

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

Самакаев Д.И.

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.

Ход работы

1) Выполнили ручной расчет для программы на Паскаль:

Таблица 1 - Измеримые характеристики

| | |
|-----------------------------|-----|
| число простых операторов | 14 |
| число простых операндов | 35 |
| общее число всех операторов | 140 |
| общее число всех операндов | 114 |
| словарь программы; | 49 |
| длина программы. | 254 |

Таблица 2 – Число вхождений операторов/операндов

| Оператор | i | f _i | Операнд | j | f _j |
|----------|----|----------------|---------|----|----------------|
| := | 1 | 16 | x2 | 1 | 18 |
| exp | 2 | 2 | x | 2 | 20 |
| - | 3 | 3 | sqrtpi | 3 | 2 |
| / | 4 | 14 | t2 | 4 | 1 |
| + | 5 | 23 | t3 | 5 | 1 |
| * | 6 | 31 | t4 | 6 | 1 |
| = | 7 | 1 | t5 | 7 | 1 |
| repeat | 8 | 1 | t6 | 8 | 1 |
| if | 9 | 3 | t7 | 9 | 1 |
| < | 10 | 2 | t8 | 10 | 1 |
| erf | 11 | 2 | t9 | 11 | 1 |
| () | 12 | 24 | t10 | 12 | 1 |
| ; | 13 | 16 | t11 | 13 | 1 |
| erfc | 14 | 2 | t12 | 14 | 1 |
| | | | sum | 15 | 8 |
| | | | v | 16 | 15 |
| | | | erf | 17 | 1 |
| | | | erfc | 18 | 1 |

| | | | | | |
|--|--|--|-----|----|----|
| | | | 0.0 | 19 | 3 |
| | | | 1.0 | 20 | 5 |
| | | | 1.5 | 21 | 1 |
| | | | er | 22 | 3 |
| | | | ec | 23 | 3 |
| | | | 1 | 24 | 12 |
| | | | 10 | 25 | 1 |
| | | | 9 | 26 | 1 |
| | | | 8 | 27 | 1 |
| | | | 7 | 28 | 1 |
| | | | 6 | 29 | 1 |
| | | | 11 | 30 | 1 |
| | | | 5 | 31 | 1 |
| | | | 4 | 32 | 1 |
| | | | 3 | 33 | 1 |
| | | | 12 | 34 | 1 |
| | | | 2 | 35 | 1 |

Таблица 3 - Расчетные характеристики

| | |
|--|--------------------|
| работа программиста | 175187.6 |
| время программирования | 9732.643 |
| уровень используемого языка программирования | 0.094 |
| ожидаемое число ошибок в программе | 0.475379 |
| длина программы | 232.8279 |
| реальный и потенциальный объемы программы | 1426.136/ 11.61 |
| уровень программы | 0.0081 |
| интеллектуальное содержание программы | 62.55 |

2) Выполнили программный расчет для программы на Паскаль:

Таблица 4 - Измеримые характеристики

| | |
|-----------------------------|-----|
| число простых операторов | 18 |
| число простых операндов | 56 |
| общее число всех операторов | 159 |
| общее число всех операндов | 160 |
| словарь программы; | 74 |
| длина программы. | 319 |

| Operators: | | | Operands: | | | | | |
|------------|----|---------|-----------|----|-------------|--|--|--|
| 1 | 37 | () | 1 | 1 | ' , Erf= ' | | | |
| 2 | 31 | * | 2 | 1 | ' , Erfc= ' | | | |
| 3 | 23 | + | 3 | 1 | ' Arg? ' | | | |
| 4 | 3 | - | 4 | 1 | ' X= ' | | | |
| 5 | 14 | / | 5 | 3 | 0.0 | | | |
| 6 | 2 | < | 6 | 1 | 0.01693122 | | | |
| 7 | 30 | = | 7 | 1 | 0.07619048 | | | |
| 8 | 2 | const | 8 | 2 | 0.66666667 | | | |
| 9 | 2 | erf | 9 | 13 | 1 | | | |
| 10 | 2 | erfc | 10 | 5 | 1.0 | | | |
| 11 | 2 | exp | 11 | 1 | 1.5 | | | |
| 12 | 3 | if | 12 | 2 | 1.7724538 | | | |
| 13 | 1 | program | 13 | 1 | 10 | | | |
| 14 | 1 | readln | 14 | 1 | 11 | | | |
| 15 | 2 | real | 15 | 3 | 12 | | | |
| 16 | 1 | repeat | 16 | 1 | 2 | | | |
| 17 | 1 | write | 17 | 2 | 2.0 | | | |
| 18 | 2 | writeln | 18 | 1 | 3 | | | |
| | | | 19 | 1 | 3.078403E-3 | | | |
| | | | 20 | 2 | 4 | | | |
| | | | 21 | 1 | 4.736005E-4 | | | |
| | | | 22 | 1 | 5 | | | |
| | | | 23 | 1 | 6 | | | |
| | | | 24 | 1 | 6.314673E-5 | | | |
| | | | 25 | 1 | 6.476214E-9 | | | |
| | | | 26 | 1 | 7 | | | |
| | | | 27 | 1 | 7.429027E-6 | | | |
| | | | 28 | 1 | 7.447646E-8 | | | |
| | | | 29 | 1 | 7.820028E-7 | | | |
| | | | 30 | 2 | 8 | | | |
| | | | 31 | 1 | 9 | | | |
| | | | 32 | 4 | done | | | |
| | | | 33 | 6 | ec | | | |
| | | | 34 | 6 | er | | | |
| | | | 35 | 1 | erf | | | |
| | | | 36 | 1 | erfc | | | |
| | | | 37 | 1 | erfd4 | | | |
| | | | 38 | 1 | false | | | |
| | | | 39 | 1 | i | | | |
| | | | 40 | 4 | sqrtpi | | | |
| | | | 41 | 8 | sum | | | |
| | | | 42 | 2 | t10 | | | |
| | | | 43 | 2 | t11 | | | |
| | | | 44 | 2 | t12 | | | |
| | | | 45 | 2 | t2 | | | |
| | | | 46 | 2 | t3 | | | |
| | | | 47 | 2 | t4 | | | |
| | | | 48 | 2 | t5 | | | |
| | | | 49 | 2 | t6 | | | |
| | | | 50 | 2 | t7 | | | |
| | | | 51 | 2 | t8 | | | |
| | | | 52 | 2 | t9 | | | |
| | | | 53 | 1 | true | | | |
| | | | 54 | 14 | v | | | |
| | | | 55 | 16 | x | | | |
| | | | 56 | 18 | x2 | | | |

Рис 1 – Число вхождений операторов/операндов при программном расчете для программы на Паскаль

Таблица 5 - Расчетные характеристики

| | |
|--|---------------------|
| длина программы | 319 |
| реальный и потенциальный объемы программы | 1980.82/ 19.6515 |
| уровень программы | 0.0099 |
| интеллектуальное содержание программы | 77.0317 |
| работа программиста | 199661 |
| время программирования | 11092.3 |
| уровень используемого языка программирования | 0.194961 |
| ожидаемое число ошибок в программе | 1.13869 |

3) Выполнили ручной расчет для программы на Си

Таблица 6 - Измеримые характеристики

| | |
|-----------------------------|-----|
| число простых операторов | 22 |
| число простых операндов | 24 |
| общее число всех операторов | 112 |

| | |
|----------------------------|-----|
| общее число всех операндов | 100 |
| словарь программы; | 46 |
| длина программы. | 212 |

Таблица 7 – Число вхождений операторов/операндов

| Оператор | i | f _i | Операнд | j | f _j |
|----------|----|----------------|----------|----|----------------|
| return | 1 | 2 | x | 1 | 4 |
| expf | 2 | 1 | pieces | 2 | 6 |
| * | 3 | 12 | 2 | 3 | 6 |
| ; | 4 | 29 | delta_x | 4 | 6 |
| = | 5 | 20 | upper | 5 | 6 |
| () | 6 | 6 | lower | 6 | 8 |
| - | 7 | 5 | odd_sum | 7 | 7 |
| / | 8 | 6 | even_sum | 8 | 4 |
| fx | 9 | 4 | end_sum | 9 | 3 |
| + | 10 | 8 | sum | 10 | 6 |
| _* | 11 | 4 | Sum1 | 11 | 3 |
| for | 12 | 1 | i | 12 | 4 |
| <= | 13 | 1 | tol | 13 | 3 |
| ++ | 14 | 1 | done | 14 | 3 |
| dowhile | 15 | 2 | twopi | 15 | 2 |
| fabsf | 16 | 2 | M_PI | 16 | 1 |
| sqrt | 17 | 1 | erf | 17 | 1 |
| < | 18 | 1 | 0 | 18 | 7 |
| if | 19 | 2 | 1 | 19 | 3 |
| == | 20 | 2 | 2 | 20 | 6 |
| & | 21 | 1 | 4 | 21 | 2 |
| simps | 22 | 1 | 3 | 22 | 2 |
| | | | 0 | 23 | 7 |
| | | | 1.0e-4 | 24 | 1 |

Таблица 8 - Расчетные характеристики

| | |
|--|--------------|
| длина программы | 208.1466 |
| реальный и потенциальный объемы программы | 1170.99 / 24 |
| уровень программы | 0.020495 |
| интеллектуальное содержание программы | 25.54898 |
| работа программиста | 57134.57 |
| время программирования | 5713.457 |
| уровень используемого языка программирования | 0.491889 |
| ожидаемое число ошибок в программе | 0.390332 |

4) Выполнили программный расчет для программы на Си

Таблица 9 - Измеримые характеристики

| | |
|-----------------------------|-----|
| число простых операторов | 34 |
| число простых операндов | 36 |
| общее число всех операторов | 181 |
| общее число всех операндов | 112 |
| словарь программы | 70 |
| длина программы. | 293 |

| Operators: | | | | Operands: | | | |
|------------|----|---------|--|-----------|----|---------------------------|--|
| 1 | 13 | () | | 1 | 1 | "%5d %f\n" | |
| 2 | 12 | * | | 2 | 1 | "%f" | |
| 3 | 8 | + | | 3 | 1 | "Erf of %7.2f, is %12.8f" | |
| 4 | 1 | ++ | | 4 | 1 | "Erf of 0.0 is 0.0\n" | |
| 5 | 13 | , | | 5 | 1 | "Erf? \n" | |
| 6 | 4 | - | | 6 | 1 | "\n" | |
| 7 | 6 | / | | 7 | 5 | 0 | |
| 8 | 39 | ; | | 8 | 2 | 0.0 | |
| 9 | 1 | < | | 9 | 1 | 0.0f | |
| 10 | 1 | <= | | 10 | 4 | 1 | |
| 11 | 22 | = | | 11 | 1 | 1.0 | |
| 12 | 2 | == | | 12 | 1 | 1.0E-4 | |
| 13 | 1 | > | | 13 | 3 | 2 | |
| 14 | 2 | _& | | 14 | 2 | 2.0 | |
| 15 | 5 | _* | | 15 | 1 | 2.0f | |
| 16 | 1 | __ | | 16 | 1 | 3 | |
| 17 | 1 | ___* | | 17 | 1 | 3.0 | |
| 18 | 2 | const | | 18 | 1 | 4 | |
| 19 | 1 | double | | 19 | 1 | 4.0f | |
| 20 | 2 | dowhile | | 20 | 1 | M_PI | |
| 21 | 1 | expf | | 21 | 1 | WITHIO | |
| 22 | 2 | fabsf | | 22 | 6 | delta_x | |
| 23 | 16 | float | | 23 | 3 | done | |
| 24 | 1 | for | | 24 | 3 | end_sum | |
| 25 | 5 | fx | | 25 | 3 | erf | |
| 26 | 2 | if | | 26 | 4 | even_sum | |
| 27 | 4 | int | | 27 | 4 | i | |
| 28 | 1 | main | | 28 | 8 | lower | |
| 29 | 5 | printf | | 29 | 7 | odd_sum | |
| 30 | 2 | return | | 30 | 7 | pieces | |
| 31 | 1 | scanf | | 31 | 9 | sum | |
| 32 | 2 | simps | | 32 | 4 | sum1 | |
| 33 | 1 | sqrt | | 33 | 4 | tol | |
| 34 | 1 | void | | 34 | 2 | twopi | |
| | | | | 35 | 10 | upper | |
| | | | | 36 | 6 | x | |

Рис 2 – Число вхождений операторов/операндов при программном расчете для программы на Си

Таблица 10 - Расчетные характеристики

| | |
|---|-------------|
| длина программы | 359.091 |
| реальный и потенциальный объемы программы | 1795.88/ 24 |
| уровень программы | 0.0133639 |

| | | |
|---|------------|----------|
| интеллектуальное программы | содержание | 33.9557 |
| работа программиста | | 134383 |
| время программирования | | 7465.71 |
| уровень используемого программирования | языка | 0.320734 |
| ожидаемое число ошибок в программе | | 0.588627 |

5) Выполнили ручной расчет для программы на Ассемблере:

Таблица 11 - Измеримые характеристики

| | |
|-----------------------------|-----|
| число простых операторов | 31 |
| число простых операндов | 48 |
| общее число всех операторов | 166 |
| общее число всех операндов | 409 |
| словарь программы; | 79 |
| длина программы. | 575 |

Таблица 12 – Число вхождений операторов/операндов

| Оператор | i | f _i | Операнд | j | f _j |
|-----------|----|----------------|-----------|----|----------------|
| push | 1 | 3 | rbp | 1 | 6 |
| mov | 2 | 24 | rsp | 2 | 6 |
| sub | 3 | 2 | rbp-16 | 3 | 1 |
| movsd | 4 | 91 | xmm0 | 4 | 136 |
| xorpd | 5 | 1 | rbp-8 | 5 | 10 |
| mulsd | 6 | 28 | xmm1 | 6 | 50 |
| call exp | 7 | 2 | .LC0(rip) | 7 | 3 |
| ret | 8 | 3 | rbp-120 | 8 | 3 |
| movq | 9 | 16 | xmm2 | 9 | 34 |
| subsd | 10 | 2 | rbp-24 | 10 | 7 |
| call erf | 11 | 1 | rbp-32 | 11 | 9 |
| divsd | 12 | 14 | rbp-40 | 12 | 5 |
| addsd | 13 | 26 | QWORD PTR | 13 | 124 |
| call erfc | 14 | 1 | rbp-48 | 14 | 3 |
| lea | 15 | 1 | rbp-56 | 15 | 2 |
| pxor | 16 | 4 | rbp-64 | 16 | 2 |
| leave | 17 | 3 | rbp-72 | 17 | 2 |
| ucomisd | 18 | 2 | eax | 18 | 7 |
| movapd | 19 | 16 | rbp-80 | 19 | 2 |
| jmp | 20 | 3 | rbp-88 | 20 | 2 |
| comisd | 21 | 2 | rbp-96 | 21 | 13 |
| jp | 22 | 1 | rbp-104 | 22 | 2 |
| add | 24 | 1 | .LC2(rip) | 23 | 1 |

| | | | | | |
|--|--|--|------------|----|----|
| | | | rax | 24 | 24 |
| | | | edi | 25 | 6 |
| | | | .LC4(rip) | 26 | 1 |
| | | | .LC5(rip) | 27 | 1 |
| | | | xmm3 | 28 | 25 |
| | | | xmm5 | 29 | 8 |
| | | | edx | 30 | 3 |
| | | | .LC6(rip) | 31 | 1 |
| | | | .L8 | 32 | 2 |
| | | | .L9 | 33 | 3 |
| | | | .LC7(rip) | 34 | 1 |
| | | | .LC8(rip) | 35 | 1 |
| | | | .LC9(rip) | 36 | 1 |
| | | | .LC10(rip) | 37 | 1 |
| | | | .LC11(rip) | 38 | 2 |
| | | | .L11 | 39 | 3 |
| | | | -128 | 40 | 1 |
| | | | 48 | 41 | 1 |
| | | | xmm4 | 42 | 20 |
| | | | .LC1(rip) | 43 | 1 |
| | | | .LC3(rip) | 44 | 1 |
| | | | .LC12(rip) | 45 | 1 |
| | | | .LC13(rip) | 46 | 1 |
| | | | .LC14(rip) | 47 | 1 |
| | | | .LC15(rip) | 48 | 1 |
| | | | .LC16(rip) | 49 | 1 |
| | | | .LC17(rip) | 50 | 1 |
| | | | .LC18(rip) | 51 | 1 |
| | | | .LC19(rip) | 52 | 1 |
| | | | .LC20(rip) | 53 | 2 |
| | | | .LC21(rip) | 54 | 1 |
| | | | .LC22(rip) | 55 | 1 |
| | | | rsi | 56 | 2 |
| | | | BYTE PTR | 57 | 3 |
| | | | al | 58 | 2 |

Таблица 13 - Расчетные характеристики

| | |
|---|---------------|
| длина программы | 421.658 |
| реальный и потенциальный объемы программы | 3624.674 / 24 |
| уровень программы | 0.0066 |
| интеллектуальное содержание программы | 27.4445 |
| работа программиста | 547427.5 |
| время программирования | 54742.75 |

| | |
|--|----------|
| уровень используемого языка программирования | 0.158911 |
| ожидаемое число ошибок в программе | 1.208225 |

б) Сводная таблица расчетов для трех языков.

Таблица 14 – Сводная таблица расчетов

| | pascal вручную | pascal программно о | с вручную | с программ но | asm вручную |
|--|-------------------|---------------------------|--------------|---------------------|----------------|
| число простых операторов | 18 | 27 | 22 | 34 | 31 |
| число простых операндов | 24 | 36 | 24 | 36 | 48 |
| общее число операторов <small>всех</small> | 80 | 162 | 112 | 181 | 166 |
| общее число операндов <small>всех</small> | 83 | 118 | 100 | 112 | 409 |
| словарь программы | 42 | 63 | 46 | 70 | 79 |
| длина программы экспериментальная | 163 | 280 | 212 | 293 | 575 |
| длина программы теоретическая | 185.098 | 314.499 | 208.1466 | 359.091 | 421.658 |
| реальный и потенциальный объемы программы | 1426.136 / 11.61 | 1980.82/ 19.6515 | 1170.99 / 24 | 1795.88/ 24 | 3624.674 / 24 |
| уровень программы | 0.027305 | 0.01434 | 0.020495 | 0.0133639 | 0.0066 |
| интеллектуальное содержание | 28.2393 | 37.8223 | 25.54898 | 33.9557 | 27.4445 |
| работа программиста | 32189.55 | 116711 | 57134.57 | 134383 | 547427.5 |
| время программирования | 3218.955 | 6483.95 | 5713.457 | 7465.71 | 54742.75 |
| уровень | 0.655329 | 0.34416 | 0.491889 | 0.320734 | 0.15891 |

| | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|--------------|
| используемого языка программирования | | | | | 1 |
| ожидаемое число ошибок в программе | 0.292983 | 0.557879 | 0.390332 | 0.588627 | 1.20822 5 |

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.