

## Лабораторная работа 1. Модели структуры систем с использованием теории графов

### Задача 1

1. Выполнить матричное и множественное описание графа топологии системы;
2. Выполнить топологическую декомпозицию системы (рис.17);
3. Разработать алгоритм решения задачи топологической декомпозиции на одном из языков программирования. Привести результаты работы программы.

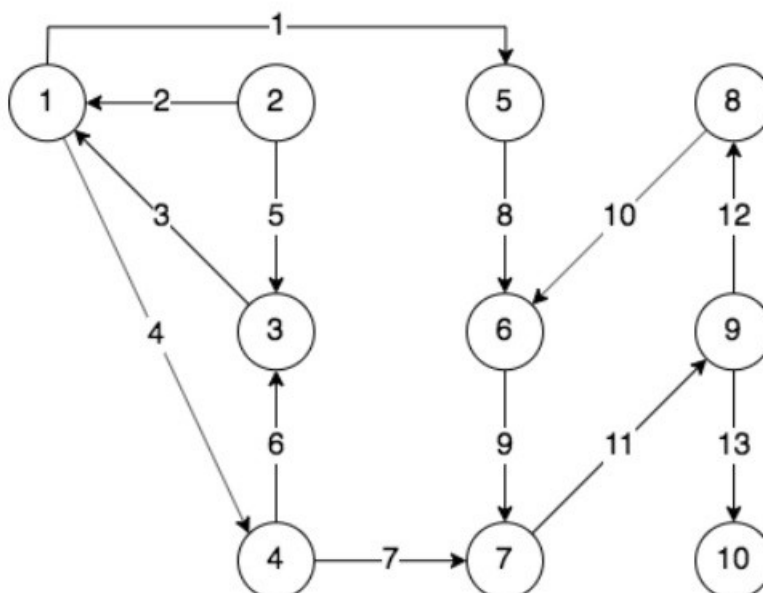


Рис. 17. Описание системы

**Выполнение:**

## 1. Матричное представление

Таблица 1- Матрица смежности

[illegible]

Таблица 2- Матрица инциденций

| $i \backslash j$ | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1                | 1  | -1 | -1 | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 2                | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 3                | 0  | 0  | 1  | 0  | -1 | -1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 4                | 0  | 0  | 0  | -1 | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 5                | -1 | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  |
| 6                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -1 | 1  | -1 | 0  | 0  | 0  |
| 7                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -1 | 0  | -1 | 0  | 1  | 0  | 0  |
| 8                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0  | -1 | 0  |
| 9                | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -1 | 1  | 1  |
| 10               | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | -1 |

## 2. Множественное представление

$$G(1)=(4,5);$$

$$G(2)=(1,3);$$

$$G(3)=(1);$$

$$G(4)=(3,7);$$

$$G(5)=(6);$$

$$G(6)=(7);$$

$$G(7)=(9);$$

$$G(8)=(6);$$

$$G(9)=(8,10);$$

$$G(10)=(0);$$

$$G^{-1}(1)=(2,3);$$

$$G^{-1}(2)=(0);$$

$$G^{-1}(3)=(2,4);$$

$$G^{-1}(4)=(1);$$

$$G^{-1}(5)=(1);$$

$$G^{-1}(6)=(5);$$

$$G^{-1}(7)=(6);$$

$$G^{-1}(8)=(9);$$

$$G^{-1}(9)=(7);$$

$$G^{-1}(10)=(9);$$

## 3. Топологическая декомпозиция системы

Достижимое множество:

$$R(i)=(i) \vee G(i) \vee \dots \vee G^{\lambda}(i) \vee \dots, \text{ где } \lambda - \text{длина пути графа}; \quad (1)$$

Контрдостижимое множество:

$$R(i)=(i) \vee G(i)^{-1} \vee \dots \vee G^{\lambda}(i)^{-1} \vee \dots; \quad (2)$$

Сильно связный подграф:

$$V_n=R(i) \cap Q(i); \quad (3)$$

$$\begin{aligned} R(1) &= (1) \vee R(1)^1 \vee R(1)^2 \vee R(1)^3 \vee R(1)^4 = \\ &= (1) \vee (4,5)^1 \vee (3,7,6)^2 \vee (7,9)^3 \vee (8,10)^4 = \\ &= (1,4,5,3,7,6,9); \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q(1) &= (1) \vee Q(1)^{-1} \vee Q(1)^{-2} = \\ &= (1) \vee (2,3)^{-1} \vee (2,4)^{-2} = \\ &= (1,2,3,4); \end{aligned}$$

$$V_1=R(1) \cap Q(1)=(1,3,4);$$

$$\begin{aligned}
 R(5) &= (5) \vee R(5)^1 \vee R(5)^2 \vee R(5)^3 \vee R(5)^4 = \\
 &= (5) \vee (6)^1 \vee (7)^2 \vee (9)^3 \vee (8, 10)^4 = \\
 &= (5, 6, 7, 8, 9, 10); \\
 Q(5) &= (5); \\
 V_2 &= R(5) \cap Q(5) = (5);
 \end{aligned}$$

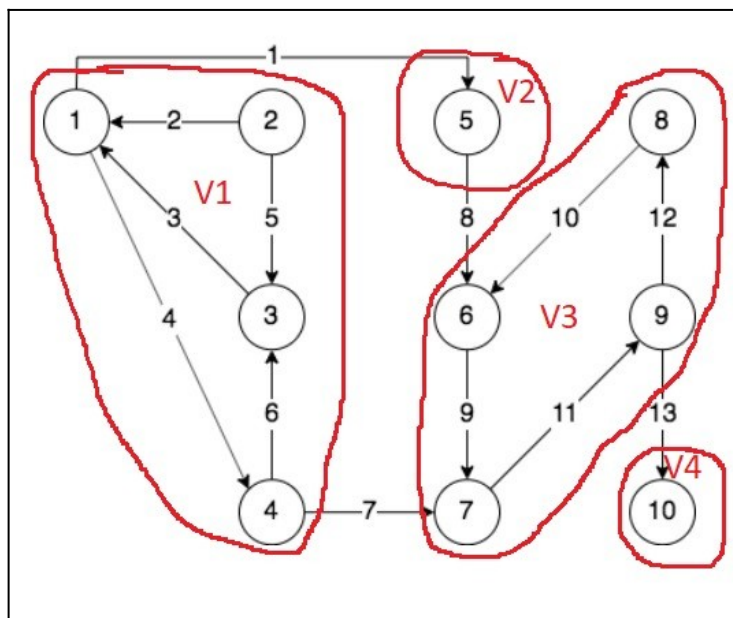
$$\begin{aligned}
 R(6) &= (6) \vee R(6)^1 \vee R(6)^2 \vee R(6)^3 = \\
 &= (6) \vee (7)^1 \vee (9)^2 \vee (8, 10)^3 = \\
 &= (6, 7, 8, 9, 10); \\
 Q(6) &= (6) \vee Q(6)^{-1} \vee Q(6)^{-2} \vee Q(6)^{-3} = \\
 &= (6) \vee (8)^{-1} \vee (9)^{-2} \vee Q(7)^{-3} = \\
 &= (6, 7, 8, 9); \\
 V_3 &= R(6) \cap Q(6) = (6, 7, 8, 9);
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R(10) &= (10); \\
 Q(10) &= (10); \\
 V_4 &= R(10) \cap Q(10) = (10);
 \end{aligned}$$

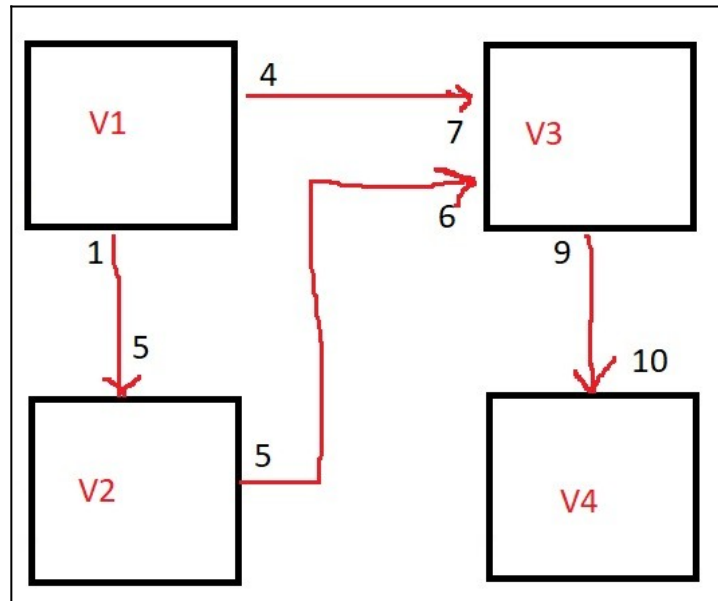
Итого имеем:

1.  $G_1(V_1) = G_1(1, 2, 3, 4);$
2.  $G_2(V_2) = G_2(5);$
3.  $G_3(V_3) = G_3(6, 7, 8, 9);$
4.  $G_4(V_4) = G_4(10).$

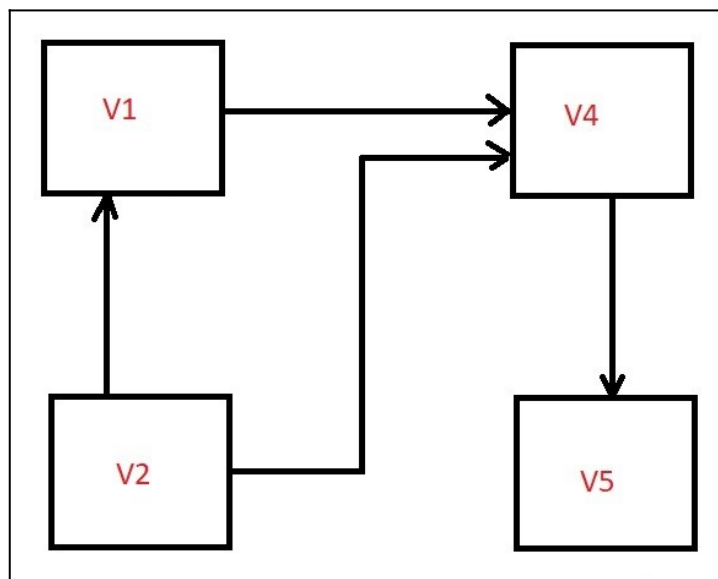
Вид подграфов:



Вид сильно связанных подграфов:



Результат декомпозиции исходного графа:



4. Алгоритм решения задачи топологической декомпозиции (python)

Алгоритм и результат решения задачи приведён на ЯП Python по следующей [ссылке](#)

**Задача 2**

1. Выполнить топологическую декомпозицию одной системы из предложенных ниже вариантов, используя разработанную программу
2. Привести результаты работы программы

**Выполнение:**