

**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 программного обеспечения»**  
**ТЕМА: «Расчет метрических характеристик качества разработки**  
**программ по метрикам Холстеда»**

Студент гр. 7304

\_\_\_\_\_

Овчинников Н.В.

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Кириячиков В.А.

Санкт-Петербург

2021

## Задание

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.

Для характеристик длина программы, уровень программы, время программирования следует рассчитать, как саму характеристику, так и ее оценку.

## Ход работы

### 1. Определение метрических характеристик для программы на Pascal.

Код программы представлен в приложении А. Измеримые характеристики рассчитанные вручную представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Измеримые характеристики программы на Pascal (ручной подсчёт)

№	Оператор	Количество	№	Операнд	Количество
1	program	1	1	x	2
2	procedure	1	2	y	1
3	linfit	1	3	y_calc	1
4	()	2	4	a	2
5	;	27	5	b	1
6	:=	20	6	n	6
7	real	4	7	linear_fit	1
8	integer	2	8	i	6
9	for do	2	9	sum_x	7
10	+	6	10	sum_y	7
11	*	9	11	sum_xy	5
12	/	6	12	sum_x2	5
13	begin	4	13	sum_y2	4
14	end	4	14	xi	5
15	[]	4	15	yi	5
16	.	1	16	sxx	3
Всего		94	17	sy	1
			18	sxy	2
			19	0.0	5
			Всего		70

Измеримые характеристики, рассчитанные с помощью программы представлены в таблице 2. Файл с результатами программных расчётов представлен в приложении Б.

Таблица 2 – Измеримые характеристики программы на Pascal (программный расчёт)

№	Оператор	Количество	№	Операнд	Количество
1	()	6	1	0.0	5
2	*	9	2	1	2
3	+	6	3	a	3
4	-	4	4	b	3
5	/	6	5	i	5
6	;	40	6	linear_fit	1
7	=	18	7	n	7
8	[]	4	8	sum_x	8
9	for	2	9	sum_x2	6
10	integer	2	10	sum_xy	6
11	linfit	1	11	sum_y	8
12	procedure	1	12	sum_y2	5
13	program	1	13	sxx	4
14	real	4	14	sxy	3
Всего		105	15	syy	2
			16	x	3
			17	xi	6
			18	y	2
			19	y_calc	2
			20	yi	6
			Всего		88

Определение расчетных характеристик представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Расчётные характеристики программы на Pascal

Характеристика	Ручной подсчёт	Программный расчёт
Число простых операторов $n_1$	16	14
Число простых операндов $n_2$	19	20
Общее число всех операторов $N_1$	94	105
Общее число всех операндов $N_2$	70	88
Словарь $n$	35	34
Длина $N_{\text{опыт}}$	164	193
Теоретическая длина $N_{\text{теор}}$	133.86	150.84
Объём $V$	841.16	997.80
Потенциальный объём $V^*$	19.65	19.65
Уровень программы $L$	0.020	0.020
Оценка уровня программы $L^{\sim}$	0.034	0.032
Интеллектуальное содержание $I$	28.54	31.75
Работа программирования $E$	35993.94	50662.60
Оценка времени программирования $T^{\wedge}$	3600.76	1361.63
Время программирования $T$	2479.20	2814.59
Уровень языка $\lambda$	0.39	0.39
Ожидаемое число ошибок в программе $B$	1	1

## 2. Определение метрических характеристик для программы на Си.

Код программы представлен в приложении В. Измеримые характеристики рассчитанные вручную представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Измеримые характеристики программы на Си (ручной подсчёт)

№	Оператор	Количество	№	Операнд	Количество
1	void	1	1	0	3
2	linfit	1	2	0.0	5
3	()	5	3	a	2
4	{}	3	4	b	2
5	float	6	5	i	10
6	int	5	6	n	6
7	;	23	7	sum_x	7
8	=	20	8	sum_x2	5
9	for	2	9	sum_xy	5
10	++	2	10	sum_y	7
11	<	2	11	sum_y2	4
12	[]	4	12	sxx	3
13	+	10	13	sxy	2
14	-	4	14	syy	1
15	/	6	15	x	2
16	*	9	16	xi	5
17	_* разыменование указателя	4	17	y	1
18	__* указатель	5	18	y_calc	1
Всего		114	19	yi	5
			Всего		76

Измеримые характеристики, рассчитанные с помощью программы представлены в таблице 5. Файл с результатами программных расчётов представлен в приложении Г.

Таблица 5 – Измеримые характеристики программы на Си (программный расчёт)

№	Оператор	Количество	№	Операнд	Количество
1	()	6	1	0	3
2	*	9	2	0.0	5
3	+	6	3	a	3
4	++	2	4	b	3
5	,	15	5	i	10
6	-	4	6	n	7
7	/	6	7	sum_x	8
8	;	28	8	sum_x2	6
9	<	2	9	sum_xy	6
10	=	20	10	sum_y	8
11	[]	4	11	sum_y2	5
12	_*	4	12	sxx	4
13	_[ ]	1	13	sxy	3
14	__*	6	14	syy	2
15	char	1	15	x	3
16	const	2	16	xi	6
17	float	6	17	y	2
18	for	2	18	y_calc	2
19	int	5	19	yi	6
20	linfit	1	Всего		92
21	void	1			
Всего		131			

Определение расчетных характеристик представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Расчётные характеристики программы на Си

Характеристика	Ручной подсчёт	Программный расчёт
Число простых операторов $n_1$	18	21
Число простых операндов $n_2$	19	19
Общее число всех операторов $N_1$	114	131
Общее число всех операндов $N_2$	76	92
Словарь $n$	37	40
Длина $N_{\text{опыт}}$	190	223
Теоретическая длина $N_{\text{теор}}$	155.77	196.28
Объём $V$	989.71	1239.29
Потенциальный объём $V^*$	19.65	19.65
Уровень программы $L$	0.020	0.016
Оценка уровня программы $L_{\sim}$	0.028	0.019
Интеллектуальное содержание $I$	27.49	24.08
Работа программирования $E$	49485.50	78154
Оценка времени программирования $T^{\wedge}$	4984.86	3064.49
Время программирования $T$	3562.96	4341.89
Уровень языка $\lambda$	0.39	0.31
Ожидаемое число ошибок в программе $B$	1	1



### 3. Определение метрических характеристик для программы на Ассемблере.

Код программы представлен в приложении Д. Ручной расчёт измеримых характеристик представлен в таблице 7.

Таблица 7 – Измеримые характеристики программы на Ассемблере (ручной подсчёт)

№	Оператор	Количество	№	Операнд	Количество
1	push	1	1	rbp	3
2	mov	23	2	rsp	1
3	pxor	5	3	rdi	1
4	movss	40	4	rsi	1
5	jmp	2	5	rdx	1
6	cdqe	4	6	rcx	1
7	lea	4	7	r8	1
8	add	6	8	r9d	1
9	addss	6	9	xmm0	75
10	mulss	9	10	eax	8
11	jl	2	11	rax	24
12	cvtsi2ss	4	12	xmm1	25
13	divss	6	13	0	6
14	movaps	3	14	xmm2	2
15	subss	4	15	1	2
16	nop	2	16	linfit	1
17	pop	1	17	.L3	2
18	ret	1	18	.L2	2
Всего		123	19	.L4	2
			20	.L5	2
			21	QWORD PTR [rbp-56]	3
			22	QWORD PTR [rbp-64]	2
			23	QWORD PTR [rbp-72]	2
			24	QWORD PTR [rbp-80]	3
			25	QWORD PTR [rbp-88]	3
			26	DWORD PTR [rbp-92]	7
			27	DWORD PTR [rbp-4]	6
			28	DWORD PTR [rbp-8]	6

	29	DWORD PTR [rbp-12]	5
	30	DWORD PTR [rbp-16]	5
	31	DWORD PTR [rbp-20]	4
	32	DWORD PTR [rbp-24]	5
	33	DWORD PTR [rax]	8
	34	[0+rax*4]	4
	35	DWORD PTR [rbp-48]	4
	Bcero		228

Определение расчетных характеристик представлено в таблице 8.

Таблица 8 – Расчётные характеристики программы на Ассемблере

Характеристика	Ручной расчёт
Число простых операторов $n_1$	18
Число простых операндов $n_2$	35
Общее число всех операторов $N_1$	123
Общее число всех операндов $N_2$	228
Словарь $n$	53
Длина $N_{\text{опыт}}$	351
Теоретическая длина $N_{\text{теор}}$	254.58
Объём $V$	2010.50
Потенциальный объём $V^*$	19.65
Уровень программы $L$	0.007
Оценка уровня программы $L^{\sim}$	0.017
Интеллектуальное содержание $I$	34.29
Работа программирования $E$	205705.36
Оценка времени программирования $T^{\wedge}$	29612.53
Время программирования $T$	11787.27
Уровень языка $\lambda$	0.01
Ожидаемое число ошибок в программе $B$	19

#### 4. Сравнение результатов определения метрических характеристик.

Таблица 9 – Сводная таблица расчетов для всех языков

	<b>Pascal</b>		<b>Си</b>		<b>Ассемблер</b>
<b>Характеристика</b>	<i>Ручной подсчёт</i>	<i>Программный расчёт</i>	<i>Ручной подсчёт</i>	<i>Программный расчёт</i>	<i>Ручной подсчёт</i>
Число простых операторов $n_1$	16	14	18	21	18
Число простых операндов $n_2$	19	20	19	19	35
Общее число всех операторов $N_1$	94	105	114	131	123
Общее число всех операндов $N_2$	70	88	76	92	228
Словарь $n$	35	34	37	40	53
Длина $N_{\text{опыт}}$	164	193	190	223	351
Теоретическая длина $N_{\text{теор}}$	133.86	150.84	155.77	196.28	254.58
Объём $V$	841.16	997.80	989.71	1239.29	<b>2010.50</b>
Потенциальный объём $V^*$	19.65				
Уровень программы	0.020	0.020	0.020	0.016	<b>0.007</b>
Оценка уровня программы $L^{\sim}$	0.034	0.032	0.028	0.019	0.017
Интеллектуальное содержание $I$	28.54	<b>31.75</b>	27.49	24.08	34.29
Работа программирования $E$	35993.94	50662.60	49485.50	78154	205705.36
Оценка времени программирования $T^{\wedge}$	3600.76	1361.63	4984.86	3064.49	29612.53
Время программирования $T$	<b>2479.20</b>	2814.59	3562.96	4341.89	<b>11787.27</b>
Уровень языка $\lambda$	0.39	0.39	0.39	0.31	<b>0.01</b>
Ожидаемое число ошибок в программе $B$	1	1	1	1	<b>19</b>

В результате сравнения видно, что уровень программы самый низкий у программы на Ассемблере (на порядок меньше чем у Си и Pascal), а самый высокий у программы на Pascal. Наибольшие показатели времени программирования, работы программирования и ожидаемого числа ошибок, наоборот, соответствуют Ассемблеру, а наименьший – Pascal. Показатели для Си практически не отличаются от Pascal за исключением высокого ожидаемого числа ошибок в программе, однако во всех случаях они хуже.

## **Выводы**

В результате выполнения данной лабораторной работы была изучена система метрик Холстеда. Было проведено сравнение программ, реализующих алгоритм линеаризации, на языках Pascal, Си и Ассемблер.

В результате сравнения видно, что уровень программы самый низкий у программы на Ассемблере (на порядок меньше чем у Си и Pascal), а самый высокий у программы на Pascal. Наибольшие показатели времени программирования, работы программирования и ожидаемого числа ошибок, наоборот, соответствуют Ассемблеру, а наименьший – Pascal. Показатели для Си практически не отличаются от Pascal за исключением высокого ожидаемого числа ошибок в программе, однако во всех случаях они хуже.