

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МОЭВМ

ОТЧЕТ
по практической работе №1
по дисциплине «Качество и метрология программного обеспечения»
ТЕМА: РАСЧЕТ МЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА РАЗРАБОТКИ
ПРОГРАММ ПО МЕТРИКАМ ХОЛСТЕДА

Студент гр. 8304

Воропаев А.О.

Преподаватель

Ефремов М.А.

Санкт-Петербург

2022

Цель работы.

Для заданного варианта программы обработки данных, представленной на языке Паскаль, разработать вычислительный алгоритм и также варианты программ его реализации на языках программирования Си и Ассемблер. Для каждой из разработанных программ определить метрические характеристики по Холстеду. Программа 4. Интегрирование методом трапеций (вар.2)

Ход работы.

1. Был выполнен ручной расчет для программы на языке pascal:

Таблица 1 – Pascal. Число вхождений операндов/операторов

| Оператор | I | F_{1i} | Операнд | J | F_{2j} |
|---------------------|-----|----------|----------------|-----|----------|
| ; | 1 | 17 | <i>tol</i> | 1 | 2 |
| := | 2 | 15 | <i>sum</i> | 2 | 7 |
| <= | 3 | 1 | <i>upper</i> | 3 | 5 |
| () or begin end | 4 | 23 | <i>lower</i> | 4 | 6 |
| / | 5 | 5 | <i>x</i> | 5 | 6 |
| * | 6 | 8 | <i>l</i> | 6 | 5 |
| - | 7 | 5 | <i>1.0E-6</i> | 7 | 1 |
| Function <i>fx</i> | 8 | 1 | <i>0</i> | 8 | 2 |
| + | 9 | 4 | <i>pieces</i> | 9 | 7 |
| repeat...until | 10 | 1 | <i>i</i> | 10 | 2 |
| for...to | 11 | 1 | <i>delta_x</i> | 11 | 5 |
| div | 12 | 1 | <i>end_sum</i> | 12 | 3 |
| abs | 13 | 2 | <i>mid_sum</i> | 13 | 4 |
| sqrt | 14 | 1 | <i>suml</i> | 14 | 2 |

Таблица 2 - Измеримые характеристики

| | |
|-----------------------------|-----|
| Число простых операторов | 14 |
| Число простых операндов | 14 |
| Общее число всех операторов | 85 |
| Общее число всех операндов | 57 |
| Словарь программы | 28 |
| Длина программы | 142 |

Таблица 3 - Расчетные характеристики

| | |
|---|----------------|
| Длина программы | 106,6059378 |
| Реальный и потенциальный объемы программы | 682,6443989/24 |

| | |
|--|-------------|
| Уровень программы | 0,035157397 |
| Интеллектуальное содержание программы | 23,95243505 |
| Работа программиста | 19416,81 |
| Время программирования | 1941,680731 |
| Уровень используемого языка программирования | 0,843778 |
| Ожидаемое число ошибок в программе | 0,227548133 |

2. Был выполнен программный расчет для программы на языке pascal

Таблица 4 - Измеримые характеристики

| | |
|-----------------------------|-----|
| Число простых операторов | 23 |
| Число простых операндов | 25 |
| Общее число всех операторов | 125 |
| Общее число всех операндов | 83 |
| Словарь программы | 48 |
| Длина программы | 208 |

| Operators: | | | Operands: | | |
|------------|----|-----------|-----------|----|---------|
| 1 | 15 | () | 1 | 1 | ' 1' |
| 2 | 8 | * | 2 | 1 | 'area=' |
| 3 | 4 | + | 3 | 1 | 0.0 |
| 4 | 4 | - | 4 | 1 | 0.5 |
| 5 | 5 | / | 5 | 2 | 1 |
| 6 | 44 | ; | 6 | 3 | 1.0 |
| 7 | 1 | <= | 7 | 1 | 1.0E-6 |
| 8 | 15 | = | 8 | 2 | 2 |
| 9 | 1 | ClrScr | 9 | 3 | 2.0 |
| 10 | 2 | abs | 10 | 1 | 5 |
| 11 | 1 | chr | 11 | 1 | 7 |
| 12 | 1 | const | 12 | 1 | 9.0 |
| 13 | 1 | for | 13 | 6 | delta_x |
| 14 | 1 | function | 14 | 4 | end_sum |
| 15 | 4 | fx | 15 | 1 | fx |
| 16 | 1 | integer | 16 | 2 | i |
| 17 | 1 | procedure | 17 | 8 | lower |
| 18 | 1 | program | 18 | 5 | mid_sum |
| 19 | 6 | real | 19 | 8 | pieces |
| 20 | 1 | repeat | 20 | 11 | sum |
| 21 | 1 | sqrt | 21 | 3 | sum1 |
| 22 | 2 | trapez | 22 | 4 | tol |
| 23 | 5 | writeln | 23 | 1 | trap2 |
| | | | 24 | 7 | upper |
| | | | 25 | 5 | x |

Рис. 1 – Число вхождений операторов/операндов при программном расчете для программы на языке pascal

Таблица 5 - Расчетные характеристики

| | |
|--|-------------|
| Длина программы | 220,1383 |
| Реальный и потенциальный объемы программы | 1161,672/24 |
| Уровень программы | 0,026191723 |
| Интеллектуальное содержание программы | 30,42619697 |
| Работа программиста | 56228,42919 |
| Время программирования | 5622,842919 |
| Уровень используемого языка программирования | 0,495836949 |
| Ожидаемое число ошибок в программе | 0,387224067 |

3. Был выполнен ручной расчет для программы на языке С

Таблица 6 - Измеримые характеристики

| | |
|-----------------------------|-----|
| Число простых операторов | 15 |
| Число простых операндов | 14 |
| Общее число всех операторов | 117 |
| Общее число всех операндов | 59 |
| Словарь программы | 29 |
| Длина программы | 176 |

Таблица 7 - С. Число вхождений операндов/операторов

| Оператор | I | F_{1i} | Операнд | J | F_{2j} |
|------------------|-----|----------|----------------|-----|----------|
| ; | 1 | 26 | <i>tol</i> | 1 | 2 |
| = | 2 | 22 | <i>sum</i> | 2 | 9 |
| > | 3 | 1 | <i>upper</i> | 3 | 4 |
| () or {} | 4 | 22 | <i>lower</i> | 4 | 5 |
| / | 5 | 5 | <i>x</i> | 5 | 2 |
| * | 6 | 13 | <i>l</i> | 6 | 4 |
| - | 7 | 4 | <i>1.0E-6</i> | 7 | 1 |
| <i>if...else</i> | 8 | 1 | <i>0</i> | 8 | 9 |
| + | 9 | 4 | <i>pieces</i> | 9 | 7 |
| ! | 10 | 1 | <i>i</i> | 10 | 2 |
| <i>for</i> | 11 | 1 | <i>delta_x</i> | 11 | 5 |
| ++ | 12 | 1 | <i>end_sum</i> | 12 | 3 |
| <i>fabsf</i> | 13 | 2 | <i>mid_sum</i> | 13 | 4 |
| <i>sqrtf</i> | 14 | 1 | <i>suml</i> | 14 | 2 |
| * | 15 | 13 | | | |

| | | | | | |
|---------------|----|---|--|--|--|
| <i>&</i> | 16 | 1 | | | |
| <i>main</i> | 17 | 1 | | | |
| <i>trapez</i> | 18 | 1 | | | |
| <i>fx</i> | 19 | 3 | | | |

Таблица 8 - Расчетные характеристики

| | |
|--|-------------|
| Длина программы | 111,9063 |
| Реальный и потенциальный объемы программы | 855,0047/24 |
| Уровень программы | 0,02807 |
| Интеллектуальное содержание программы | 19,22902 |
| Работа программиста | 30459,71 |
| Время программирования | 3045,971 |
| Уровень используемого языка программирования | 0,673681 |
| Ожидаемое число ошибок в программе | 0,285002 |

4. Был выполнен программный расчет для программы на языке С

Таблица 9 - Измеримые характеристики

| | |
|-----------------------------|-----|
| Число простых операторов | 23 |
| Число простых операндов | 21 |
| Общее число всех операторов | 100 |
| Общее число всех операндов | 89 |
| Словарь программы | 44 |
| Длина программы | 189 |

| Operators: | | | Operands: | | |
|------------|----|----------|-----------|----|---------------|
| 1 | 13 | () | 1 | 1 | "%d %e\n" |
| 2 | 8 | * | 2 | 1 | "1 %lf\n" |
| 3 | 4 | + | 3 | 1 | "\n" |
| 4 | 1 | ++ | 4 | 1 | "\nsum = %lf" |
| 5 | 14 | , | 5 | 9 | 0 |
| 6 | 4 | - | 6 | 1 | 0.5 |
| 7 | 5 | / | 7 | 5 | 1 |
| 8 | 1 | <= | 8 | 1 | 1.0e-6 |
| 9 | 22 | = | 9 | 5 | 2 |
| 10 | 1 | > | 10 | 1 | 9 |
| 11 | 1 | _& | 11 | 6 | delta_x |
| 12 | 7 | _* | 12 | 4 | end_sum |
| 13 | 1 | _ _* | 13 | 5 | i |
| 14 | 1 | dowhile | 14 | 7 | lower |
| 15 | 2 | fabsf | 15 | 5 | mid_sum |
| 16 | 1 | for | 16 | 7 | pieces |
| 17 | 4 | fx | 17 | 11 | sum |
| 18 | 1 | main | 18 | 3 | sum1 |
| 19 | 3 | printf | 19 | 4 | tol |
| 20 | 1 | printf_s | 20 | 6 | upper |
| 21 | 2 | return | 21 | 5 | x |
| 22 | 1 | sqrtf | | | |
| 23 | 2 | trapez | | | |

Рис. 2 – Число вхождений операторов/операндов при программном расчете для программы на языке C

Таблица 10 - Расчетные характеристики

| | |
|--|-----------|
| Длина программы | 196,2806 |
| Реальный и потенциальный объемы программы | 960,86/24 |
| Уровень программы | 0,024978 |
| Интеллектуальное содержание программы | 19,71476 |
| Работа программиста | 38468,83 |
| Время программирования | 3846,883 |
| Уровень используемого языка программирования | 0,599463 |
| Ожидаемое число ошибок в программе | 0,320287 |

5. Был выполнен ручной расчет для программы на языке Assembler

Таблица 6 - Измеримые характеристики

| | |
|--------------------------|----|
| Число простых операторов | 33 |
|--------------------------|----|

| | |
|-----------------------------|-----|
| Число простых операндов | 35 |
| Общее число всех операторов | 161 |
| Общее число всех операндов | 261 |
| Словарь программы | 68 |
| Длина программы | 422 |

Таблица 11 - *asm*. Число вхождений операндов/операторов

| Оператор | I | F_{1i} | Операнд | J | F_{2j} |
|-------------------|-----|----------|-----------------------------|-----|----------|
| <i>push</i> | 1 | 3 | <i>rbp</i> | 1 | 6 |
| <i>mov</i> | 2 | 33 | <i>rsp</i> | 2 | 6 |
| <i>sub</i> | 3 | 4 | <i>16</i> | 3 | 1 |
| <i>movss</i> | 4 | 41 | <i>xmm0</i> | 4 | 84 |
| <i>xorps</i> | 5 | 1 | <i>edi</i> | 5 | 4 |
| <i>mulss</i> | 6 | 4 | <i>xmm1</i> | 6 | 34 |
| <i>call sqrtf</i> | 7 | 1 | <i>.LC0[rip]</i> | 7 | 4 |
| <i>ret</i> | 8 | 3 | <i>[rbp-12]</i> | 8 | 6 |
| <i>movapd</i> | 9 | 1 | <i>eax</i> | 9 | 26 |
| <i>subss</i> | 10 | 3 | <i>[rbp-16]</i> | 10 | 5 |
| <i>cvtss2ss</i> | 11 | 3 | <i>[rbp-20]</i> | 11 | 7 |
| <i>divss</i> | 12 | 4 | <i>[rbp-24]</i> | 12 | 3 |
| <i>addss</i> | 13 | 5 | <i>.LC6[rip]</i> | 13 | 2 |
| <i>call fx</i> | 14 | 3 | <i>rax</i> | 14 | 9 |
| <i>movd</i> | 15 | 5 | <i>[rax]</i> | 15 | 7 |
| <i>pxor</i> | 16 | 13 | <i>xmm2</i> | 16 | 2 |
| <i>movapd</i> | 17 | 1 | <i>[rbp-4]</i> | 17 | 9 |
| <i>comiss</i> | 18 | 1 | <i>.L6</i> | 18 | 2 |
| <i>lea</i> | 19 | 1 | <i>sqrt</i> | 19 | 1 |
| <i>jmp</i> | 20 | 1 | <i>[rbp-60]</i> | 20 | 2 |
| <i>mulsd</i> | 21 | 1 | <i>[rbp-28]</i> | 21 | 6 |
| <i>lea</i> | 22 | 1 | <i>fx</i> | 22 | 3 |
| <i>movaps</i> | 23 | 3 | <i>.LC2[rip]</i> | 23 | 1 |
| <i>jle</i> | 24 | 1 | <i>xmm4</i> | 24 | 4 |
| <i>ja</i> | 25 | 1 | <i>xmm3</i> | 25 | 4 |
| <i>leave</i> | 26 | 3 | <i>printf</i> | 26 | 3 |
| <i>movsd</i> | 27 | 4 | <i>edx</i> | 27 | 3 |
| <i>cvtss2sd</i> | 28 | 4 | <i>.LC7[rip]</i> | 28 | 3 |
| <i>movq</i> | 29 | 6 | <i>xmm5</i> | 29 | 4 |
| <i>andps</i> | 30 | 2 | <i>OFFSET FLAT:.LC3</i> | 30 | 1 |
| <i>mulsd</i> | 31 | 1 | <i>OFFSET FLAT:.LC5</i> | 31 | 1 |
| <i>ja</i> | 32 | 1 | <i>esi</i> | 32 | 1 |
| <i>nop</i> | 33 | 2 | <i>.LC5[rip]</i> | 33 | 1 |
| | | | <i>0</i> | 34 | 5 |
| | | | <i>.LC8[rip]</i> | 35 | 1 |

| | | | | | |
|--|--|--|----------|----|---|
| | | | 32 | 36 | 1 |
| | | | [rbp-8] | 37 | 1 |
| | | | rdx | 38 | 1 |
| | | | l | 39 | 8 |
| | | | [rbp-56] | 40 | 2 |
| | | | trapez | 41 | 2 |
| | | | rdi | 42 | 2 |
| | | | 64 | 43 | 1 |
| | | | [rbp-36] | 44 | 5 |
| | | | [rbp-40] | 45 | 4 |
| | | | rdi | 46 | 2 |
| | | | [rbp-48] | 47 | 2 |

Таблица 12- Расчетные характеристики

| | |
|--|-------------|
| Длина программы | 345,9899 |
| Реальный и потенциальный объемы программы | 2568,90/24 |
| Уровень программы | 0,009342486 |
| Интеллектуальное содержание программы | 20,87817 |
| Работа программиста | 274970,6287 |
| Время программирования | 27497,06287 |
| Уровень используемого языка программирования | 0,22421967 |
| Ожидаемое число ошибок в программе | 0,856303106 |

6. Сводная таблица расчетов для трех языков

| | Pascal вручную | Pascal программно | C вручную | C программно | ASM вручную |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|--------------|-----------------|----------------|
| Число простых операторов | 14 | 23 | 15 | 23 | 33 |
| Число простых операндов | 14 | 25 | 14 | 21 | 35 |
| Общее число всех операторов | 85 | 125 | 117 | 100 | 161 |
| Общее число всех операндов | 57 | 83 | 59 | 89 | 261 |

| | | | | | |
|--|----------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| Словарь программы | 28 | 48 | 29 | 44 | 68 |
| Длина программы экспериментальная | 142 | 208 | 176 | 189 | 422 |
| Длина программы теоретическая | 106,6059378 | 220,1383 | 111,9063 | 196,2806 | 345,9899 |
| Реальный и потенциальный объемы программы | 682,6443989/24 | 1161,672/24 | 855,0047/24 | 960,86/24 | 2568,90/24 |
| Уровень программы | 0,035157397 | 0,026191723 | 0,02807 | 0,024978 | 0,009342486 |
| Интеллектуальное содержание программы | 23,95243505 | 30,42619697 | 19,22902 | 19,71476 | 20,87817 |
| Работа программиста | 19416,81 | 56228,42919 | 30459,71 | 38468,83 | 274970,6287 |
| Время программирования | 1941,680731 | 5622,842919 | 3045,971 | 3846,883 | 27497,06287 |
| Уровень используемого языка программирования | 0,843778 | 0,495836949 | 0,673681 | 0,599463 | 0,22421967 |
| Ожидаемое число ошибок в программе | 0,227548133 | 0,387224067 | 0,285002 | 0,320287 | 0,856303106 |

Заключение

В ходе выполнения работы разработали вычислительный алгоритм и также варианты программ его реализации на языках программирования Си и Ассемблер. Для каждой из разработанных программ определили метрические характеристики по Холстеду.