

# Теоретические сведения к индивидуальным практическим работам

## Общие сведения о метриках сложности программ

Качество программных средств во многом зависит от сложности их кодов. Например, чем сложнее программа, тем ниже ее надежность и сопровождаемость. Поэтому при оценке качества программ обычно оценивается и их сложность.

Метрики сложности программ принято подразделять на *три основные группы* [2]:

- метрики размера программ;
- метрики сложности потока управления программ;
- метрики сложности потока данных программ.

### Метрики размера программ

Метрики этой группы основаны на анализе исходных текстов программ.

Существуют различные метрики, с помощью которых может быть оценен размер программы.

К наиболее простым метрикам размера программы относятся *количество строк исходного текста программы* и *количество операторов программы*.

Из метрик размера программ широкое распространение получили *метрики Холстеда* [3].

Основу метрик Холстеда составляют *шесть базовых метрик* программы:

- $\eta_1$  – словарь операторов (число уникальных операторов программы);
- $\eta_2$  – словарь операндов (число уникальных операндов программы);
- $N_1$  – общее число операторов в программе;
- $N_2$  – общее число операндов в программе;
- $f_{1j}$  – число вхождений  $j$ -го оператора,  $j = 1, 2, \dots, \eta_1$ ;
- $f_{2i}$  – число вхождений  $i$ -го операнда,  $i = 1, 2, \dots, \eta_2$ .

Справедливы следующие соотношения:

$$N_1 = \sum_{j=1}^{\eta_1} f_{1j}$$

$$N_2 = \sum_{i=1}^{\eta_2} f_{2i}$$

Базовые метрики определяются непосредственно при анализе исходных текстов программ. На основе базовых метрик Холстед предложил

рассчитывать ряд производных метрик программы. Среди них рассмотрим следующие:

- словарь программы (общее число уникальных операторов и операндов программы):

$$\eta = \eta_1 + \eta_2,$$

- длина программы (общее количество операторов и операндов программы):

$$N = N_1 + N_2,$$

- объем программы (число битов, т.е. логических единиц информации, необходимых для записи программы):

$$V = N \log_2 \eta.$$

Операнды программы представляют собой используемые в ней переменные и константы.

Под операторами программы в метриках Холстеда подразумеваются входящие в ее состав символы операций, символ присваивания, символы-разделители точка и точка с запятой, круглая скобка (пара из открывающей и закрывающей скобок считается одним оператором), управляющие операторы, составной оператор, а также имена процедур и функций.

Несколько служебных слов, входящих в состав одного оператора (например, If...Then...Else), считаются одним оператором.

Метки не относятся ни к операторам, ни к операндам.

Очевидно, что совокупность операторов программы и их количество зависят от языка программирования, на котором написана программа.

Операторы языка Паскаль в интерпретации Холстеда приведены в табл. 1. При подсчете количества операторов и операндов в программе, написанной на языке Паскаль, следует анализировать только ее раздел операторов, а также разделы операторов процедур и функций пользователя.

Таблица 1

**Операторы языка Паскаль в интерпретации Холстеда**

Обозначение оператора	Назначение оператора
+	плюс (сложение, объединение множеств, сцепление строк)
–	минус (изменение знака, вычитание, разность множеств)
*	звездочка (умножение, пересечение множеств)
/	наклонная черта, слэш (знак деления, результат всегда имеет вещественный тип)
<	меньше
>	больше

=	равно
.	точка (признак конца программы и модуля)
;	точка с запятой (разделитель операторов программы)
( )	левая и правая скобки при выделении подвыражений
<=	меньше или равно
>=	больше или равно
<>	не равно
:=	операция присваивания
^	знак карата (обращение к динамической переменной)
<b>And</b>	операция поразрядного логического сложения (И)
<b>Not</b>	операция поразрядного дополнения (НЕ)
<b>Or</b>	операция поразрядного логического сложения (ИЛИ)
<b>Xor</b>	операция поразрядного логического исключающего ИЛИ
<b>Div</b>	целочисленное деление
<b>Mod</b>	остаток от целочисленного деления
<b>Shl</b>	операция сдвига влево
<b>Shr</b>	операция сдвига вправо
<b>In</b>	операция проверки вхождения элемента в множество
<b>Begin...End</b>	составной оператор
<b>Break</b>	оператор безусловного выхода из цикла
<b>Continue</b>	оператор передачи управления на конец тела цикла
<b>Goto &lt;Метка&gt;</b>	оператор безусловного перехода
<b>Case...Of...Else...End</b>	оператор варианта
<b>If...Then...Else</b>	оператор условного перехода
<b>Repeat...Until</b>	оператор цикла с постусловием
<b>While...Do</b>	оператор цикла с предусловием
<b>For...To...Do</b>	оператор цикла с параметром (с увеличением параметра)
<b>For...Downto...Do</b>	оператор цикла с параметром (с уменьшением параметра)
<b>With...Do</b>	оператор присоединения

**Пример 1.** Расчет метрик Холстеда для программы, вычисляющей значение функции

$$Y = \sin X$$

через разложение функции в бесконечный ряд

$$Y = \sin X = X - X^3 / 3! + X^5 / 5! - X^7 / 7! + \dots$$

с точностью  $Eps = 0,0001$ .

Текст программы, написанной на языке Паскаль, приведен ниже.

```

Program Sin1;
Const
  eps = 0.0001;
Var
  y, x: real; n: integer; vs: real;
Begin
  Readln (x);
  y := x; {Начальные установки}
  n := 2;
  vs := x;
  Repeat
    vs := -vs * x * x / (2 * n - 1) / (2 * n - 2); {Формирование слагаемого}
    n := n + 1;
    y := y + vs
  Until abs(vs) < eps; {Выход из цикла по выполнению условия}
  Writeln (x, y, eps)
End.

```

Расчет базовых метрик Холстеда для данной программы приведены в табл. 2.

Таблица 2

<i>j</i>	Оператор	$f_{1j}$	<i>i</i>	Операнд	$f_{2i}$
1.	;	7	1.	x	6
2.	:=	6	2.	n	5
3.	*	4	3.	vs	5
4.	–	3	4.	y	4
5.	/	2	5.	2	4
6.	( )	2	6.	1	2
7.	+	2	7.	eps	2
8.	Begin...End	1			
9.	Readln ( )	1			
10.	Repeat...Until	1			
11.	abs( )	1			
12.	<	1			
13.	Writeln ( )	1			
14.	.	1			
$\eta_1 = 14$		$N_1 = 33$	$\eta_2 = 7$		$N_2 = 28$

Словарь программы  $\eta = 14 + 7 = 21$ .

Длина программы  $N = 33 + 28 = 61$ .

Объем программы  $V = 61 \log_2 21 = 268$