

## Использование аппарата сетей Петри для моделирования систем.

**Цель работы** - Изучение матричных способов представления сетей Петри (СП) и методов исследования СП-моделей на основе матричных уравнений и дерева достижимых разметок (ДДР).

### Порядок выполнения работы

**1.** Постройте графы, найдите расширенную входную и выходную функции следующих сетей Петри:

а)  $C = \{P, T, F, H\}$ ,  $P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6\}$ ,  $T = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}$ ,

$F(t_1) = \{p_1\}$ ,	$H(t_1) = \{p_2, p_3\}$ ,
$F(t_2) = \{p_3\}$ ,	$H(t_2) = \{p_3, p_5, p_5\}$ ,
$F(t_3) = \{p_2, p_3\}$ ,	$H(t_3) = \{p_2, p_4\}$ ,
$F(t_4) = \{p_4, p_5, p_5, p_5\}$ ,	$H(t_4) = \{p_4\}$ ,
$F(t_5) = \{p_2\}$ ,	$H(t_5) = \{p_6\}$ ,

б)  $C = \{P, T, F, H\}$ ,  $P = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9\}$ ,

$T = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6\}$ ,	
$F(t_1) = \{p_1\}$ ,	$H(t_1) = \{p_2, p_3\}$ ,
$F(t_2) = \{p_8\}$ ,	$H(t_2) = \{p_1, p_7\}$ ,
$F(t_3) = \{p_2, p_5\}$ ,	$H(t_3) = \{p_6\}$ ,
$F(t_4) = \{p_3\}$ ,	$H(t_4) = \{p_4\}$ ,
$F(t_5) = \{p_6, p_7\}$ ,	$H(t_5) = \{p_9\}$ ,
$F(t_6) = \{p_4, p_9\}$ ,	$H(t_6) = \{p_5, p_8\}$ ,

**2.** На графах сетей Петри из задачи 4, укажите маркировку:

а)  $\mu = (1, 0, 2, 0, 3, 1)$ ; б)  $\mu = (1, 2, 3, 4, 3, 4, 0, 0, 0, 1)$ .

**3.** Какие переходы разрешены в маркированной сети Петри на рис 1-4?

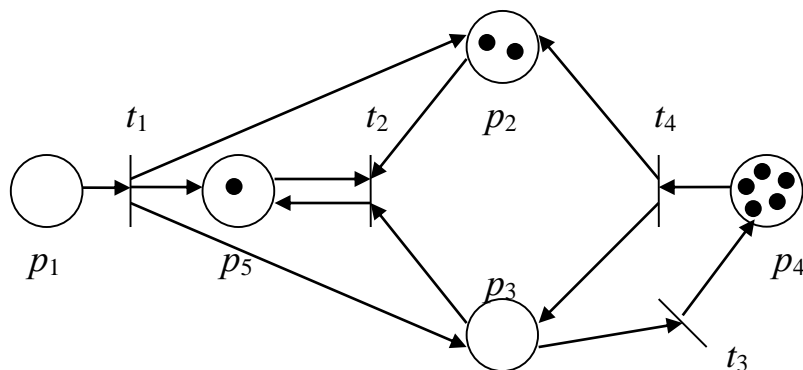


Рис. 1.

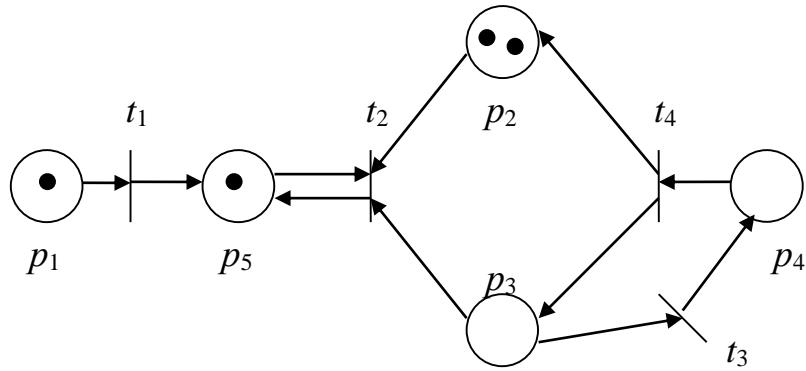


Рис. 2.

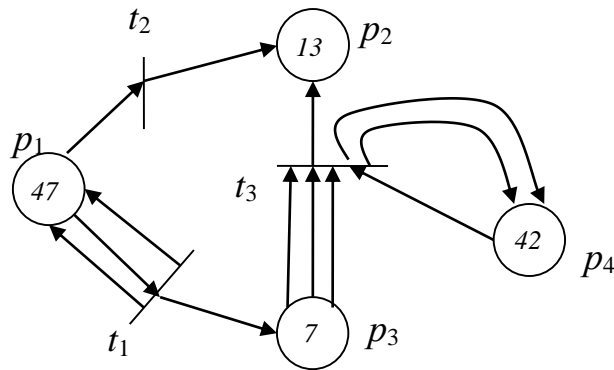


Рис. 3

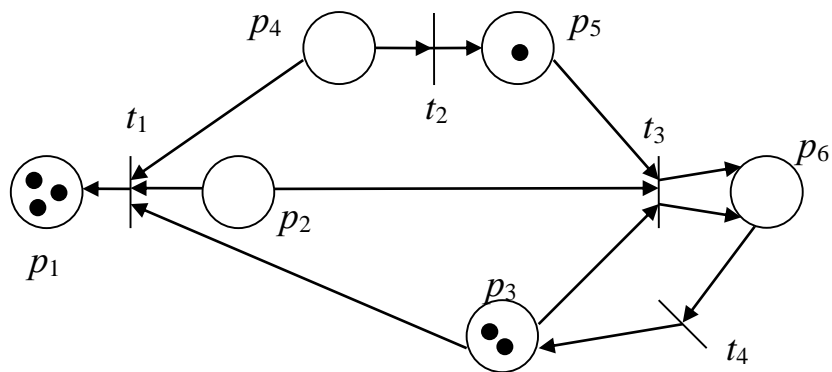


Рис. 4

4. Какая маркировка получится при запуске перехода  $t_1$  (рис.1)? Какая маркировка получится при запуске перехода  $t_4$  (рис.2)? Какая маркировка получится в результате выполнения следующих операций: сначала – запуск  $t_4$ , затем – запуск  $t_2$  (рис. 2)?

5. Определите последовательность маркировок для маркированной сети Петри (рис. 5).

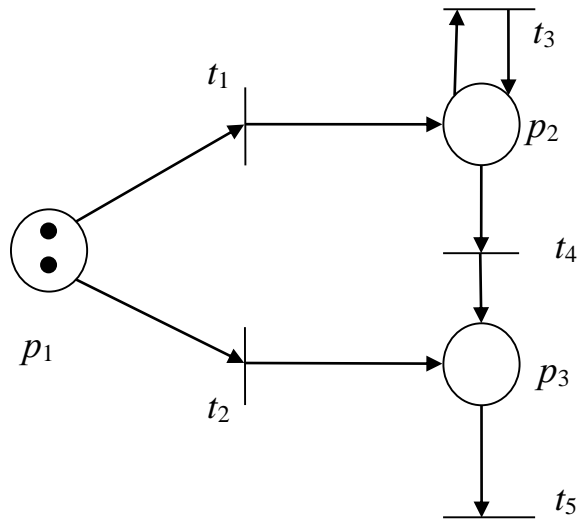


Рис. 5.

6. Постройте деревья достижимости для маркированных сетей, представленных на рис. 6 и рис. 7.

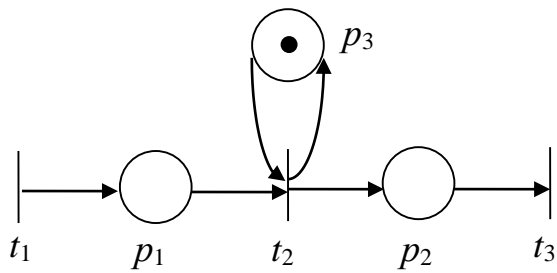


Рис. 6

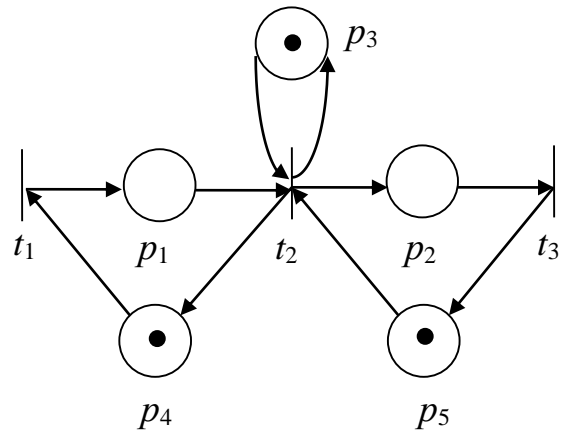


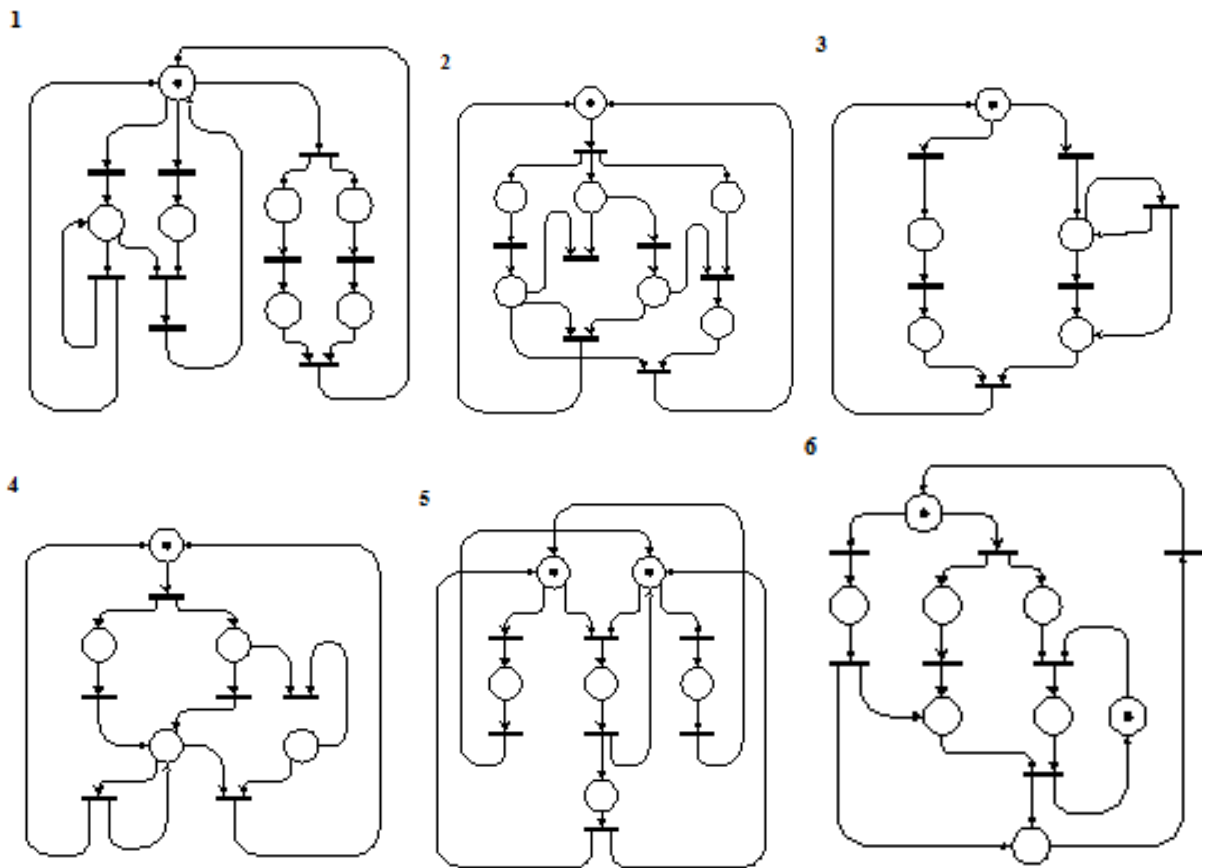
Рис.7

7. Какая маркировка получится при запуске последовательности переходов  $\sigma=t_2, t_5, t_1, t_3$  (рис. 5)? Является ли маркировка  $(0,2,0)$ ,  $(0,0,6)$ ,  $(0,3,1)$ ,  $(0,0,1)$  достижимой из маркировки  $(2,0,0)$ ?

8. Выбрать структуру сети Петри.

1) Оценить корректность СП-модели и предложить варианты устранения недостатков в случае их обнаружения. Допустимо добавлять новые элементы и ограниченно видоизменять топологию сети. Полученная модель должна отвечать требованиям живости и безопасности.

2) Провести анализ полученной СП-модели при помощи матричных методов и дерева достижимых разметок.



9. Выбрать вычислительную структуру в соответствии с номером варианта (приложения 2) и разработать СП-модель в соответствии с ее словесным описанием.

## Приложение 2

1. Дана вычислительная структура, которая состоит из двух независимых подканалов *ПКВ1*, который вводит данные, и *ПКВ2*, который выводит данные. Обработка данных ведется на конвейерном процессоре, состоящем из трех процессорных элементов. Если работает процессор, то ввод данных запрещен.

2. Дана вычислительная структура, которая включает канал ввода-вывода, состоящий из подканалов *ПКВ1*, *ПКВ2*, *ПКВ3*, и параллельный процессор, состоящий из трех процессорных элементов *ПЭ1*, *ПЭ2*, *ПЭ3*. Ввод данных выполняют подканалы *ПКВ1* и *ПКВ2*, вывод - подканал *ПКВ2*. Подканал *ПКВ3* управляет передачей данных в процессорные элементы: *ПЭ1* занимает подканал *ПКВ3* на все время обработки данных, *ПЭ2* – только на время ввода и вывода, *ПЭ3* – только на время вывода.

3. Даны вычислительные структуры *ВС1* и *ВС2*. *ВС1* имеет параллельный процессор, состоящий из двух процессорных элементов. *ВС2* имеет конвейерный процессор, также состоящий из двух процессорных элементов. Канал ввода-вывода включает два подканала *ПКВ1* и *ПКВ2*. Ввод и обработка данных в *ВС1* производится под управлением подканала *ПКВ1*, а в *ВС2* – под управлением подканала *ПКВ2*. Вывод данных из *ВС1* и *ВС2* требует занятия канала ввода-вывода полностью.

4. Даны вычислительные структуры  $BC1$  и  $BC2$ , которые имеют соответственно параллельный ( $ПЭ1||ПЭ2||ПЭ3$ ) и последовательный ( $ПЭ1-ПЭ2$ ) процессоры. Обработка данных в процессорах  $BC1$  и  $BC2$  начинается одновременно. Канал ввода-вывода имеет один подканал и выполняет ввод и вывод данных в каждой вычислительной структуре.

5. Даны вычислительные структуры  $BC1$ ,  $BC2$ ,  $BC3$  и канал ввода-вывода, состоящий из подканалов  $ПКВ1$ ,  $ПКВ2$ ,  $ПКВ3$ .  $BC1$  выполняет ввод данных с использованием подканалов  $ПКВ1$  и  $ПКВ2$ .  $BC2$  выполняет обработку данных на процессоре со следующей структурой ( $ПЭ1||ПЭ2$ )- $ПЭ3$ ).  $BC3$  выполняет вывод данных с использованием подканалов  $ПКВ2$  и  $ПКВ3$ .

10. Разработать СП-модель, описывающую работу отдела аппарата управления строительной организации.

### Контрольные вопросы

1. Что такое СП и с помощью каких параметров она задается?
2. Что такое живость, безопасность, ограниченность и достижимость СП?
3. Как интерпретируются для моделируемой ВС живость, ограниченность и достижимость СП?
4. Как выглядит уравнение состояния СП?
5. В чем заключаются матричные методы исследования СП-моделей?
6. Что такое полная  $p$ -цепь и полная  $t$ -цепь?
7. Что такое дерево достижимых разметок?
8. Какие приемы использованы в алгоритме построения дерева достижимых разметок для ограничения дерева?
9. Какие свойства СП исследуются в процессе анализа?
10. Какова интерпретация позиций и переходов при описании СП вычислительных структур?
11. Как можно доказать корректность иерархической СП-модели?
12. Как определяется степень детализации иерархической СП-модели ВС?
13. Какие Вы знаете пути практического применения СП при проектировании и анализе ВС?
14. Какие методы проектирования многоуровневых ВС Вам известны? В чем достоинства и недостатки данных методов?