

**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

\_\_\_\_\_

Кириянов 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.

## Программа 6.

Сортировка медотом Шелла, в.1.

## Ход работы

Был выполнен ручной расчет (при помощи excel-таблицы) для программы на Паскаль. Для этого был сформирован файл с оформлением, аналогичным оформлению файла, сгенерированному при программном расчете. Полученные значения представлены на рисунках ниже.

The number of different operators	:	20
The number of different operands	:	21
The total number of operators	:	52
The total number of operands	:	71
Dictionary	( D)	: 41
Length	( N)	: 123

Рисунок 1 – Измеримые характеристики

Dictionary	( D)	: 41
Length	( N)	: 123
Length estimation	( ^N)	: 178.677
Volume	( V)	: 658.979
Potential volume	( *V)	: 15.5098
Programming level	( L)	: 0.023536
Intellect	( I)	: 19.4909
Time of programming	( T)	: 2799.9
Programming language level	(lambda)	: 0.365039
Work on programming	( E)	: 27998.7
Error	( B)	: 1

Рисунок 2 – Расчетные характеристики

Operators:			
1	6		()
2	1		+
3	1		div
4	15		=
5	2		>
6	7		[]
7	1		const
8	3		for
9	1		if
10	1		program
11	1		random
12	1		randomize
13	1		repeat
14	2		sort
15	2		swap
16	1		type
17	1		while
18	1		write
19	2		write_arr
20	2		writeln

Рисунок 3 – Число вхождений операторов при ручном расчете

Operands:			
1	1		' '
2	6		1
3	1		100
4	1		2
5	1		7
6	1		80
7	5		a
8	3		ary
9	4		done
10	1		false
11	3		hold
12	10		i
13	5		j
14	6		jump
15	3		max
16	8		n
17	3		p
18	3		q
19	1		shell
20	1		true
21	4		x

Рисунок 4 – Число вхождений операндов при ручном расчете

Был выполнен программный расчет для программы на Паскаль, полученные значения представлены на рисунках ниже.

```
Statistics for module pas.lxm
=====
The number of different operators      : 20
The number of different operands      : 21
The total number of operators         : 50
The total number of operands         : 66

Dictionary                            ( D)   : 41
Length                               ( N)   : 116
```

Рисунок 5 – Измеримые характеристики

```
Length estimation      ( ^N)   : 178.677|
Volume                ( V)    : 621.476
Potential volume      (*V)    : 19.6515
Limit volume          (**V)   : 38.2071
Programming level     ( L)    : 0.0316207
Programming level estimation ( ^L) : 0.0318182
Intellect             ( I)    : 19.7742
Time of programming   ( T)    : 1091.9
Time estimation       ( ^T)   : 1671.43
Programming language level (lambda) : 0.621393
Work on programming   ( E)    : 19654.1
Error                 ( B)    : 0.242762
Error estimation      ( ^B)   : 0.207159
```

Рисунок 6 – Расчетные характеристики

```
Operators:
| 1 | 8 | | ()
| 2 | 1 | | +
| 3 | 1 | | /
| 4 | 12 | | =
| 5 | 2 | | >
| 6 | 6 | | []
| 7 | 1 | | const
| 8 | 3 | | for
| 9 | 1 | | if
| 10 | 1 | | program
| 11 | 1 | | random
| 12 | 1 | | randomize
| 13 | 1 | | repeat
| 14 | 2 | | sort
| 15 | 2 | | swap
| 16 | 1 | | type
| 17 | 1 | | while
| 18 | 1 | | write
| 19 | 2 | | write_arr
| 20 | 2 | | writeln
```

Рисунок 7 – Число вхождений операторов при программном расчете

Operands:		
1	1	' '
2	6	1
3	1	100
4	1	2
5	1	7
6	1	80
7	5	a
8	1	ary
9	4	done
10	1	false
11	3	hold
12	8	i
13	4	j
14	6	jump
15	3	max
16	8	n
17	3	p
18	3	q
19	1	shell
20	1	true
21	4	x

Рисунок 8 – Число вхождений операндов при программном расчете

Был выполнен ручной расчет для программы на Си. Полученные значения представлены на рисунках ниже.

The number of different operators	:	25
The number of different operands	:	18
The total number of operators	:	81
The total number of operands	:	75
Dictionary	( D)	: 43
Length	( N)	: 156

Рисунок 9 – Измеримые характеристики

Length estimation	( ^N)	: 191.16
Volume	( V)	: 846.497
Potential volume	( *V)	: 19.6515
Programming level	( L)	: 0.023215
Intellect	( I)	: 16.2527
Time of programming	( T)	: 3646.33
Programming language level	(lambda)	: 0.45621
Work on programming	( E)	: 36463.3
Error	( B)	: 1

Рисунок 10 – Расчетные характеристики

Operators:		
1	1	%
2	17	()
3	1	+
4	3	++
5	7	,
6	1	/
7	3	<
8	14	=
9	2	>
10	9	[]
11	2	_&
12	3	__*
13	1	dowhile
14	3	for
15	1	if
16	1	main
17	1	printf
18	1	rand
19	1	return
20	2	sort
21	1	srand
22	2	swap
23	1	time
24	1	while
25	2	write_arr

Рисунок 11 – Число вхождений операторов при ручном расчете

Operands:			
1	1	1	"%d "
2	5	0	
3	2	1	
4	1	100	
5	1	2	
6	1	80	
7	1	NULL	
8	5	a	
9	4	done	
10	3	hold	
11	14	i	
12	7	j	
13	6	jump	
14	5	max	
15	7	n	
16	3	p	
17	3	q	
18	6	x	

Рисунок 12 – Число вхождений операндов при ручном расчете

Был выполнен программный расчет для программы на Си, полученные значения представлены на рисунках ниже.

```
Statistics for module c.lxm
=====
The number of different operators      : 26
The number of different operands      : 18
The total number of operators         : 74
The total number of operands         : 75

Dictionary                            ( D)  : 44
Length                               ( N)  : 149
```

Рисунок 13 – Измеримые характеристики

```
Length estimation      ( ^N)  : 197.27
Volume                ( V)   : 813.455
Potential volume      ( *V)  : 19.6515
Limit volume          (**V)  : 38.2071
Programming level     ( L)   : 0.024158
Programming level estimation ( ^L) : 0.0184615
Intellect             ( I)   : 15.0176
Time of programming   ( T)   : 1870.68
Time estimation       ( ^T)  : 3240.92
Programming language level (lambda) : 0.474741
Work on programming   ( E)   : 33672.2
Error                 ( B)   : 0.347584
Error estimation      ( ^B)  : 0.271152
```

Рисунок 14 – Расчетные характеристики

```
Operators:
| 1 | 1 | %
| 2 | 10 | ( )
| 3 | 1 | +
| 4 | 3 | ++
| 5 | 7 | ,
| 6 | 1 | /
| 7 | 3 | <
| 8 | 14 | =
| 9 | 2 | >
| 10 | 6 | [ ]
| 11 | 2 | _&
| 12 | 3 | _[ ]
| 13 | 3 | _*
| 14 | 1 | dowhile
| 15 | 3 | for
| 16 | 1 | if
| 17 | 1 | main
| 18 | 1 | printf
| 19 | 1 | rand
| 20 | 1 | return
| 21 | 2 | sort
| 22 | 1 | srand
| 23 | 2 | swap
| 24 | 1 | time
| 25 | 1 | while
| 26 | 2 | write_arr
```

Рисунок 15 – Число вхождений операторов при программном расчете



Operands:			
1	1	1	"%d "
2	5	0	
3	2	1	
4	1	100	
5	1	2	
6	1	80	
7	1	NULL	
8	5	a	
9	4	done	
10	3	hold	
11	14	i	
12	7	j	
13	6	jump	
14	5	max	
15	7	n	
16	3	p	
17	3	q	
18	6	x	

Рисунок 16 – Число вхождений операндов при программном расчете

Был выполнен ручной расчет для программы на Асемблер, полученные значения представлены на рисунках ниже.

```
The number of different operators      : 21
The number of different operands      : 62
The total number of operators         : 145
The total number of operands         : 307
```

```
Dictionary          ( D)  : 83
Length              ( N)  : 452
```

Рисунок 13 – Измеримые характеристики

```
Length estimation    ( ^N)  : 461.399
Volume               ( V)   : 2881.518
Potential volume     ( *V)  : 19.6515
Programming level    ( L)   : 0.00682
Intellect            ( I)   : 55.4224
Time of programming  ( T)   : 42251.999
Programming language level (lambda) : 0.13402
Work on programming  ( E)   : 422519.99
Error                ( B)   : 3
```

Рисунок 14 – Расчетные характеристики

```
Operators:
| 1 | 4 | push
| 2 | 65 | mov
| 3 | 5 | nop
| 4 | 1 | pop
| 5 | 4 | ret
| 6 | 5 | sub
| 7 | 4 | jmp
| 8 | 2 | shr
| 9 | 10 | add
| 10 | 3 | sar
| 11 | 5 | cdqe
| 12 | 10 | lea
| 13 | 6 | cmp
| 14 | 1 | jle
| 15 | 7 | call
| 16 | 4 | jl
| 17 | 1 | jne
| 18 | 1 | jg
| 19 | 3 | leave
| 20 | 2 | movsx
| 21 | 2 | imul
```

Рисунок 15 – Число вхождений операторов при ручном расчете

Operands:

1	9	rbp	32	2	swap
2	10	[rbp-24]	33	2	.L6
3	3	[rbp-32]	34	2	.L7
4	2	[rbp-320]	35	2	.L8
5	7	[rbp-8]	36	1	.string
6	7	[rbp-4]	37	2	.L10
7	3	[rbp-28]	38	1	OFFSET
8	6	[rbp-12]	39	1	FLAT
9	3	[rbp-16]	40	2	.LC0
10	5	[0+rax*4]	41	1	printf
11	3	[rax]	42	2	write_arr
12	1	[rbp-320+rax*4]	43	2	.L11
13	7	rsp	44	1	320
14	15	QWORD PTR	45	3	edi
15	6	rdi	46	2	ecx
16	2	rsi	47	1	time
17	23	rax	48	1	srand
18	3	32	49	6	i
19	36	DWORD PTR	50	8	[rip]
20	8	esi	51	4	n
21	35	eax	52	1	.long
22	16	edx	53	1	.zero
23	2	31	54	1	80
24	5	1	55	1	1374389535
25	8	0	56	2	sort
26	2	.L3	57	1	5
27	2	.L4	58	1	100
28	1	4	59	2	.L13
29	11	rdx	60	2	.L14
30	4	rcx	61	1	rand
31	2	.L5	62	1	main

Рисунок 16 – Число вхождений операндов при ручном расчете

Сводная таблица расчетов для трех языков представлена ниже.

Таблица 14 – Сводная таблица расчетов

	pascal вручную	pascal программно	c вручную	c программ но	asm вручную
число простых операторов	20	20	25	26	21
число простых операндов	21	21	18	18	62
общее число всех операторов	52	50	81	74	145
общее число всех операндов	71	66	75	75	307
словарь программы	41	41	43	44	83
длина программы экспериментальная	123	116	156	149	452
длина программы теоретическая	178.677	178.677	191.16	197.27	461.399
Реальный и потенциальный объемы программы	658.979/ 15.5098	621.476/ 19.6515	846.497/ 19.6515	813.455/ 19.6515	2881.518/ 19.6515
уровень программы	0.023536	0.0316207	0.023215	0.024158	0.00682
интеллектуальное содержание программы	19.4909	19.7742	16.2527	15.0176	55.4224
работа программиста	27998.7	19654.1	36463.3	33672.2	422519.99
время программирования	2799.9	1091.9	3646.33	1870.68	42251.999
уровень используемого языка программирования	0.365039	0.621393	0.45621	0.474741	0.13402
ожидаемое число ошибок в программе	1	0.242762	1	0.347584	3

## **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.