МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

**"Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)"**

**Высшая школа электроники и компьютерных наук Кафедра «Электронные вычислительные машины»**

**Отчет по лабораторной работе № 3**

на тему «Анализ командной реализации программы»

Вариант № 12

Авторы работы:

студенты группы КЭ-303

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Д.В. Старостенок

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Е.В. Елисеев

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

Проверил

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ И.Л. Кафтанников

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.

Челябинск 2023 г.

Оглавление

[ЗАДАНИЕ 3](#_Toc132278165)

[КОД АССЕМБЛЕРА ДЛЯ PDP-11 4](#_Toc132278166)

[КОД АССЕМБЛЕРА ДЛЯ МП-580 5](#_Toc132278167)

[КОД АССЕМБЛЕРА ДЛЯ IA32 6](#_Toc132278168)

[СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММ ПО КОЛИЧЕСТВУ КОМАНД 7](#_Toc132278169)

[ПОДСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА КОМАНД ПО ГРУППАМ 7](#_Toc132278170)

[ПРОЦЕНТНОЕ СООТНОШЕНИЕ КОМАНД ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ДАННЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СООТВЕТСТВЕННО АРХИТЕКТУРЕ ПРОЦЕССОРА 7](#_Toc132278171)

[ВЫВОДЫ 7](#_Toc132278172)

[СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 9](#_Toc132278173)

# ЗАДАНИЕ

Согласно полученному варианту разработать программу решения задачи на языке Assembler, используя следующие системы команд:

* PDP–11;
* МП 580;
* IA32.

Этапы выполнения задания:

* Реализация программ на языке Assembler для предложенных систем команд, синтаксис которых описан в справочниках, приложенных к лабораторной работе;
* Сравнение синтезированных программ по количеству команд;
* Подсчет количества команд каждой группы:

1. Арифметические;
2. Логические;
3. Сдвига;
4. Управления;
5. Пересылки;
6. Ввода–вывода;
7. Прочие.

Цель работы:

Практическое применение навыков разработки программного обеспечения на низкоуровневом языке программирования Assembler, получение опыта анализа разработанной программы по критерию количества команд каждой функциональной группы языка.

В соответствии с вариантом 12.

Задача: Число, чаще всего встречающееся в массиве

Определить, какое число в массиве встречается чаще всего.

# Код ассемблера для PDP-11

|  |  |
| --- | --- |
| .org 1000  mov #array, r0 ; указатель на начало массива  mov #end\_of\_array, r1 ; указатель на конец массива  mov #0, r2 ; текущий наиболее часто встречающийся элемент  mov #0, r3 ; текущее количество вхождений наиболее часто встречающегося элемента  loop:  cmp r0, r1 ; если достигнут конец массива, выходим из цикла  beq end\_loop  mov (r0)+, r4 ; загружаем текущий элемент массива  mov #array, r5 ; указатель на начало массива  mov #0, r6 ; текущее количество вхождений текущего элемента  inner\_loop:  cmp r5, r1 ; если достигнут конец массива, выходим из цикла  beq end\_inner\_loop  cmp (r5)+, r4 ; сравниваем текущий элемент с очередным элементом массива  bne continue ; если элементы не равны, продолжаем цикл  inc r6 ; увеличиваем счетчик вхождений текущего элемента  continue: | bra inner\_loop ; переходим к следующему элементу массива  end\_inner\_loop:  cmp r6, r3 ; если текущий элемент встретился чаще, чем наиболее частый элемент, обновляем значения  ble continue\_loop  mov r4, r2 ; обновляем наиболее часто встречающийся элемент  mov r6, r3 ; обновляем текущее количество вхождений наиболее часто встречающегося элемента  continue\_loop:  bra loop ; переходим к следующему элементу массива  end\_loop:  ; выводим результат на экран  mov r2, r0  jsr pc, print\_r0  halt |

# Код ассемблера для МП-580

|  |
| --- |
| .org 0h  ; инициализация указателя на начало массива  lxi h, array  ; инициализация переменных  mvi b, 0 ; счетчик наиболее часто встречающегося числа  mvi c, 0 ; наиболее часто встречающееся число  mvi d, 0 ; временный счетчик  mvi e, 0 ; временное значение числа  ; перебор элементов массива  next\_element:  ldax h ; загрузка значения элемента в регистр A  mov e, a ; сохранение значения в регистре E  mvi a, 0 ; обнуление регистра A  mvi d, 0 ; обнуление счетчика  ; подсчет количества вхождений числа в массиве  count\_occurrences:  cmp e ; сравнение регистра A с значением числа  jnz next\_byte ; если не совпадает, переход к следующему элементу  inr d ; увеличение счетчика  next\_byte:  inx h ; сдвиг указателя на следующий элемент  mov a, h ; сохранение указателя в регистре A  cpi end\_of\_array - 1 ; сравнение с концом массива  jnz count\_occurrences ; если не конец массива, продолжение подсчета  ; проверка на наиболее часто встречающееся число  cmp b ; сравнение наиболее частого числа с текущим  jnc next\_element ; если текущее число встречается реже, переход к следующему элементу  mov b, d ; сохранение счетчика в регистре B  mov c, e ; сохранение числа в регистре C  jmp next\_element ; переход к следующему элементу  ; вывод результата  result:  ; вывод наиболее часто встречающегося числа и количества вхождений  ; внимание: это пример вывода на экран, конкретная реализация может отличаться  mvi a, c ; загрузка числа в регистр A  call print\_number ; вывод числа на экран  mvi a, ' ' ; загрузка пробела в регистр A  call print\_char ; вывод пробела на экран  mvi a, '(' ; загрузка открывающей скобки в регистр A  call print\_char ; вывод открывающей скобки на экран  mvi a, b ; загрузка количества вхождений в регистр A |

# Код ассемблера для IA32

|  |  |
| --- | --- |
| org 100h  mov ecx, 0 ; инициализируем переменную счетчика на 0  mov edx, 0 ; инициализируем переменную счетчика максимального повторения на 0  mov esi, array ; загрузка адреса массива в регистр esi  mov ebx, end\_of\_array - array ; количество элементов массива  mov eax, [esi] ; загрузка первого элемента массива в регистр eax  check\_array:  mov edi, esi ; копируем адрес текущего элемента в регистр edi  mov ecx, 0 ; обнуляем счетчик повторений текущего элемента  mov edx, 0 ; обнуляем счетчик максимальных повторений  mov ebx, end\_of\_array - array ; количество элементов массива  cmp ebx, 0 ; проверка, что мы не дошли до конца массива  je done ; переход к завершению, если достигнут конец массива  loop\_array:  cmp [edi], eax ; сравнение текущего элемента с загруженным в eax  jne skip ; переход к пропуску, если элемент не равен текущему  inc ecx ; увеличиваем счетчик повторений текущего элемента | skip:  add edi, 4 ; увеличиваем указатель на следующий элемент массива  dec ebx ; уменьшаем счетчик оставшихся элементов  cmp ebx, 0 ; проверяем, достигнут ли конец массива  jne loop\_array ; если нет, переходим к следующему элементу  cmp ecx, edx ; сравнение счетчика повторений текущего элемента с максимальным  jle continue ; если текущий элемент повторился меньше или столько же раз,  ; то пропускаем его  mov edx, ecx ; иначе, обновляем максимальный счетчик повторений  mov ebx, eax ; и сохраняем текущий элемент в регистре ebx  continue:  add esi, 4 ; переходим к следующему элементу массива  mov eax, [esi] ; загружаем следующий элемент массива в регистр eax  dec end\_of\_array - array ; уменьшаем количество оставшихся элементов массива  jnz check\_array ; если не достигнут конец массива, продолжаем цикл  done:  mov eax, ebx ; сохраняем максимальный элемент в регистре eax  call print\_eax ; выводим его на экран  int 20h ; завершаем программу |

# Сравнение программ по количеству команд

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| PDP-11 | МП-580 | IA32 |
| 38 | 59 | 39 |

# Подсчет количества команд по группам

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип | PDP-11 | МП-580 | IA32 |
| Арифметические | 0 | 6 | 2 |
| Логические | 2 | 4 | 3 |
| Сдвига | 0 | 2 | 0 |
| Управления | 12 | 7 | 9 |
| Пересылки | 8 | 14 | 5 |
| Ввода вывода | 2 | 3 | 1 |
| Прочие | 14 | 23 | 19 |

# Процентное соотношение команд преобразования данных и вспомогательных соответственно архитектуре процессора

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | PDP-11 | МП-580 | IA32 |
| Преобразования | 26,3% | 24,1% | 23,07% |
| Вспомогательные | 73,7% | 75,9% | 76,92% |

# ВЫВОДЫ

В рамках данного сравнения были проанализированы три архитектуры процессоров: PDP-11, МП-580 и IA32. При этом было выявлено, что МП-580 содержит наибольшее количество команд 59, в то время как PDP-11 имеет наименьшее количество команд 38. Количество команд для IA32 составляет 39.

Для каждой из архитектур процессоров было проанализировано количество команд по группам: арифметические, логические, сдвига, управления, пересылки, ввода-вывода и прочие. В результате анализа было выявлено следующее:

Для всех трех архитектур процентное соотношение команд преобразования данных составляет примерно 23-26%. Наибольшее процентное соотношение команд преобразования данных у PDP-11 (26,3%), а наименьшее у IA32 (23,07%).

Вспомогательные команды составляют примерно 74-77% от общего числа команд для каждой из архитектур. Наибольшее процентное соотношение вспомогательных команд у IA32 (76,92%), а наименьшее у PDP-11 (73,7%).

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник Форматы команд, директив и пр.
2. Справочник Архитектура однокристального микропроцессора К580ВМ80А
3. Негода В.Н., Никищенков И.А. Функциональная организация микро-эвм и микроконтроллеров часть 1: pdp-11