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	 Нам Ё Себ
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 12.

Быстрая сортировка

Ход работы

Был выполнен ручной расчет для программы на Pascal. Результаты записаны в виде, аналогичном исходному файлу с результатами. Полученные значения представлены ниже.

Число простых операторов	20
Число простых операндов	19
Общее число всех операторов	150
Общее число всех операндов	161
Словарь программы	39
Длина программы	311

Рисунок 1 – Измеримые характеристики

Длина программы	196.21499122
Реальный и потенциальный объемы	1839.828/19.65
программы	
Уровень программы	0.01068
Интелектуальное содержание программы	20.6722
Работа программиста	172250.027
Время программирования	17225.00279
Уровень используемого языка	0.2099004
программирования	
Ожидаемое число ошибок в программе	2

Рисунок 2 – Расчетные характеристики

Operators	5:	
1	1	%
2	5	&&
3	48	l ()
4	7	+
5	4	++
6	13	,
7	7	-
8	3	
9	1	/
10	11	< =
11	23	=
12	6	 >
13	2	>=
14	47	[] &
15	8	&
16	6	*
17	2	for
18	6	if
19	1	main
20	1	printf
21	1	rand
22	1	return
23	2	sort
24	1	srand
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28	5	swap
26	1	time
27	4	while
28	2	1 11

Рисунок 3 — Число вхождений операторов при ручном расчете

(Operands:	:	
	1	1	"%d "
	2	7	0
	3	10	1
	4	1	100
	5	1	2
	6	2	20
	7	1	5
	8	1	80
	9	1	NULL
	10	3	hold
	11	32	i
	12	17	j
	13	9	left
	14	3	max
	15	9	mid
	16	7	n
	17	3	l p
	18	9	pivot
	19	3	l q
	20	10	right
	21	20	sp
	22	29	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 P.lxm The number of different operators : 22 The number of different operands : 22 The total number of operators : 159 The total number of operands : 178 Dictionary (D) : 44 Length (N) : 339

Рисунок 5 – Измеримые характеристики

Length estimation	(^N)	:	196.215
Volume	(V)	:	1850.75
Potential volume	(*V)	:	19.6515
Limit volume	(**V)	:	38.2071
Programming level	(L)	:	0.0106181
Programming level estimation	(^L)	:	0.0111732
Intellect	(I)	:	20.6787
Time of programming	(T)	:	9683.37
Time estimation	(^T)	:	5326.36
Programming language level	(lambda)	:	0.208662
Work on programming	(E)	:	174301
Error	(B)	:	1.04011
Error estimation	(^B)	:	0.616916

Рисунок 6 – Расчетные характеристики

Operators:			
1	24	()	
2	9	+	
3	8	-	
4	0	/	
5	9	<	
6	28	=	
7	6	>	
8	2	>=	
9	44	l []	
10	5	and	
11	1	const	
12	1	for	
13	6	if	
14	2	or	
15	1	program	
16	1	random	
17	1	randomize	
18	2	sort	
19	5	swap	
20	1	type	
21	4	while	
22	1	writearr	

Рисунок 7 — Число вхождений операторов при программном расчете

0per	ands:		
1		1	0
2		20	1
3		1	100
4		1	2
5		1	20
6		1	5
7		1	80
8		1	ary
9		3	hold
1	0	28	i
1	1	19	j
1	2	9	left
1	3	3	max
1	4	9	mid
1	5	6	n
1	6	3	р
1	7	9	pivot
1	8	3	q
1	9	1	quick
2	0	10	right
2	1	22	sp
2	2	28	x

Рисунок 8 — Число вхождений операндов при программном расчете

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

Число простых операторов	28
Число простых операндов	22
Общее число всех операторов	219
Общее число всех операндов	179
Словарь программы	50
Длина программы	398

Рисунок 9 – Измеримые характеристики

Длина программы	232.713
Реальный и потенциальный объемы	2246.2547/19.6
программы	5
Уровень программы	0.00874
Интелектуальное содержание программы	19.71971
Работа программиста	256757.21721
Время программирования	25675.721721
Уровень используемого языка	0.1719221
программирования	
Ожидаемое число ошибок в программе	3

Рисунок 10 – Расчетные характеристики

Operators	5:	
1	1	%
2	5	&&
3	48	()
4	7	+
5	4	++
5 6	13	١,
7	7	-
8	3	
9	1	/
10	11	<
11	23	=
12	6	>
13	2	>=
14	47	[]
15	8	&
16	6	*
17	2	for
18	6	if
19	1	main
20	1	printf
21	1	rand
22	1	return
23	2	sort
24	1	srand
25	5	swap
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27	1	time
27	4	while
28	2	

Рисунок 11 — Число вхождений операторов при ручном расчете

Operands	:	
1	1	"%d "
2	7	0
3	10	1
4	1	100
5	1	2
6	2	20
7	1	5
8	1	80
9	1	NULL
10	3	hold
11	32	i
12	17	Ιj
13	9	left
14	3	max
15	9 7	mid
16		n
17	3	р
18	9	pivot
19	3	l q
20	10	right
21	20	sp
22	29	x

Рисунок 12 — Число вхождений операндов при ручном расчете

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

```
The number of different operators : 31
The number of different operands : 22
The total number of operators : 212
The total number of operands : 179

Dictionary ( D) : 53
Length ( N) : 391
```

Рисунок 13 – Измеримые характеристики

Length estimation	(^N)	:	251.688
Volume	(V)	:	2239.62
Potential volume	(*V)	:	19.6515
Limit volume	(**V)	:	38.2071
Programming level	(L)	:	0.00877448
Programming level estimation	(^L)	:	0.00792936
Intellect	(I)	:	17.7587
Time of programming	(T)	:	14180.1
Time estimation	(^T)	:	10100.6
Programming language level	(lambda)	:	0.172432
Work on programming	(E)	:	255242
Error	(B)	:	1.34126
Error estimation	(^B)	:	0.746539

Рисунок 14 – Расчетные характеристики

Operators	5:	
	1	%
2	5	&&
3	41	()
4	7	+
4 5 6 7	4	++
6	13	١,
	6 3	, -
8	3	
9	1	/
10	11	< =
11	23	
12	23 6	>
13	2	>=
14	43	[]
15	8	_&
16	4	_*
17	1	
18	4	[]_[]
19	2 2 6	_*
20	2	for
21		if
22	1	main
23	1	printf
24	1	rand
25	1	return
26	2	sort
27	1	srand
28	5	swap
29	1	time
30	4	while
31	2	H

Рисунок 15 – Число вхождений операторов при программном расчете

Op	perands	:	
	1	1	"%d "
	2	7	0
	3	10	1
	4	1	100
	5	1	2
	6	2	20
	7	1	5
Ī	8	1	80
İ	9	1	NULL
Ī	10	3	hold
Ī	11	32	i
ĺ	12	17	j
	13	9	left
	14	3	max
	15	9	mid
	16	7	n
	17	3	lр
	18	9	pivot
	19	3	q
	20	10	right
	21	20	sp
	22	29	x

Рисунок 16 – Число вхождений операндов при программном расчете

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

Число простых операторов		
Число простых операндов		
Общее число всех операторов	407	
Общее число всех операндов	703	
Словарь программы	114	
Длина программы		

Рисунок 13 – Измеримые характеристики

Длина программы	684.161
Реальный и потенциальный объемы	7584.5079/19.6
программы	51
Уровень программы	0.002591
Интелектуальное содержание программы	60.417327
Работа программиста	2927247.5805
Время программирования	292724.75805
Уровень используемого языка	0.050917
программирования	
Ожидаемое число ошибок в программе	8

Рисунок 14 – Расчетные характеристики

Operator:	5:	
1	4	push
	177	mov
3	3	nop
4	1	рор
5	3	ret
	3	shr
7	14	sub
8	8	jmp
9		cdqe
10	5	jl
11	35	lea
12	32	add
13	8	pxor
14	8	cvtsi2ss
15		movss
16		imul
17	3	sar
18	13	cmp
19	6	comiss
20	1	jg
21	9	call
22		jge
		ja
24		jle
25		jbe
26		movsx
27	2	leave
28		jns
29	1	div
30	1	sal

Рисунок 15 — Число вхождений операторов при ручном расчете

1	Operands	:		43	2	.L17
2			l rbp			
3	2	7		45	2	
4	j 3	i 3		46	2	.L20
5	4	25		47	7	rsi
6				48	1	40
7				49	1	[rbp-12+rax*4]
8		i 1		50	1	[rbp-192+rax*4]
9	8	i 1		51	2	.L22
10				52	1	[rax+1]
11				53	2	.L23
12				54	17	rcx
13					_	L.23
14		1				string "%d "
15		1				1 -
16					3	16
17					1	time
18					_	srand
19					1	rand
20			1 1 1		_	1374389535
21		_	The second secon	63	1	32
22		_				
23			-		1	
24				66	_	
25					_	
26						
27						
28						
29						
30					1 1	
31					-	
32				1 1 1		
34					1	
35		_	-		_	
36 12 xmm1 79 2 .L19 37 2 .L6 80 2 .L22 38 18 rcx 81 2 .L23 39 3 .L9 82 2 .L30 40 2 .L12 83 2 .L28 41 2 .L13 84 2 .L31					-	
37		_	.L5			
38					_	
39 3 .L9 82 2 .L30 40 2 .L12 83 2 .L28 41 2 .L13 84 2 .L31	37	2	.L6		_	
40	38	18	rcx			
41 2 .L13 84 2 .L31	39	3	.L9			
41 2	40	2	.L12			
42 3 .L15	41	2	L13	84	2	.L31
	42	3	L15			

Рисунок 16 – Число вхождений операндов при ручном расчете

Сводная таблица расчетов для трех языков представлена ниже.

Таблица 14 – Сводная таблица расчетов

число простых операторов 20 22 28 31 30 число простых операндов 19 22 22 22 75 общее число всех операторов 150 159 219 212 407 общее число всех операндов 161 178 179 179 703 словарь программы экспериментальная 39 44 50 53 114 длина программы теоретическая 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161 Реальный и потенциальный обыемы программы уровень программы уровень программы программы работа программы работа программы программы программы работа программы программы программы программы работа программы туровень программы программиста 20.6722 20.6787 19.7197 17.7587 60.41732 время программиста 17225.002 9683.37 256757.217 255242 2927247. программирования 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.7. программирования 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917		pascal	pascal	С	С	asm
число простых операторов 20 22 28 31 30 число простых операндов 19 22 22 22 75 общее число всех операторов 150 159 219 212 407 общее число всех операндов 161 178 179 179 703 словарь программы экспериментальная 39 44 50 53 114 длина программы теоретическая 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161 Реальный и потенциальный объемы программы уровень программы уровень программы теоретическая 1839.828/ 1850.75/19.6 2246.2547/ 2239.62/1 7584.507/ уровень программы программы программы работа программы программиста 20.6722 20.6787 19.7197 17.7587 60.41732 время программирования уровень программирования 17225.002 9683.37 256757.217 255242 292724.7 программирования 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917		вручную	программно	вручную	программ	вручную
операторов 19 22 22 22 75 общее число всех операторов 150 159 219 212 407 общее число всех операторов 161 178 179 179 703 словарь программы 39 44 50 53 114 длина программы 311 339 398 391 1110 экспериментальная 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161 теоретическая 19.65 5 19.65 9.65 19.6 обыемы программы 19.65 5 19.65 9.65 19.6 уровень программы 0.01068 0.010618 0.00874 0.008774 0.002591 интеллектуальное содержание программы 20.6722 20.6787 19.7197 17.7587 60.41732 время программиста 17225.002 174301 256757.217 255242 2927247. программирования 10.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917 <		20	22	20		20
число простых операндов 19 22 22 22 75 общее число всех операторов 150 159 219 212 407 общее число всех операторов 161 178 179 179 703 словарь программы экспериментальная 39 44 50 53 114 длина программы теоретическая 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161 Реальный и потенциальный обыемы программы уровень программы 1839.828/ 1850.75/19.6 2246.2547/ 2239.62/1 7584.507/ уровень программы программы работа программы программы работа программы 0.01068 0.010618 0.00874 0.008774 0.002591 время программирования программирования 17225.002 174301 256757.217 255242 2927247. программирования 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	_	20	22	28	31	30
операндов общее число всех операторов общее число всех операторов общее число всех операторов общее число всех операндов словарь программы 39 44 50 53 114 длина программы 311 339 398 391 1110 экспериментальная длина программы 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161 теоретическая Реальный и 1839.828/ 1850.75/19.6 2246.2547/ 2239.62/1 7584.507/ 19.65 9.65 19.6 51 19.6 51 19.65 51 19.65 9.65 19.6 51 19.6	операторов					
общее число всех операторов 150 159 219 212 407 общее число всех операндов 161 178 179 179 703 словарь программы экспериментальная 39 44 50 53 114 длина программы теоретическая 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161 Реальный и потенциальный объемы программы уровень программы 1839.828/ 1850.75/19.6 2246.2547/ 2239.62/1 7584.507/ уровень программы объемы программы объемы программы программы программы программы 0.01068 0.010618 0.00874 0.008774 0.002591 интеллектуальное содержание программы программы время программиста 172250.02 174301 256757.217 255242 2927247.805 время программирования 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.7.805 уровень 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	число простых	19	22	22	22	75
операторов общее число всех операндов словарь программы 39 44 50 53 114 длина программы 311 339 398 391 1110 экспериментальная длина программы 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161 теоретическая Реальный и потенциальный 19.65 5 19.65 9.65 19.6 51 уровень программы 196.215 20.6787 19.7197 17.7587 60.41732 содержание программы работа 17225.002 174301 256757.217 255242 2927247. программиста время программирования 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.75 805 уровень 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	операндов					
общее число всех операндов 161 178 179 179 703 словарь программы экспериментальная 39 44 50 53 114 длина программы экспериментальная 311 339 398 391 1110 длина программы теоретическая 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161 Реальный и потенциальный объемы программы объемы программы объемы программы программы программы программы 19.65 5 19.65 9.65 19.6 51 уровень программы программы программы программы 20.6722 20.6787 19.7197 17.7587 60.41732 60.41732 255242 2927247. 805 время программирования 17225.002 9683.37 256757.217 255242 2927247. 805 уровень 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	общее число всех	150	159	219	212	407
операндов словарь программы 39 44 50 53 114 длина программы экспериментальная длина программы теоретическая Реальный и потенциальный объемы программы уровень программы программы программы программы 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161 22246.2547/ 9.65 19.65 19.65 1	операторов					
словарь программы 39 44 50 53 114 длина программы экспериментальная 311 339 398 391 1110 длина программы теоретическая 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161 Реальный и потенциальный объемы программы уровень программы 1839.828/ 1850.75/19.6 2246.2547/ 2239.62/1 7584.507/ уровень программы 0.01068 0.010618 0.00874 0.008774 0.002591 интеллектуальное содержание программы 20.6722 20.6787 19.7197 17.7587 60.41732 время программиста 172250.02 174301 256757.217 255242 2927247. программирования 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.7. программирования 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	общее число всех	161	178	179	179	703
длина программы длина программы теоретическая потенциальный побымы программы длина программы дря	операндов					
Экспериментальная 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161	словарь программы	39	44	50	53	114
экспериментальная 191.2149 196.215 232.713 251.688 684.161 Реальный и потенциальный объемы программы уровень программы 1839.828/ 1850.75/19.6 2246.2547/ 2239.62/1 7584.507/ 7584.507/ 9.65 19.65 5 19.65 9.65 19.6 19.6 51 9.65 19.6 51 19.6 51 9.65 19.6 51 19.7197 17.7587 60.41732 60.41732 60.41732 60.41732 17.7587 60.41732 60.41732 60.41732 17.7587 60.41732 60.41732 17.7587 60.41732 17.7587 60.41732 17.7587 60.41732 17.7587 60.41732 17.7587 60.41732 17.7587 60.41732 17.7587 60.41732 17.7587<	длина программы	311	339	398	391	1110
Реальный и потенциальный объемы программы 1839.828/ 19.65 1850.75/19.6 2246.2547/ 2239.62/1 7584.507/ 75	1 1					
Теоретическая 1839.828/ 1850.75/19.6 2246.2547/ 2239.62/1 7584.507/ потенциальный объемы программы объемы объемы программы объемы объемы объемы объемы объемы объемы программы объемы о	длина программы	191.2149	196.215	232.713	251.688	684.161
Реальный и потенциальный объемы программы 1839.828/ объемы программы 1850.75/19.6 2246.2547/ 19.65 2239.62/1 7584.507/ 9.65 7584.507/ 19.6 51 уровень программы уровень программы 0.01068 0.010618 0.00874 0.008774 0.002591 интеллектуальное содержание программы 20.6722 20.6787 19.7197 17.7587 60.41732 время программиста 172250.02 174301 256757.217 255242 2927247.805 время программирования 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.78805 уровень 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	теоретическая					
объемы программы 51 уровень программы 0.01068 0.010618 0.00874 0.008774 0.002591 интеллектуальное содержание программы 20.6722 20.6787 19.7197 17.7587 60.41732 работа программиста 172250.02 174301 256757.217 255242 2927247.805 время программирования 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.78805 уровень 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	Реальный и	1839.828/	1850.75/19.6	2246.2547/	2239.62/1	7584.5079/
уровень программы 0.01068 0.010618 0.00874 0.008774 0.002591 интеллектуальное содержание программы работа программиста время 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.7. 805 уровень 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	· ·	19.65	5	19.65	9.65	19.6
интеллектуальное содержание программы 20.6722 20.6787 19.7197 17.7587 60.41732 работа программиста 172250.02 174301 256757.217 255242 2927247 время программирования 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.7 уровень 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	обьемы программы					
содержание программы	уровень программы	0.01068	0.010618	0.00874	0.008774	
программы работа 172250.02 174301 256757.217 255242 2927247 805 время 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.7. 805 программирования 1 20099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	интеллектуальное	20.6722	20.6787	19.7197	17.7587	60.417327
работа программиста 172250.02 174301 256757.217 255242 2927247 805 время 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.7 805 программирования 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	содержание					
программиста 21 805 время программирования 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.7 программирования 1 805 уровень 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	программы					
время 17225.002 9683.37 25675.72172 14180.1 292724.7. программирования 1 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	работа	172250.02	174301	256757.217	255242	2927247.5
программирования 1 805 уровень 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	программиста			21		805
уровень 0.2099 0.208662 0.1719221 0.172432 0.050917	время	17225.002	9683.37	25675.72172	14180.1	292724.75
	программирования			1		805
используемого	уровень	0.2099	0.208662	0.1719221	0.172432	0.050917
используемого	используемого					
языка	языка					
программирования	программирования					
ожидаемое число 2 1 3 1 8	ожидаемое число	2	1	3	1	8
ошибок в программе	ошибок в программе					

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.