

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

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №1**  
**по дисциплине «Качество и метрология ПО»**  
**Тема: Расчет метрических характеристик качества разработки**  
**программ по метрикам Холстеда**

Студент гр. 8304

\_\_\_\_\_

Ивченко А.А.

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. Добиться, чтобы программы на Паскале и Си были работоспособны и давали корректные результаты (это потребуется в дальнейшем при проведении с ними измерительных экспериментов).

Для каждой из разработанных программ (включая исходную программу на Паскале) определить следующие метрические характеристики (по Холстеду):

1. Измеримые характеристики программ:

- число простых(отдельных)операторов, в данной реализации;
- число простых (отдельных) операндов, в данной реализации;
- общее число всех операторов в данной реализации;
- общее число всех операндов в данной реализации;
- число вхождений j-го оператора в тексте программы;
- число вхождений j-го операнда в тексте программы;
- словарь программы;
- длину программы.

2. Расчетные характеристики программы:

- длину программы;
- реальный и потенциальный объемы программы;
- уровень программы;
- интеллектуальное содержание программы;
- работу программиста;
- время программирования;
- уровень используемого языка программирования;
- ожидаемое число ошибок в программе.

### **Вариант 5.**

Процедура сортировки методом «пузырька».

### **Ход работы.**

1) Был расчет характеристик Холстеда программы на языке Паскаль двумя способами:

1.1) Ручной расчет

№	Оператор	Количество	№	Операнд	Количество
1	()	5	1	1	6
2	+	2	2	100	1
3	-	1	3	80	1
4	;	21	4	B_sort1	1
5	=	11	5	a	5
6	>	1	6	ary	1
7	[]	6	7	false	1
8	ary	3	8	hold	3
9	boolean	1	9	i	2
10	const	1	10	j	5
11	for	3	11	max	3
12	if	1	12	n	6
13	integer	3	13	no_change	4
14	procedure	2	14	p	3
15	program	1	15	q	3
16	random	2	16	true	1
17	randomize	1	17	x	3
18	real	3			
19	repeat	1			
20	sort	2			
21	swap	2			
22	type	1			

Таблица 1 – ручной расчет для программы на Паскаль

## 1.2) Программный расчет

Statistics for module output.lxm

---

The number of different operators : 22  
 The number of different operands : 17  
 The total number of operators : 73  
 The total number of operands : 49

Dictionary ( D ) : 39  
 Length ( N ) : 122  
 Length estimation ( ^N ) : 167.594  
 Volume ( V ) : 644.819  
 Potential volume ( \*V ) : 19.6515  
 Limit volume ( \*\*V ) : 38.2071  
 Programming level ( L ) : 0.030476  
 Programming level estimation ( ^L ) : 0.0315399  
 Intellect ( I ) : 20.3375  
 Time of programming ( T ) : 1175.46  
 Time estimation ( ^T ) : 1560.29  
 Programming language level ( lambda ) : 0.598898  
 Work on programming ( E ) : 21158.3  
 Error ( B ) : 0.254995  
 Error estimation ( ^B ) : 0.21494

Operators:			Operands:		
1	6	()	1	6	1
2	2	+	2	1	100
3	1	-	3	1	80
4	25	;	4	1	B_sort1
5	9	=	5	5	a
6	1	>	6	1	ary
7	5	[]	7	1	false
8	2	ary	8	3	hold
9	1	boolean	9	2	i
10	1	const	10	5	j
11	2	for	11	3	max
12	1	if	12	6	n
13	3	integer	13	4	no_change
14	2	procedure	14	3	p
15	1	program	15	3	q
16	1	random	16	1	true
17	1	randomize	17	3	x
18	3	real			
19	1	repeat			
20	2	sort			
21	2	swap			
22	1	type			

Рис. 1 – программный расчет характеристик и число вхождений операторов и операндов

2. Был выполнен расчет характеристик программы на языке Си двумя способами:

### 2.1) Ручной расчет

№	Оператор	Количество	№	Оператор	Количество	№	Операнд	Количество
1	!	1	15	_[]	1	1	0	4
2	%	2	16	__*	3	2	1	4
3	()	11	17	const	1	3	100	1
4	+	2	18	dowhile	1	4	80	1
5	++	2	19	for	2	5	a	5
6	,	4	20	if	1	6	hold	2
7	-	1	21	2 int	1	7	i	4
8	;	18	22	main	1	8	j	7
9	<	2	23	rand	2	9	max	2
10	=	10	24	return	1	10	n	6
11	>	1	25	sort	2	11	no_change	4
12	[]	5	26	swap	2	12	p	3
13	_&	2	27	void	2	13	q	3
14	_*	4				14	x	3

Таблица 2 – ручной расчет характеристик программы на Си

## 2.2) Программный расчет

Operators:

1	1	!
2	2	%
3	6	()
4	2	+
5	2	++
6	4	,
7	1	-
8	22	;
9	2	<
10	10	=
11	1	>
12	5	[]
13	2	_&
14	4	_*
15	1	_[]
16	3	__*
17	1	const
18	1	dowhile
19	2	for
20	1	if
21	12	int
22	1	main
23	2	rand
24	1	return
25	2	sort
26	2	swap
27	2	void

Operands:

1	4	0
2	4	1
3	1	100
4	1	80
5	5	a
6	2	hold
7	4	i
8	7	j
9	2	max
10	6	n
11	4	no_change
12	3	p
13	3	q
14	3	x

Summary:

---



---

The number of different operators	: 27
The number of different operands	: 14
The total number of operators	: 95
The total number of operands	: 49

Dictionary	( D )	: 41
Length	( N )	: 144
Length estimation	( ^N )	: 181.685
Volume	( V )	: 771.487
Potential volume	( *V )	: 19.6515
Limit volume	( **V )	: 38.2071
Programming level	( L )	: 0.0254722
Programming level estimation	( ^L )	: 0.021164
Intellect	( I )	: 16.3278
Time of programming	( T )	: 1682.63
Time estimation	( ^T )	: 2555.14
Programming language level	( lambda )	: 0.500567
Work on programming	( E )	: 30287.4
Error	( B )	: 0.323882
Error estimation	( ^B )	: 0.257162

Рис. 2 - программный расчет характеристик и число вхождений операторов и операндов

3. Был выполнен ручной расчет характеристик программы на язык Ассемблер.

№	Оператор	Число вхождений	№	Операнд	Число вхождений	№	Операнд	Число вхождений
1	push	8	1	rbp	46	26	swap	2
2	mov	67	2	rsp	10	27	sort	2
3	sub	8	3	QWORD	15	28	.L3	2
4	nop	3	4	DWORD	26	29	.L4	2
5	pop	7	5	PTR	44	30	.L5	2
6	ret	3	6	rdi	4	31	.L6	2
7	cdqe	5	7	rsi	3	32	.L8	2
8	lea	7	8	rax	42	33	.L9	2
9	add	10	9	eax	25	34	80	2
10	cmp	3	10	edx	15	35	24	8
11	jle	1	11	esi	3	36	32	5
12	call	4	12	rdx	18	37	4	17
13	jl	3	13	rcx	6	38	28	2
14	movzx	1	14	BYTE	3	39	1	30
15	xor	1	15	al	7	40	8	12
16	test	1	16	R15	3	41	0	14
17	jne	1	17	R14	3	42	40	2
18	leave	1	18	R13	3	43	56	4
19	cdq	6	19	R12	3	44	64	1
20	idiv	1	20	rbx	4	45	16	3
21	movsx	5	21	rand	2	46	2	2
22	div	2	22	ecx	9	47	3	1
23	imul	3	23	R15d	1	48	72	3
24	shr	2	24	R13d	1	49	52	4
25	sal	1	25	max	1	50	1374389535	1
						51	5	1
						52	31	1
						53	100	1

Таблица 3 – ручной расчет вхождений операторов и операндов для программы на языке  
Ассемблер

4. Была составлена сводная таблица расчетов для трех языков.

	Паскаль	Си	Ассемблер
Число простых операторов	22	27	25
Число простых операндов	17	14	53
Общее число операторов	73	95	154
Общее число операндов	49	49	427
Алфавит	39	41	78
Экспериментальная длина	122	144	581
Теоритическая длина	167.594	181.685	419.676188
Объем программы	644.819	771.487	3651.818689
Потенциальный объем	19.6515	19.6515	11.609640
Уровень программы	0.030476	0.0254722	0.003179
Интеллект программы	20.3375	16.3278	36.261618
Работа в программировании	21158.3	30287.4	1148681.16
Время кодирования	1175.46	1682.63	63815.62
Уровень языка программирования	0.598898	0.500567	0.036908
Уровень ошибок	0.254995	0.323882	3.646118

## **Вывод**

В ходе лабораторной работы были посчитаны метрические характеристики по Холстеду для программ разных языков программирования. Метрические характеристики программ, написанных на языках Си и Паскаль, выглядят похожим образом, так как имеют схожую структуру. Так как Ассемблер является языком низкого уровня, то характеристики программы, написанной на языке Ассемблер, значительно отличаются. Характеристики были посчитаны вручную и автоматически.