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 Ковынев М.В.

Преподаватель Кирьянчиков В.А.

Санкт-Петербург
2020

Цель работы

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

Постановка задачи

Выполнить оценивание структурной сложности двух программ с помощью критериев:

- Минимального покрытия дуг графа;
- Выбора маршрутов на основе цикломатического числа графа.

Варианты программ:

- Программа с заданной преподавателем структурой управляющего графа;
- Программа из 1-ой лабораторной работы (управляющий граф составить самостоятельно).

Оцениваемые характеристики структурной сложности:

- Число учитываемых маршрутов проверки программы для заданного критерия;
- Цикломатическое число;
- Суммарное число ветвлений по всем маршрутам.

Ход работы

1. Вариант – 8

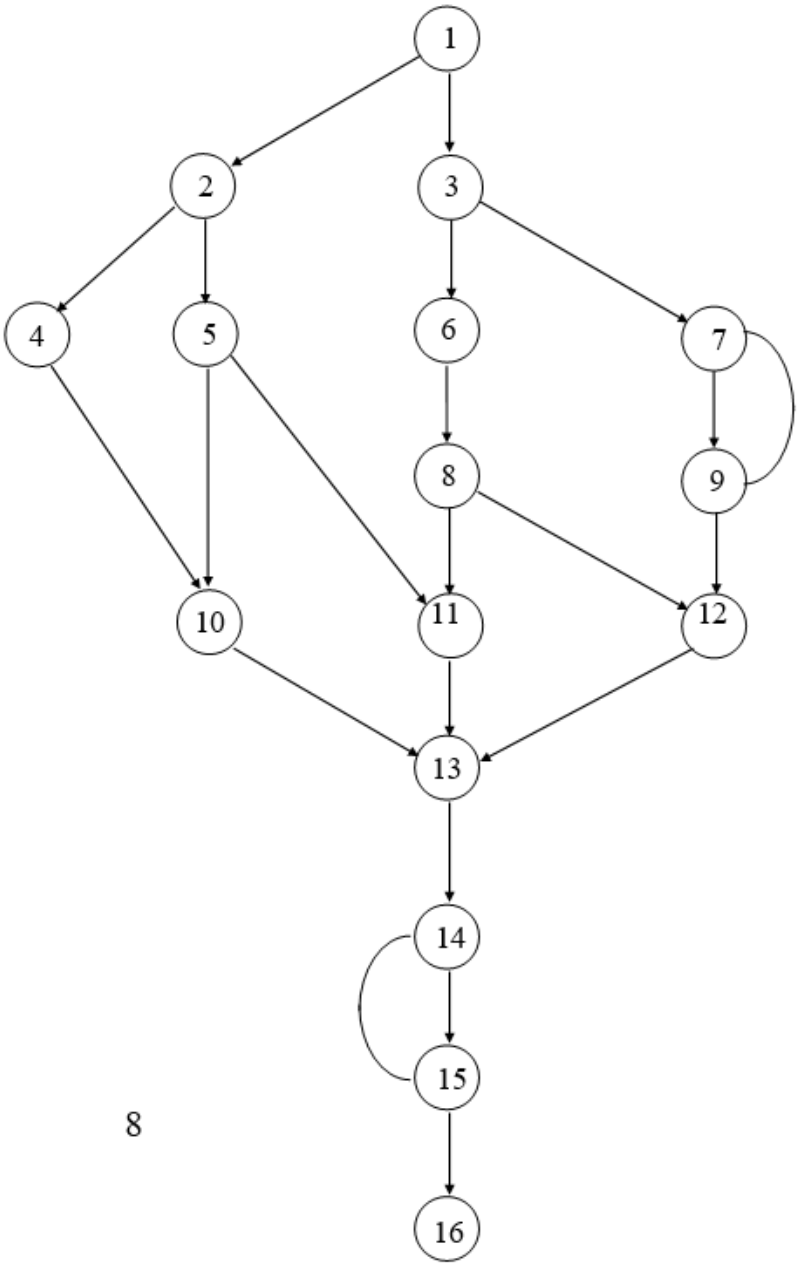


Рисунок 2 — Исходный граф

2. Ручной расчет

2.1. Первый критерий

- **M1: 1** – **2** – 4 – 10 – 13 – 14 – **15** – 14 – **15** –16 = 4
- **M2: 1** – **2** – **5** – 10 – 13 – 14 – **15** – 16 = 4
- **M3: 1** – **2** – **5** – 11 – 13 – 14 – **15** – 16 = 4

- **M4: 1** – **3** – 6 – **8** – 11 –13 – 14 – **15** – 16 = 4
- **M5: 1** – **3** – 6 – **8** – 12 –13 – 14 – **15** – 16 = 4
- **M6: 1** – **3** – 7 – **9** – 7 – **9** – 12 – 13 – 14 – **15** – 16 = 5

По первому критерию требуется 6 маршрутов M = 6

Сложность программы по первому критерию:

$$S_2 = \sum_{i=1}^{M} \xi_i = 4 + 4 + 4 + 4 + 4 + 5 = 25$$

2.2. Второй критерий

$$Y = 22, N = 16, P = 1, n_в = 7$$

$$Z = Y - N + 2 * P = 22 - 16 + 2*1 = 8$$

$$Z = n_в + 1 = 7 + 1 = 8$$

Линейно-независимые маршруты:

- **M1:** 14 – **15** – 14 = 1
- **M2:** 7 – **9** – 7 = 1
- **M3: 1** – **2** – 4 – 10 – 13 – 14 – **15** – 16 = 3
- **M4: 1** – **2** – **5** – 10 – 13 – 14 – **15** – 16 = 4
- **M5: 1** – **2** – **5** – 11 – 13 – 14 – **15** – 16 = 4
- **M6: 1** – **3** – 6 – **8** – 11 – 13 – 14 – **15** – 16 = 4
- **M7: 1** – **3** – 6 – **8** – 12 – 13 – 14 – **15** – 16 = 4
- **M8: 1** – **3** – 7 – **9** – 12 – 13 – 14 – **15** – 16 = 4

$$S_2 = \sum_{i=1}^{M} \xi_i = 1 + 1 + 3 + 4 + 4 + 4 + 4 + 4 = 25$$

3. Автоматический расчет

Данный граф рис. 1 представлен в необходимом для программы ways.exe формате (см. Приложение А).

Результаты работы программы по первому и второму критериям представлены на рис. 2, 3 соответственно.

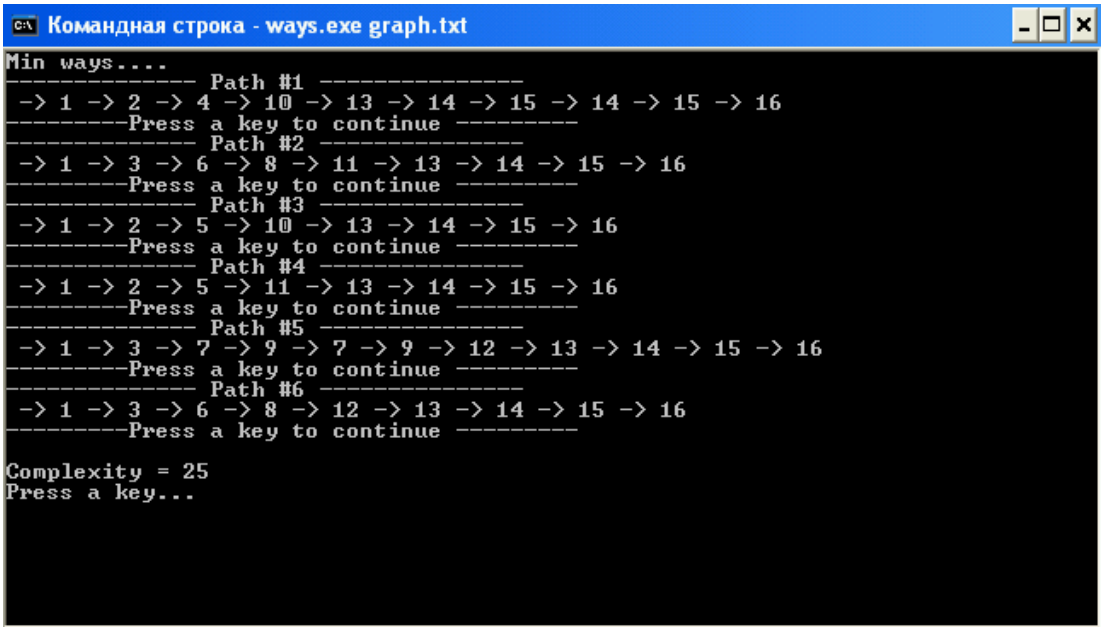


Рисунок 2 — Автоматический расчет по первому критерию

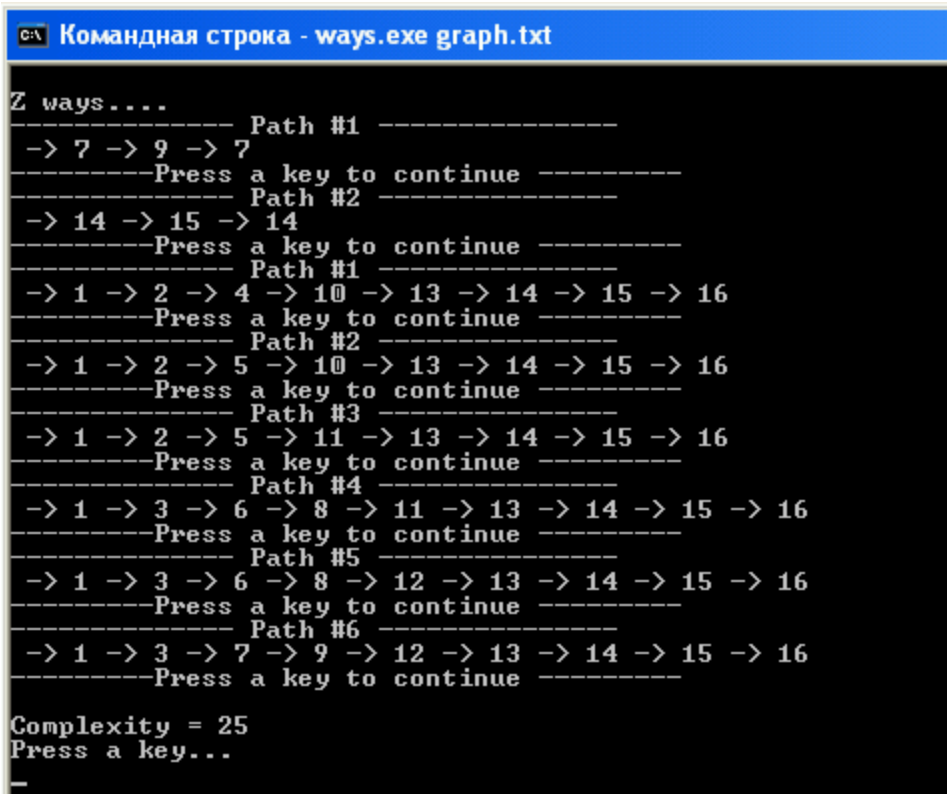


Рисунок 3 — Автоматический расчет по второму критерию

4. Исходный код программы представлен в Приложении Б. Графовое представление программы — в Приложении В.
5. Ручной подсчет.

   5.1.Первый критерий

- **M1**: 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – **6** – 5 – **6** – 7 – **8** – 4 – 5 – **6** – 7 – **8** – 9 – 10 – 11 – 12 – **13** – 15 – **16** – 12 – **13** – 14 – 15 – **16** – 17 – **18** – 11 – 12 – **13** – **16** – 17 – **18** – 19 – 20 – **21** – 20 – **21** – 22 – **23** – 10 – 11 – 12 – **13** – 15 – **16** – 17 – **18** – 19 – 20 – **21** – 22 – **23** – 24 = 21

$$\mathbf{S_2} = \sum_{i=1}^{M} \xi_i = 21$$

5.2.Второй критерий

$$Y = 30,\ N = 24,\ P = 1,\ n_в = 7$$

$$Z = Y - N + 2 * P = 30 - 24 + 2*1 = 8$$

$$Z = n_в + 1 = 7 + 1 = 8$$

Линейно-независимые маршруты:

- **M1:** 5 – **6** – 5 = 1
- **M2:** 12 – **13** – 15 – **16** – 12 = 2
- **M3:** 4 – 5 – **6** – 7 – **8** – 4 = 2
- **M4:** 11 – 12 – **13** – 15 – **16** – 17 – **18** – 11 = 3
- **M5:** 20 – **21** – 20 = 1
- **M6:** 10 – 11 – 12 – **13** – 15 – **16** – 17 – **18** – 19 – 20 – **21** – 22 – **23** – 10 = 4
- **M7:** 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – **6** – 7 – **8** – 9 – 10 – 11 – 12 – **13** – 14 – 15 – **16** – 17 – **18** – 19 – 20 – **21** – 22 – **23** – 24 = 7
- **M8:** 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – **6** – 7 – **8** – 9 – 10 – 11 – 12 – **13**– 15 – 16 – 17 – **18** – 19 – 20 – **21** – 22 – **23** – 24 = 7

$$\mathbf{S_2} = \sum_{i=1}^{M} \xi_i = 1 + 2 + 2 + 3 + 1 + 4 + 7 + 7 = 28$$

6. Автоматический расчет

Данный граф из Приложения В представлен в необходимом для программы ways.exe формате (см. Приложение Г).

Результаты работы программы по первому и второму критериям представлены на рис. 4, 5 соответственно.

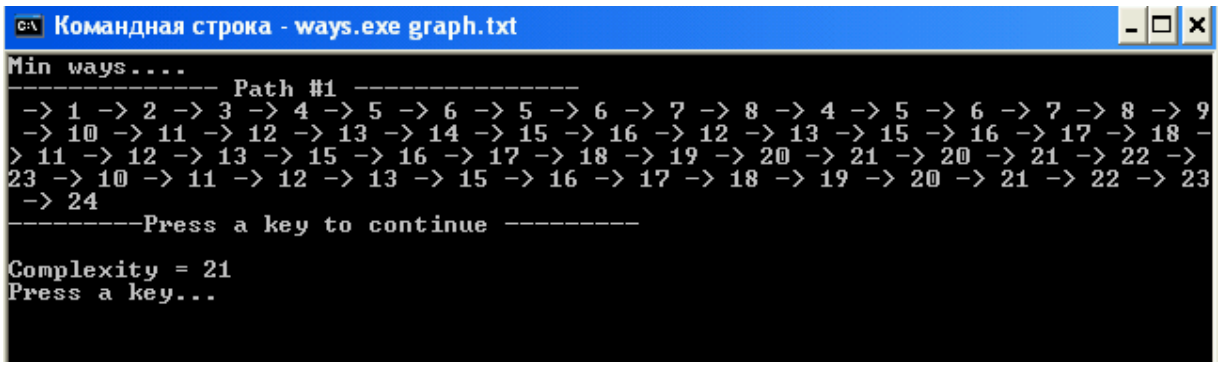


Рисунок 2 — Автоматический расчет по первому критерию

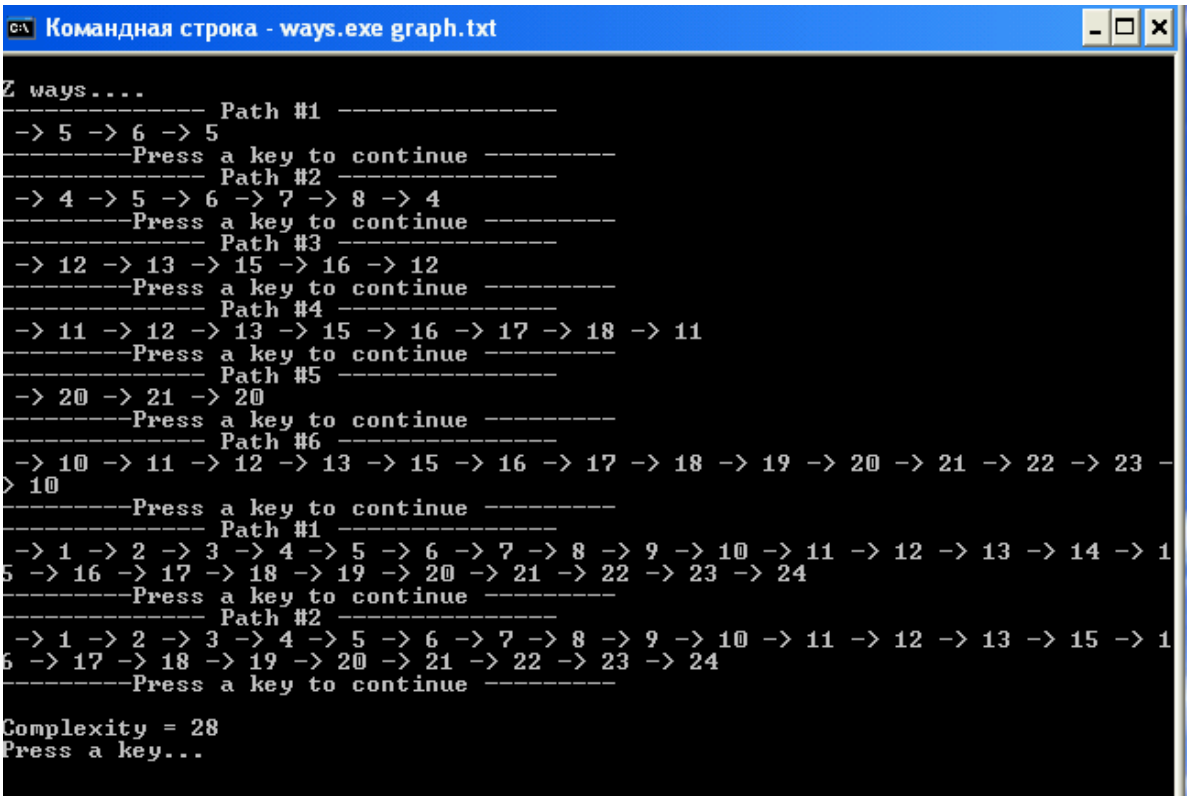


Рисунок 3 — Автоматический расчет по второму критерию

Вывод

В данной лабораторной работе была выполнена 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 способом.

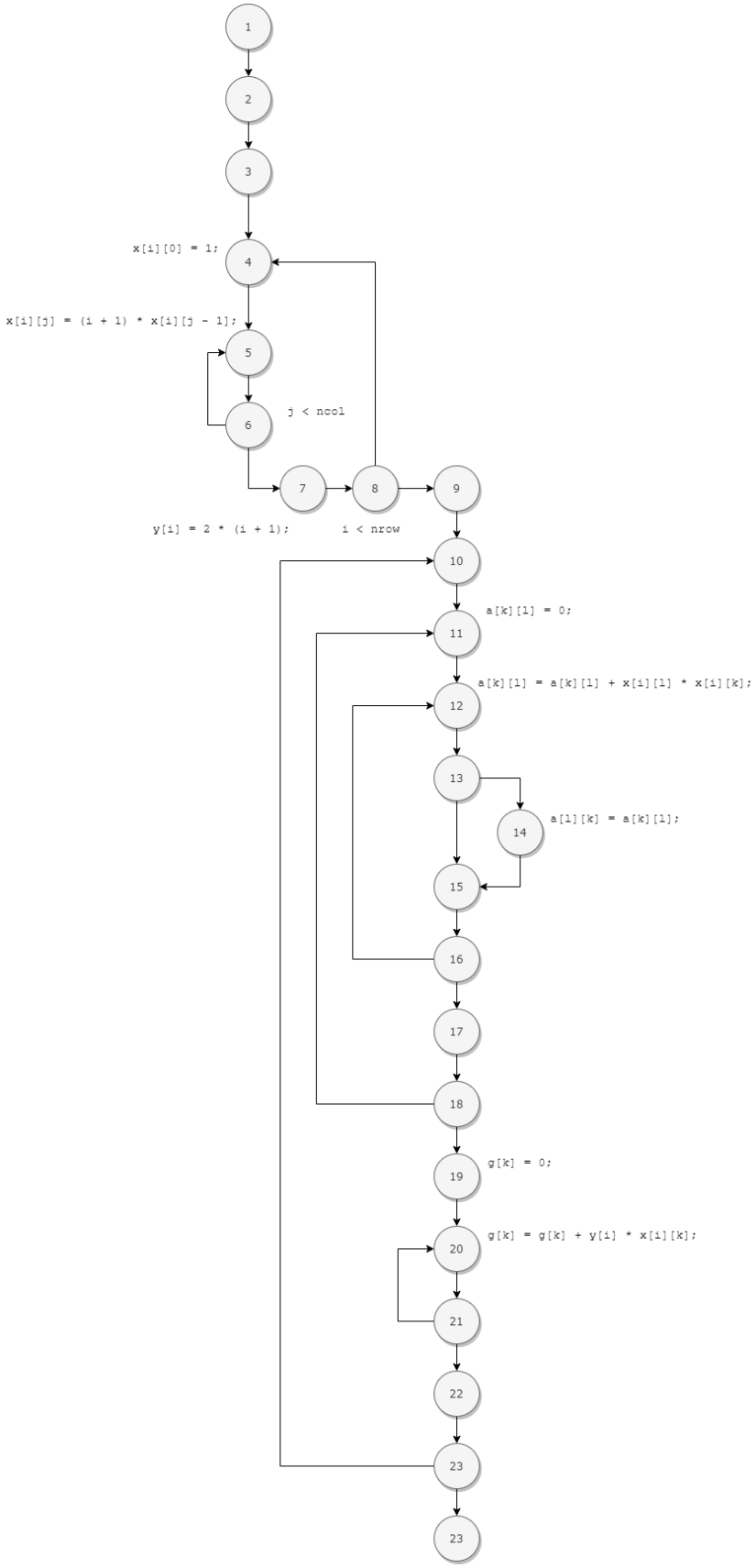
ПРИЛОЖЕНИЕ А
Описание графа

```
Nodes {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16}
Top {1}
Last {16}
Arcs {
       arc(1, 2);
       arc(1, 3);
       arc(2, 4);
       arc(2, 5);
       arc(3, 6);
       arc(3, 7);
       arc(4, 10);
       arc(5, 10);
       arc(5, 11);
       arc(6, 8);
       arc(7, 9);
       arc(8, 11);
       arc(8, 12);
       arc(9, 7);
       arc(9, 12);
       arc(10, 13);
       arc(11, 13);
       arc(12, 13);
       arc(13, 14);
       arc(14, 15);
       arc(15, 14);
       arc(15, 16);
}
```

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Исходный код на C

```
#include <stdio.h>

#define rmax 9
#define cmax 3


typedef double ary[rmax];
typedef double arys[cmax];
typedef double ary2[rmax][cmax];
typedef double ary2s[cmax][cmax];
typedef double* pointer;
typedef double** dpointer;


void get_data(ary2 x, ary y, int nrow, int ncol) {
	for (int i = 0; i < nrow; i++) {
		x[i][0] = 1;
		for (int j = 1; j < ncol; j++) {
			x[i][j] = (i + 1) * x[i][j - 1];
		}
		y[i] = 2 * (i + 1);
	}
}

void square(ary2 x, double* y, ary2s a, double* g, int nrow, int ncol) {
	for (int k = 0; k < ncol; k++) {
		for (int l = 0; l <= k; l++) {
			a[k][l] = 0;

			for (int i = 0; i < nrow; i++) {
				a[k][l] = a[k][l] + x[i][l] * x[i][k];
				if (k != l)
					a[l][k] = a[k][l];
			}
		}

		g[k] = 0;
		for (int i = 0; i < nrow; i++) {
			g[k] = g[k] + y[i] * x[i][k];
		}
	}
}

int main() {
	int nrow = 5;
	int ncol = 3;

	ary2 x;
	ary y;

	arys g;
	ary2s a;

	get_data(x, y, nrow, ncol);
	square(x, y, a, g, nrow, ncol);

	return 0;
}
```

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Граф для программы на С



ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Граф для программы на С

```
Nodes {1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20,
21, 22, 23, 24}
Top {1}
Last {24}
Arcs {
      arc(1, 2);
      arc(2, 3);
      arc(3, 4);
      arc(4, 5);
      arc(5, 6);
      arc(6, 5);
      arc(6, 7);
      arc(7, 8);
      arc(8, 4);
      arc(8, 9);
      arc(9, 10);
      arc(10, 11);
      arc(11, 12);
      arc(12, 13);
      arc(13, 14);
      arc(13, 15);
      arc(14, 15);
      arc(15, 16);
      arc(16, 12);
      arc(16, 17);
      arc(17, 18);
      arc(18, 11);
      arc(18, 19);
      arc(19, 20);
      arc(20, 21);
      arc(21, 20);
      arc(21, 22);
      arc(22, 23);
      arc(23, 10);
      arc(23, 24);
}
```