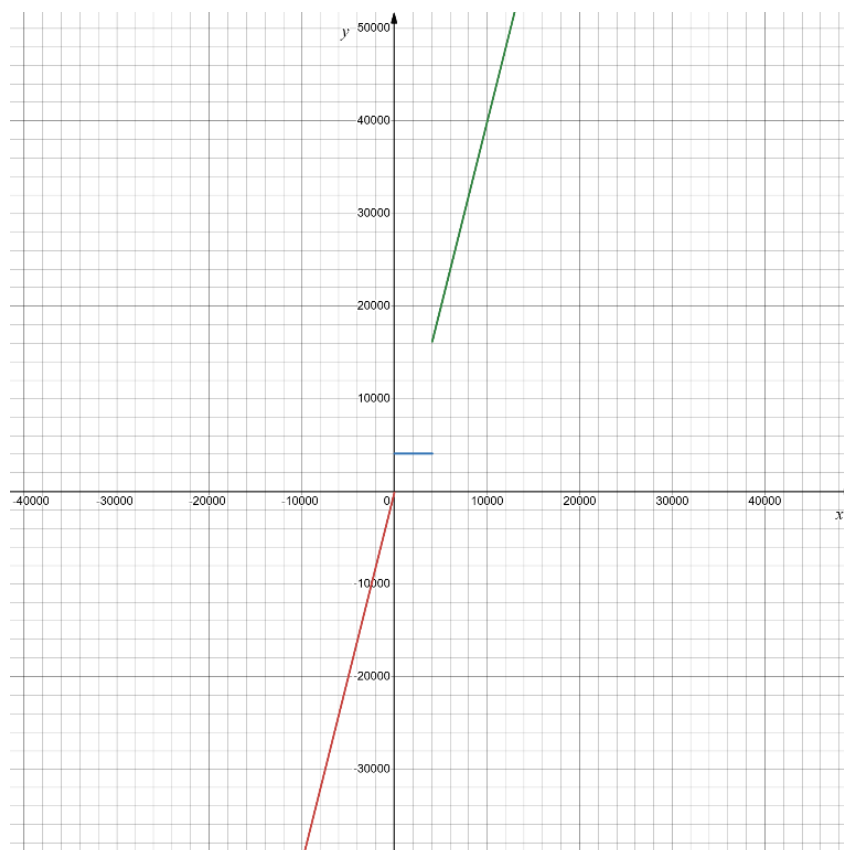
| | | | |
|-----|------|-----------|--|
| 68A | AE02 | LD (IP+2) | Загрузка данных в аккумулятор с прямой относительной адресацией $M(68B + 2 = 68D) \rightarrow AC$ |
| 68B | EC01 | ST (SP+1) | Сохранение данных в стек с прямой относительной адресацией $AC \rightarrow M(SP + 1)$ |
| 68C | 0A00 | RET | Возврат из подпрограммы $(SP)+ \rightarrow IP$ |
| 68D | 0FF7 | 0FF7 | Константа C (4087) |
| 68E | 0074 | 0074 | Константа V (116) |

Программа выше находит сумму 3-х различных значений одной и той же функции:

$R = -f(z) + 1 + f(x + 1) + 1 + f(y + 1)$, где f – функция, которую реализовывает подпрограмма.

$$f(x) = \begin{cases} 4087, & x \in (0, 4087] \\ 4x - 116, & x \notin (0, 4087] \end{cases}$$

График функции:



ОПИ

X, Y, Z, R, C, V – 16-ти разрядные целые знаковые числа

ОДЗ

$C = 0FF7_{16} = 4087_{10}$
 $V = 0074_{16} = 116_{10}$ – являются константами

Рассмотрим саму функцию. Пусть x – это наша переменная, значения функции от которой мы и будем искать.

Если $x \in (0, 4087]$, то $f(x) = 4087$. При $R \in [-2^{15}, 2^{15} - 1]$ ситуация с переполнением не произойдёт.

При $x \notin (0, 4087]$ ситуация сложнее. Преобразуем формулу для R :

$$R = -f(z) + 1 + f(x + 1) + 1 + f(y + 1) = f(x + 1) + f(y + 1) - f(z) + 2;$$

Следовательно: $(f(x + 1) + f(y + 1) - f(z)) \in [-2^{15} - 2, 2^{15} - 3];$

Предположим, что все три функции имеют примерно одинаковое ограничение.

Тогда получается:

$$\begin{cases} f(x + 1) \in [\frac{2(-2^{15} - 2)}{3}; \frac{2(2^{15} - 3)}{3}] \\ f(y + 1) \in [\frac{2(-2^{15} - 2)}{3}; \frac{2(2^{15} - 3)}{3}] \\ f(z) \in [\frac{2(-2^{15} - 2)}{3}; \frac{2(2^{15} - 3)}{3}] \end{cases}$$

Раскроем каждую из функций и найдём ОДЗ для каждой из переменных.

$$f(x + 1) \in [\frac{2(-2^{15} - 2)}{3}; \frac{2(2^{15} - 3)}{3}] \Rightarrow \frac{2(-2^{15} - 2)}{3} \leq 4x - 112 \leq \frac{2(2^{15} - 3)}{3};$$

$$x \in [\frac{2(-2^{15} - 2)}{12} + 112; \frac{2(2^{15} - 3)}{12} + 112];$$

$$f(y + 1) \in [\frac{2(-2^{15} - 2)}{3}; \frac{2(2^{15} - 3)}{3}] \Rightarrow \frac{2(-2^{15} - 2)}{3} \leq 4y - 112 \leq \frac{2(2^{15} - 3)}{3};$$

$$y \in \left[\frac{2(-2^{15}-2)}{12} + 112; \frac{2(2^{15}-3)}{12} + 112 \right];$$

$$f(z) \in \left[\frac{2(-2^{15}-2)}{3}; \frac{2(2^{15}-3)}{3} \right] \Rightarrow \frac{2(-2^{15}-2)}{3} \leq 4z - 116 \leq \frac{2(2^{15}-3)}{3};$$

$$z \in \left[\frac{2(-2^{15}-2)}{12} + 116; \frac{2(2^{15}-3)}{12} + 116 \right];$$

Итог

$$\left\{ \begin{array}{l} X \in \left[\frac{2(-2^{15}-2)}{12} + 112; \frac{2(2^{15}-3)}{12} + 112 \right]; \\ Y \in \left[\frac{2(-2^{15}-2)}{12} + 112; \frac{2(2^{15}-3)}{12} + 112 \right]; \\ Z \in \left[\frac{2(-2^{15}-2)}{12} + 116; \frac{2(2^{15}-3)}{12} + 116 \right]; \\ R \in [-2^{15}, 2^{15} - 1] \\ C = 4087 \\ V = 116 \end{array} \right.$$

Расположение данных в памяти:

Основная программа:

279-291 – инструкции;

292-294 – входные данные;

295 – ячейка результат;

Подпрограмма:

67F-68C – инструкции

68D, 68E – константы.

3. Трассировка программы

$$Z = 5000_{10} = 1388_{16},$$

$$Y = 0_{10} = 0_{16},$$

$$X = 5000_{10} = 1388_{16}$$

| Выполняемая команда | | | | Содержимое регистров процессора после выполнения команды | | | | | Ячейка, чьё содержимое изменилось после выполнения команды | | | |
|---------------------|-------------|-----|------|--|------|-----|------|------|--|------|-------|-----------|
| Адрес | Код Команды | IP | CR | AR | DR | SP | BR | AC | PS | NZVC | Адрес | Новый код |
| 292 | 1388 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 293 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 294 | 1388 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 295 | R | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 68D | 0FF7 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 68E | 0074 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 279 | 0200 | 279 | 0000 | 000 | 0000 | 000 | 0000 | 0000 | 004 | 0100 | | |
| 279 | 0200 | 27A | 0200 | 279 | 0200 | 000 | 0279 | 0000 | 004 | 0100 | | |
| 27A | EE1A | 27B | EE1A | 295 | 0000 | 000 | 001A | 0000 | 004 | 0100 | 295 | 0000 |
| 27B | AE16 | 27C | AE16 | 292 | 1388 | 000 | 0016 | 1388 | 000 | 0000 | | |
| 27C | 0C00 | 27D | 0C00 | 7FF | 1388 | 7FF | 027C | 1388 | 000 | 0000 | 7FF | 1388 |
| 27D | D67F | 67F | D67F | 7FE | 027E | 7FE | D67F | 1388 | 000 | 0000 | 7FE | 027E |
| 67F | AC01 | 680 | AC01 | 7FF | 1388 | 7FE | 0001 | 1388 | 000 | 0000 | | |
| 680 | F204 | 681 | F204 | 680 | F204 | 7FE | 0680 | 1388 | 000 | 0000 | | |
| 681 | F003 | 682 | F003 | 681 | F003 | 7FE | 0681 | 1388 | 000 | 0000 | | |
| 682 | 7E0A | 683 | 7E0A | 68D | 0FF7 | 7FE | 000A | 1388 | 001 | 0001 | | |
| 683 | F006 | 684 | F006 | 683 | F006 | 7FE | 0683 | 1388 | 001 | 0001 | | |
| 684 | F805 | 685 | F805 | 684 | F805 | 7FE | 0684 | 1388 | 001 | 0001 | | |
| 685 | 4C01 | 686 | 4C01 | 7FF | 1388 | 7FE | 0001 | 2710 | 000 | 0000 | | |
| 686 | 4C01 | 687 | 4C01 | 7FF | 1388 | 7FE | 0001 | 3A98 | 000 | 0000 | | |
| 687 | 4C01 | 688 | 4C01 | 7FF | 1388 | 7FE | 0001 | 4E20 | 000 | 0000 | | |
| 688 | 6E05 | 689 | 6E05 | 68E | 0074 | 7FE | 0005 | 4DAC | 001 | 0001 | | |
| 689 | CE01 | 68B | CE01 | 689 | 068B | 7FE | 0001 | 4DAC | 001 | 0001 | | |
| 68B | EC01 | 68C | EC01 | 7FF | 4DAC | 7FE | 0001 | 4DAC | 001 | 0001 | 7FF | 4DAC |
| 68C | 0A00 | 27E | 0A00 | 7FE | 027E | 7FF | 068C | 4DAC | 001 | 0001 | | |
| 27E | 0800 | 27F | 0800 | 7FF | 4DAC | 000 | 027E | 4DAC | 001 | 0001 | | |
| 27F | 0740 | 280 | 0740 | 27F | 0740 | 000 | 027F | 4DAB | 001 | 0001 | | |
| 280 | 4E14 | 281 | 4E14 | 295 | 0000 | 000 | 0014 | 4DAB | 000 | 0000 | | |
| 281 | EE13 | 282 | EE13 | 295 | 4DAB | 000 | 0013 | 4DAB | 000 | 0000 | 295 | 4DAB |
| 282 | AE11 | 283 | AE11 | 294 | 1388 | 000 | 0011 | 1388 | 000 | 0000 | | |
| 283 | 0700 | 284 | 0700 | 283 | 0700 | 000 | 0283 | 1389 | 000 | 0000 | | |
| 284 | 0C00 | 285 | 0C00 | 7FF | 1389 | 7FF | 0284 | 1389 | 000 | 0000 | 7FF | 1389 |
| 285 | D67F | 67F | D67F | 7FE | 0286 | 7FE | D67F | 1389 | 000 | 0000 | 7FE | 0286 |
| 67F | AC01 | 680 | AC01 | 7FF | 1389 | 7FE | 0001 | 1389 | 000 | 0000 | | |
| 680 | F204 | 681 | F204 | 680 | F204 | 7FE | 0680 | 1389 | 000 | 0000 | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|-----|------|
| 681 | F003 | 682 | F003 | 681 | F003 | 7FE | 0681 | 1389 | 000 | 0000 | | |
| 682 | 7E0A | 683 | 7E0A | 68D | 0FF7 | 7FE | 000A | 1389 | 001 | 0001 | | |
| 683 | F006 | 684 | F006 | 683 | F006 | 7FE | 0683 | 1389 | 001 | 0001 | | |
| 684 | F805 | 685 | F805 | 684 | F805 | 7FE | 0684 | 1389 | 001 | 0001 | | |
| 685 | 4C01 | 686 | 4C01 | 7FF | 1389 | 7FE | 0001 | 2712 | 000 | 0000 | | |
| 686 | 4C01 | 687 | 4C01 | 7FF | 1389 | 7FE | 0001 | 3A9B | 000 | 0000 | | |
| 687 | 4C01 | 688 | 4C01 | 7FF | 1389 | 7FE | 0001 | 4E24 | 000 | 0000 | | |
| 688 | 6E05 | 689 | 6E05 | 68E | 0074 | 7FE | 0005 | 4DB0 | 001 | 0001 | | |
| 689 | CE01 | 68B | CE01 | 689 | 068B | 7FE | 0001 | 4DB0 | 001 | 0001 | | |
| 68B | EC01 | 68C | EC01 | 7FF | 4DB0 | 7FE | 0001 | 4DB0 | 001 | 0001 | 7FF | 4DB0 |
| 68C | 0A00 | 286 | 0A00 | 7FE | 0286 | 7FF | 068C | 4DB0 | 001 | 0001 | | |
| 286 | 0800 | 287 | 0800 | 7FF | 4DB0 | 000 | 0286 | 4DB0 | 001 | 0001 | | |
| 287 | 0700 | 288 | 0700 | 287 | 0700 | 000 | 0287 | 4DB1 | 000 | 0000 | | |
| 288 | 6E0C | 289 | 6E0C | 295 | 4DAB | 000 | 000C | 0006 | 001 | 0001 | | |
| 289 | EE0B | 28A | EE0B | 295 | 0006 | 000 | 000B | 0006 | 001 | 0001 | 295 | 0006 |
| 28A | AE08 | 28B | AE08 | 293 | 0000 | 000 | 0008 | 0000 | 005 | 0101 | | |
| 28B | 0700 | 28C | 0700 | 28B | 0700 | 000 | 028B | 0001 | 000 | 0000 | | |
| 28C | 0C00 | 28D | 0C00 | 7FF | 0001 | 7FF | 028C | 0001 | 000 | 0000 | 7FF | 0001 |
| 28D | D67F | 67F | D67F | 7FE | 028E | 7FE | D67F | 0001 | 000 | 0000 | 7FE | 028E |
| 67F | AC01 | 680 | AC01 | 7FF | 0001 | 7FE | 0001 | 0001 | 000 | 0000 | | |
| 680 | F204 | 681 | F204 | 680 | F204 | 7FE | 0680 | 0001 | 000 | 0000 | | |
| 681 | F003 | 682 | F003 | 681 | F003 | 7FE | 0681 | 0001 | 000 | 0000 | | |
| 682 | 7E0A | 683 | 7E0A | 68D | 0FF7 | 7FE | 000A | 0001 | 008 | 1000 | | |
| 683 | F006 | 684 | F006 | 683 | F006 | 7FE | 0683 | 0001 | 008 | 1000 | | |
| 684 | F805 | 68A | F805 | 684 | F805 | 7FE | 0005 | 0001 | 008 | 1000 | | |
| 68A | AE02 | 68B | AE02 | 68D | 0FF7 | 7FE | 0002 | 0FF7 | 000 | 0000 | | |
| 68B | EC01 | 68C | EC01 | 7FF | 0FF7 | 7FE | 0001 | 0FF7 | 000 | 0000 | 7FF | 0FF7 |
| 68C | 0A00 | 28E | 0A00 | 7FE | 028E | 7FF | 068C | 0FF7 | 000 | 0000 | | |
| 28E | 0800 | 28F | 0800 | 7FF | 0FF7 | 000 | 028E | 0FF7 | 000 | 0000 | | |
| 28F | 4E05 | 290 | 4E05 | 295 | 0006 | 000 | 0005 | 0FFD | 000 | 0000 | | |
| 290 | EE04 | 291 | EE04 | 295 | 0FFD | 000 | 0004 | 0FFD | 000 | 0000 | 295 | 0FFD |
| 291 | 0100 | 292 | 0100 | 291 | 0100 | 000 | 0291 | 0FFD | 000 | 0000 | | |

4. Вывод по работе

В ходе данной лабораторной работы с впервые познакомился с подпрограммами. Сначала я изучил, как вызывать эти подпрограммы, записывать данные в стек и извлекать их потом. Я узнал о PIS программам и как правильно их организовывать внутри памяти. Было поначалу весело, но потом всё поменялось. Не так я всё это представлял, когда мы начинали. Мне грезилась деньги, машины, женщины, уважение, свобода. Я всё это даже получил, более или менее, но вместе с тем пришли тюрьма, постоянный страх и кровь моих товарищей. Я держался на плаву сколько мог, но шансов становилось всё меньше. Теперь это был только вопрос времени.

5. Список использованной литературы

1) Кириллов В.В. Архитектура **базовой ЭВМ** – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 144 с.

2) Клименков С.В. – “ОПД 2020_21, #1-4. Архитектура и система команд БЭВМ”.

URL: https://vkvideo.ru/video-34559124_456239019

3) Клименков С.В. – “Как построить ферму мобов в майнкрафте”

URL: https://vkvideo.ru/video-34559124_456239020

4) Цист Яна, – Принцип работы Стэка в современных вычислительных машинах / М.: Издательство «Глубинная Глубина», 2024. — 128 с.