

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

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе №2**  
**по дисциплине «Качество и метрология программного обеспечения»**  
**Тема: Анализ структурной сложности графовых моделей программ**

Студент гр. 6304

\_\_\_\_\_

Цыганов М.А.

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Кирияничиков В.А.

Санкт-Петербург

2020

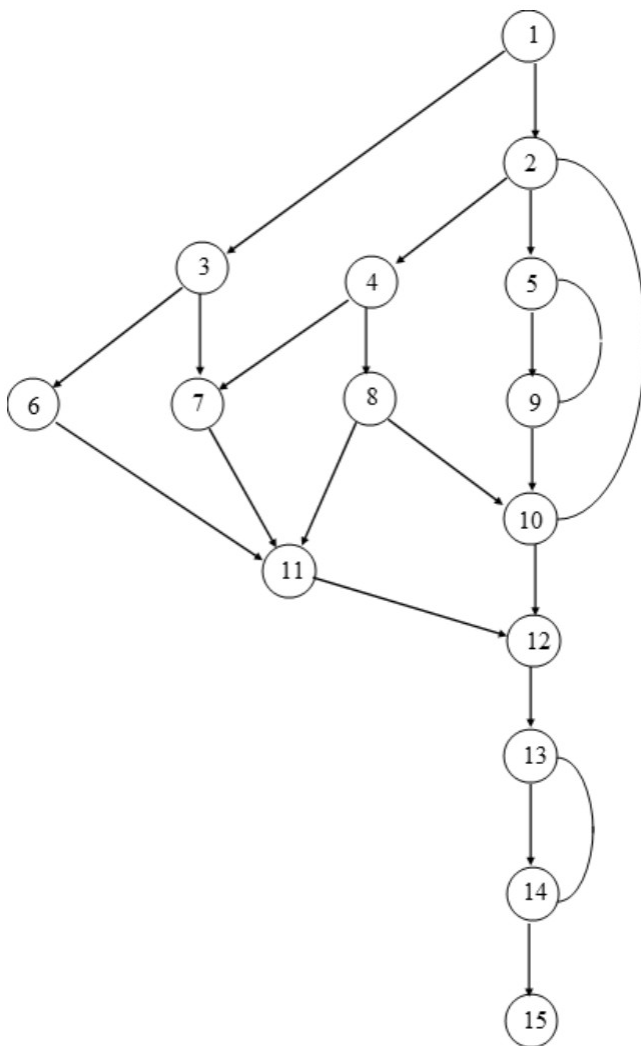
## Цель работы

Изучение применения метрик структурной сложности программ — критерия минимального покрытия и анализа базовых маршрутов.

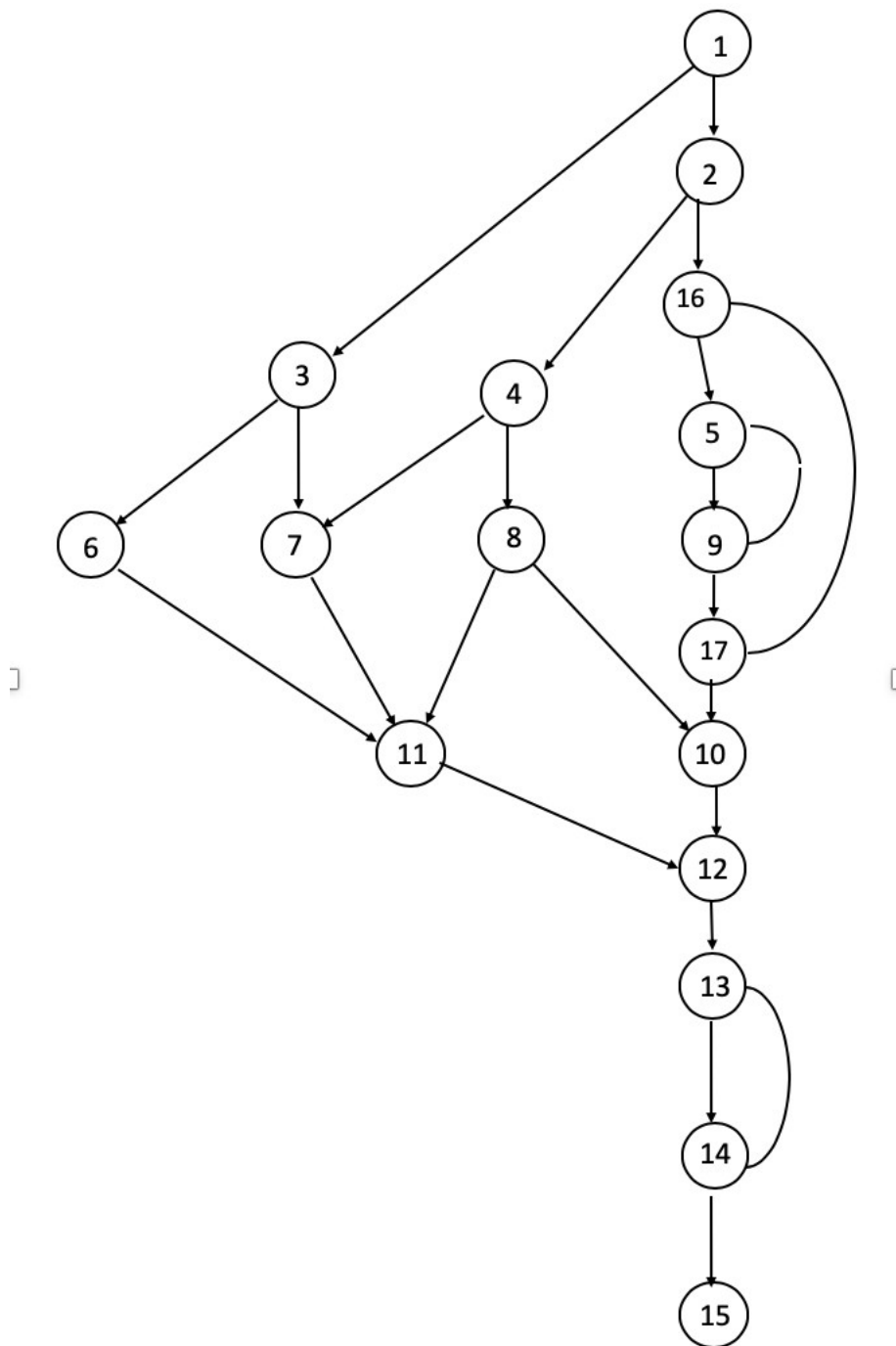
## Ход работы.

### 1. Вариант – 17

Исходный граф:



Модифицированный граф:



- Критерий 1(минимальное покрытие дуг графа).

$Y = 24$  – общее число дуг графа;

$N = 17$  – общее число вершин графа;

$\Omega = 1$  – число связных компонент

$n_b = 8$  – число вершин, в которых происходит ветвление.

$$Z = Y - N + 2 * \Omega = 24 - 17 + 2 * 1 = 8$$

$$Z = n_b + 1 = 8 + 1 = 9$$

M1: 1-~~3~~-6-11-12-13-~~14~~-15

M2: 1-~~3~~-7-11-12-13-~~14~~-15

M3: 1-~~2~~-~~4~~-7-11-12-13-~~14~~-15

M4: 1-~~2~~-~~4~~-~~8~~-11-12-13-~~14~~-15

M5: 1-~~2~~-~~4~~-~~8~~-10-12-13-~~14~~-15

M6: 1-~~2~~-16-5-~~9~~-5-~~9~~-~~17~~-16-5-~~9~~-~~17~~-10-12-13-~~14~~-13-~~14~~-15

$$S = 29$$

- Критерий 2(на основе цикломатического числа).

$$Z = n_b + 1 = 8 + 1 = 9$$

M1: 1-~~3~~-6-11-12-13-~~14~~-15

M2: 1-~~3~~-7-11-12-13-~~14~~-15

M3: 1-~~2~~-~~4~~-7-11-12-13-~~14~~-15

M4: 1-~~2~~-~~4~~-~~8~~-11-12-13-~~14~~-15

M5: 1-~~2~~-~~4~~-~~8~~-10-12-13-~~14~~-15

M6: 1-~~2~~-5-~~9~~-~~17~~-10-12-13-~~14~~-15

M7: 5-~~9~~

M8: 13-~~14~~

M9: 2-5-~~9~~-~~17~~

$$S = 29$$

- Программный расчет.

```

Min ways....
----- Path #1 -----
-> 1 -> 2 -> 16 -> 5 -> 9 -> 17 -> 16 -> 5 -> 9 -> 17 -> 10 -> 12 ->
13 -> 14 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----
----- Path #2 -----
-> 1 -> 3 -> 6 -> 11 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----
----- Path #3 -----
-> 1 -> 2 -> 4 -> 7 -> 11 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----
----- Path #4 -----
-> 1 -> 2 -> 4 -> 8 -> 11 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----
----- Path #5 -----
-> 1 -> 2 -> 4 -> 8 -> 10 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----
----- Path #6 -----
-> 1 -> 3 -> 7 -> 11 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----

Complexity = 29
Press a key...

```

```

Z ways....
----- Path #1 -----
-> 5 -> 9 -> 5
----- Press a key to continue -----
----- Path #2 -----
-> 16 -> 5 -> 9 -> 17 -> 16
----- Press a key to continue -----
----- Path #3 -----
-> 13 -> 14 -> 13

```

```

----- Path #1 -----
-> 1 -> 2 -> 16 -> 5 -> 9 -> 17 -> 10 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----
----- Path #2 -----
-> 1 -> 2 -> 4 -> 7 -> 11 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----
----- Path #3 -----
-> 1 -> 2 -> 4 -> 8 -> 11 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----
----- Path #4 -----
-> 1 -> 2 -> 4 -> 8 -> 10 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----
----- Path #5 -----
-> 1 -> 3 -> 6 -> 11 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----
----- Path #6 -----
-> 1 -> 3 -> 7 -> 11 -> 12 -> 13 -> 14 -> 15
----- Press a key to continue -----

Complexity = 29
Press a key...

```

```

program erfd4;
uses Crt;
{ evaluation of the gaussian error function }

```

```

var  x,er,ec          : real;
     done              : boolean;

function erf(x: real): real;
{ infinite series expansion of the Gaussian error function }

const      sqrtpi      = 1.7724538;
          t2= 0.66666667;
          t3= 0.66666667;
          t4= 0.07619048;
          t5= 0.01693122;
          t6= 3.078403E-3;
          t7= 4.736005E-4;
          t8= 6.314673E-5;
          t9= 7.429027E-6;
          t10= 7.820028E-7;
          t11= 7.447646E-8;
          t12= 6.476214E-9;

var  x2,sum           : real;
     i                : integer;

begin
    x2:=x*x;

    sum:=t5+x2*(t6+x2*(t7+x2*(t8+x2*(t9+x2*(t10+x2*(t11+x2*t12))))));

    erf:=2.0*exp(-x2)/sqrtpi*(x*(1+x2*(t2+x2*(t3+x2*(t4+x2*sum)))));
end; { function erf }

function erfc(x: real): real;
{ complement of error function }
const      sqrtpi      = 1.7724538;

var  x2,v,sum         : real;

begin
    x2:=x*x;
    v:=1.0/(2.0*x2);
    sum:=v/(1+8*v/(1+9*v/(1+10*v/(1+11*v/(1+12*v)))));

```

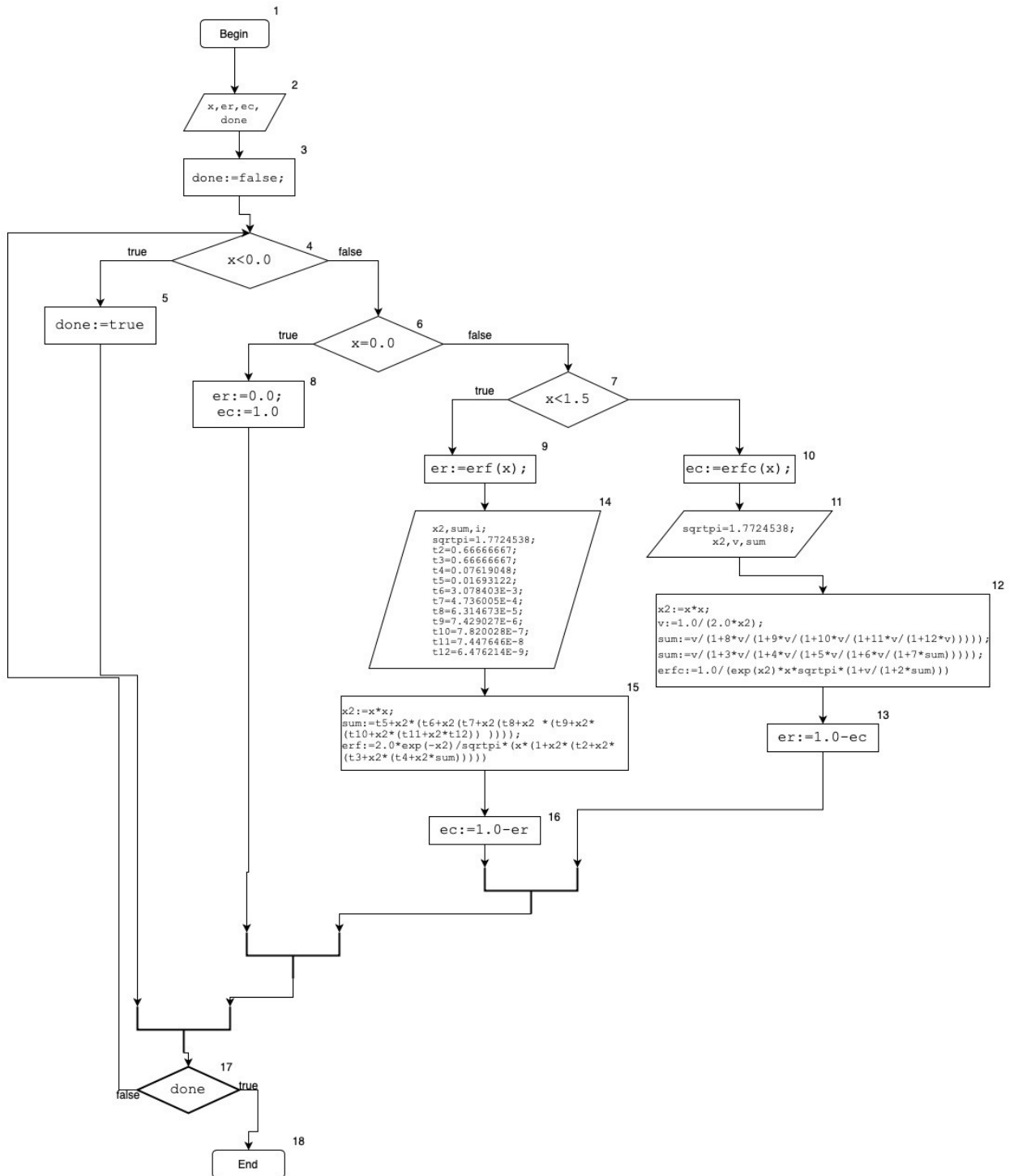
```

sum:=v/(1+3*v/(1+4*v/(1+5*v/(1+6*v/(1+7*sum)))));
erfc:=1.0/(exp(x2)*x*sqrtpi*(1+v/(1+2*sum)))
end;      { function ercf }

begin      { main }
    done:=false;
    {writeln;}
    repeat
        {write('Arg? ');}
        {readln(x);}
        if x<0.0 then done:=true
        else
            begin
                if x=0.0 then
                    begin
                        er:=0.0;
                        ec:=1.0
                    end
                else
                    begin
                        if x<1.5 then
                            begin
                                er:=erf(x);
                                ec:=1.0-er
                            end
                        else
                            begin
                                ec:=erfc(x);
                                er:=1.0-ec
                            end { if }
                        end;
                    {writeln('X= ',x:8:4,', Erf= ',er:12,', Erfc=
',ec:12)}
                    end { if }
                until done
            end.

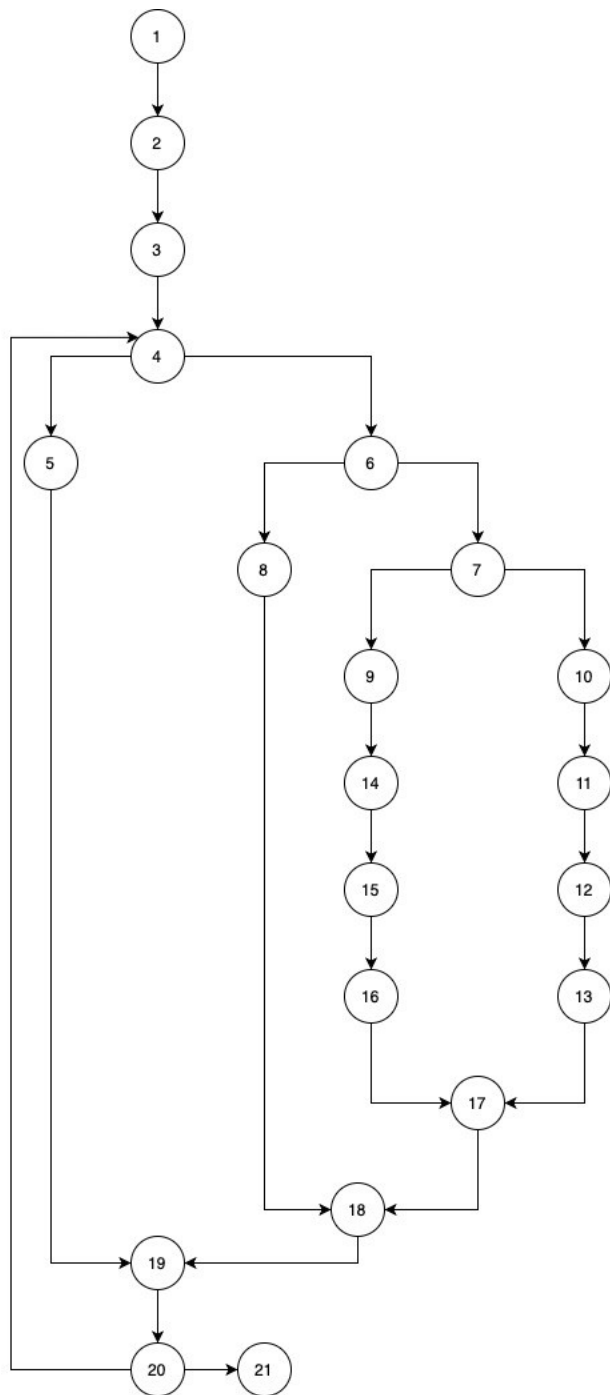
```

- Графовая модель:

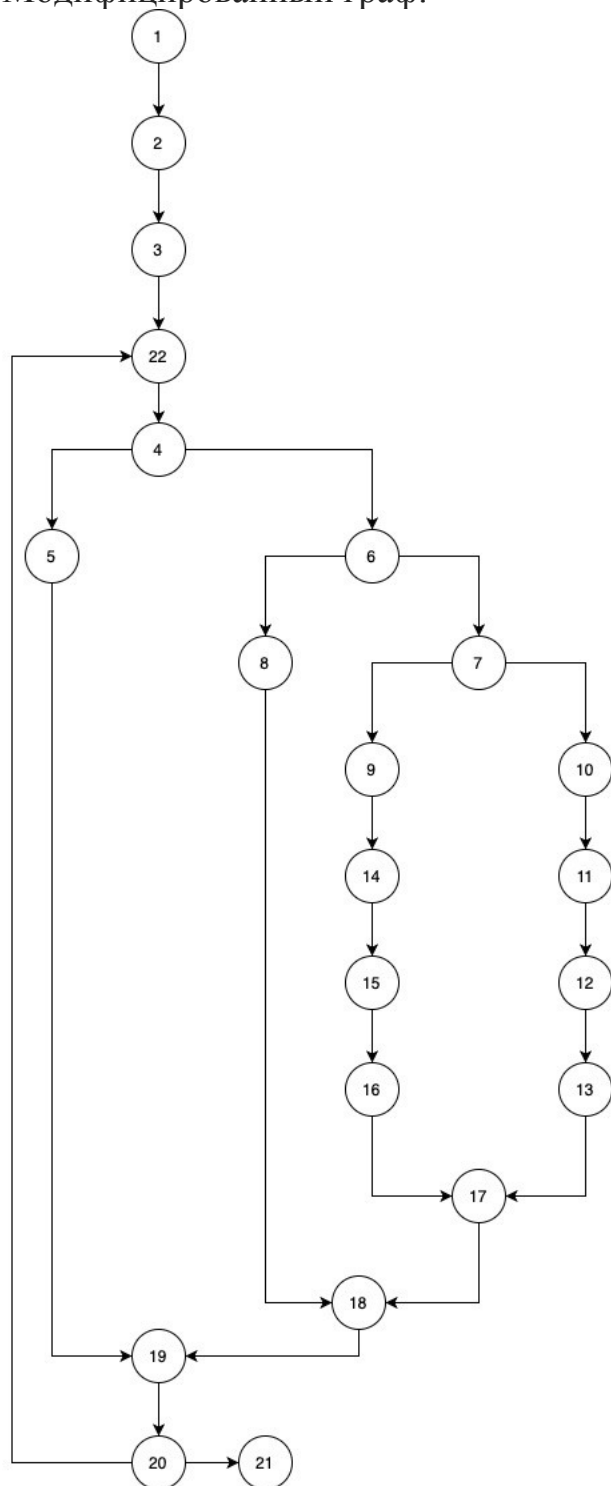




# Исходный граф



Модифицированный граф:



- Ручной анализ:
  - Критерий 1 (минимальное покрытие дуг графа).  
 $Y = 24$  – общее число дуг графа;

$N = 22$  – общее число вершин графа;

$\Omega = 1$  – число связанных компонент

$n_b = 4$  – число вершин, в которых происходит ветвление.

$$Z = Y - N + 2 * \Omega = 24 - 22 + 2 * 1 = 4$$

$$Z = n_b + 1 = 4 + 1 = 5$$

M1: 1-2-3-22-4-5-19-20-22-4-6-8-18-19-20-21

M2: 1-2-3-22-4-6-7-9-14-15-16-17-18-19-20-21

M3: 1-2-3-22-4-6-7-10-11-12-13-17-18-19-20-21

$$S = 13$$

- Критерий 2 (на основе цикломатического числа).

$$Z = n_b + 1 = 4 + 1 = 5$$

M1: 22-4-5-19-20

M2: 1-2-3-22-4-5-19-20-21

M3: 1-2-3-22-4-6-8-18-19-20-21

M4: 1-2-3-22-4-6-7-9-14-15-16-17-18-19-20-21

M5: 1-2-3-22-4-6-7-10-11-12-13-17-18-19-20-21

$$S = 15$$

- Программный вывод:

```
Min ways....
----- Path #1 -----
-> 1 -> 2 -> 3 -> 22 -> 4 -> 5 -> 19 -> 20 -> 22 -> 4 -> 6 -> 7 -> 9 -> 14 -> 1
5 -> 16 -> 17 -> 18 -> 19 -> 20 -> 22 -> 4 -> 6 -> 8 -> 18 -> 19 -> 20 -> 22 ->
4 -> 6 -> 7 -> 10 -> 11 -> 12 -> 13 -> 17 -> 18 -> 19 -> 20 -> 21
-----Press a key to continue -----
Complexity = 13
Press a key...
```

```

Z ways....
----- Path #1 -----
-> 22 -> 4 -> 5 -> 19 -> 20 -> 22
-----Press a key to continue -----
----- Path #1 -----
-> 1 -> 2 -> 3 -> 22 -> 4 -> 5 -> 19 -> 20 -> 21
-----Press a key to continue -----
----- Path #2 -----
-> 1 -> 2 -> 3 -> 22 -> 4 -> 6 -> 7 -> 9 -> 14 -> 15 -> 16 -> 17 -> 18 -> 19 ->
20 -> 21
-----Press a key to continue -----
----- Path #3 -----
-> 1 -> 2 -> 3 -> 22 -> 4 -> 6 -> 7 -> 10 -> 11 -> 12 -> 13 -> 17 -> 18 -> 19 ->
20 -> 21
-----Press a key to continue -----
----- Path #4 -----
-> 1 -> 2 -> 3 -> 22 -> 4 -> 6 -> 8 -> 18 -> 19 -> 20 -> 21
-----Press a key to continue -----
Complexity = 15

```

## Вывод:

В результате выполнения работы была произведена оценка структурной сложности двух программ с помощью критериев: минимального покрытия дуг графа и выбора маршрутов на основе цикломатического числа графа. Расчеты были проведены как ручным, так и программным способами.