

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ АСУ**

**Лекция 6: Формирование выходных документов на отгружаемую продукцию с помощью сетей Петри**

# СОДЕРЖАНИЕ

---

- ① **1. Общие положения и характеристики ординарных сетей Петри**
- ② **2. Использование сетей Петри для поиска оптимальных стратегий формирования документов**
- ③ **3. Маркировка и динамика сетей Петри**

# Часть 1

---

## **Общие положения и характеристики ординарных сетей Петри**

# Определения

- **Ординарные сети Петри – тройка множеств  $S = \{P, T, E\}$ , где**
- **$P$  – множество позиций в сети:**
- **$|P| \neq 0$ .**
- **$T$  – множество переходов:**
- **$|T| \neq 0$ .**
- **$E$  – отношение инцидентности позиций и переходов т.е. множество дуг сети « $S$ ».**

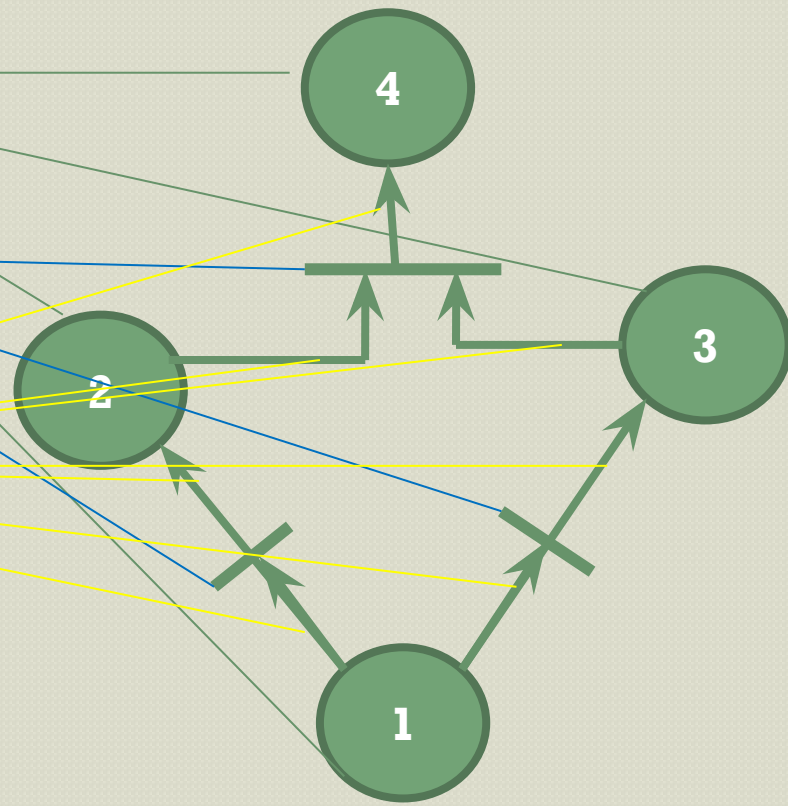
# Пример 1. Обыкновенная сеть Петри

## Петри

○ **Позиции**

○ **Переходы**

○ **Дуги**



**Позиции сети Петри  
обозначаются кружками,  
переходы – барьерами  
(планками), отношения –  
стрелками (дугами)**

# САМОСТОЯТЕЛЬНО

---

1. Граф  $G(X,U)$  – это множество вершин  $X$  и отношений их инцидентности  $U$ .
2. Сеть Петри - результат развития теории графов:  $S = \{P, T, E\}$  - это множество позиций  $P$ , множество переходов (планок)  $T$  и отношений инцидентности позиций и переходов  $E$ .
3. Самостоятельно предложите следующий этап развития теории графов и пример, иллюстрирующий его применение.

## Часть 2

---

- **Использование сетей  
Петри для поиска  
оптимальных  
стратегий  
формирования  
документов**

# Сети Петри в моделях формирования выходных документов

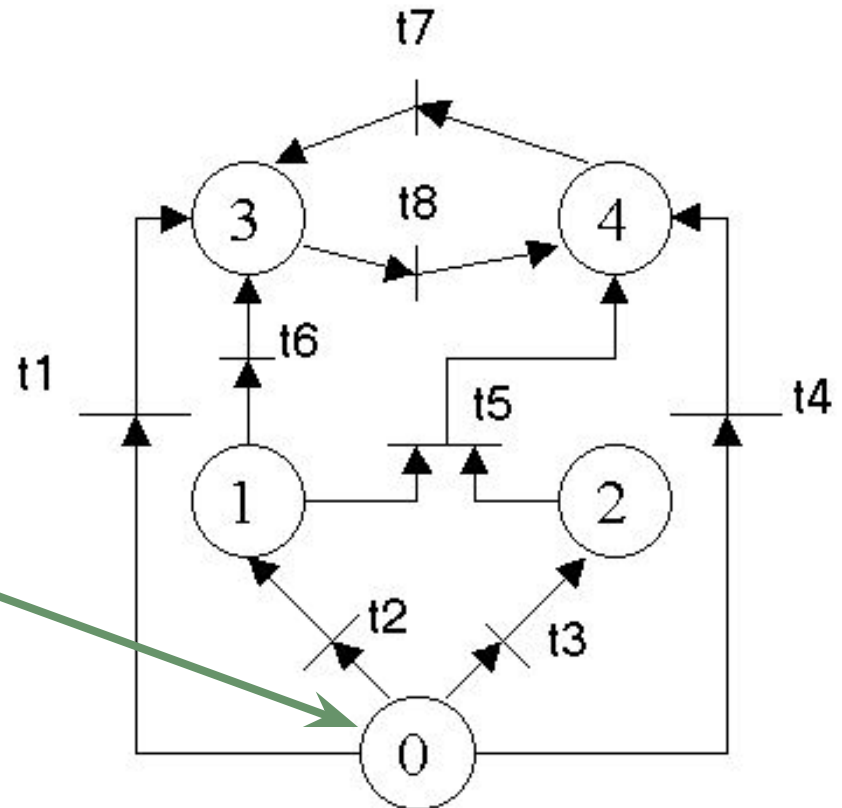
## Содержательная постановка задачи:

- Задано множество документов, которые нужно формировать на основе базы данных и множества программных единиц, которые могут это делать. Каждая единица характеризуется временем и объемом памяти. Каждый документ характеризуется объемом используемой памяти. Требуется построить такую стратегию формирования документов, которая бы:
  - Минимизировала время формирования выходных документов.
  - Удовлетворяло ограничениям на объем используемой памяти.



# Сеть Петри, иллюстрирующая возможные стратегии формирования документов

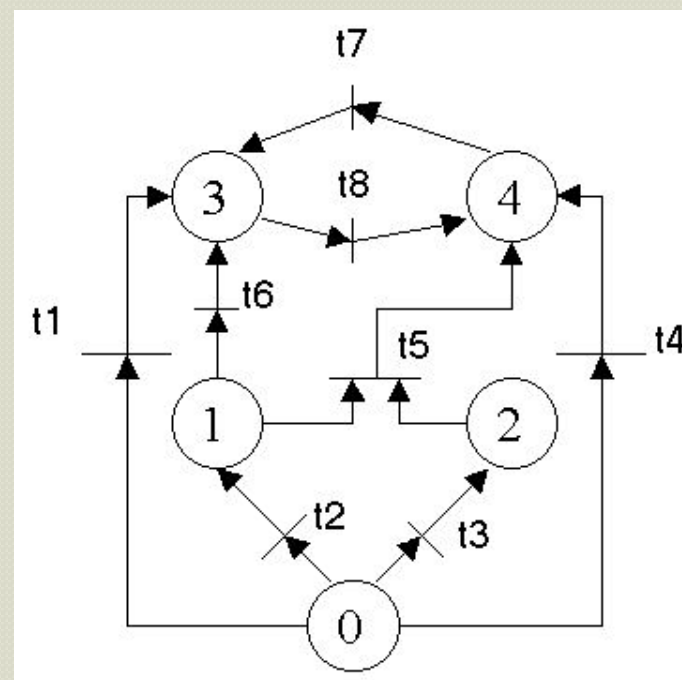
- Время работы  $i$ -ой программной единицы задается формулой:  
 $\tau(t_i) = 10 - i, i = 1, 2, \dots, 7$ .  
База данных.  
Переход  $t_5$  может сработать, только если документы 1 и 2 уже сформированы.



# Формальная постановка

## задачи

- 9z(t1)+8z(t2)+7z(t3)+6z(t4)+5z(t5)+4z(t6)+3z(t7)+2z(t8) → min;
- z(t1)+z(t6)+z(t7)=1;
- z(t4)+z(t5)+z(t8)=1;
- z(t2)=1; z(t3)=1;
- z(t8)z(t7)=0;
- z(ti)=1,0; i=1,2,3,...,7.



# Решение задачи переборными алгоритмами

---

- Объем перебора булевых переменных равен  $n_1 = 128$ .
- Объем перебора перестановок вершин  $n_2 = 24$ .
- Объем перебора перестановок вершин с учетом специфики сети Петри равен  $n_3 = 2$ .

# Обозначения

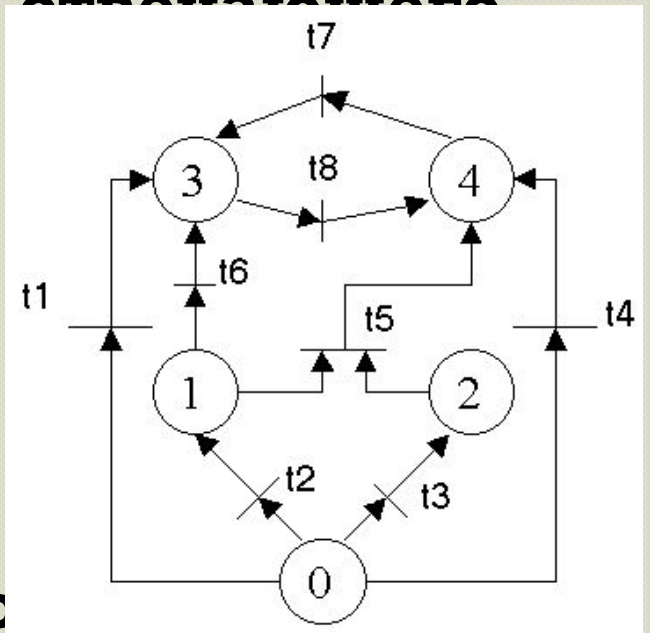
- $P'$  – подмножество первых  $i$  позиций перестановки  $\pi$  ( $|P'| = i$ ).
- Выбирается  $k$ -й переход такой, что:
  - ❖ исходящая из него дуга заходит в позицию, стоящую на  $(i+1)$ -м месте в перестановке  $\pi$ ;
  - ❖ В планку  $k$ -го перехода заходят дуги подмножества переходов  $T'$ , в которые заходят только дуги, исходящие из позиций подмножества  $P'$ .

# Алгоритм

- Шаг 1.  $i=1$ .
- Шаг 2. Определяется подмножество  $P'$ .
- Шаг 3. Определяется подмножество  $T'$ .
- Шаг 4. Выбор  $k$ -го перехода, для которого справедливо:  $\tau(t_j)$ .
- Шаг 5.  $i = i+1$ .
- Шаг 6. Если  $i > n$ , то перейти к шагу 7, в противном случае – к шагу 2.
- Шаг 7. Конец алгоритма.

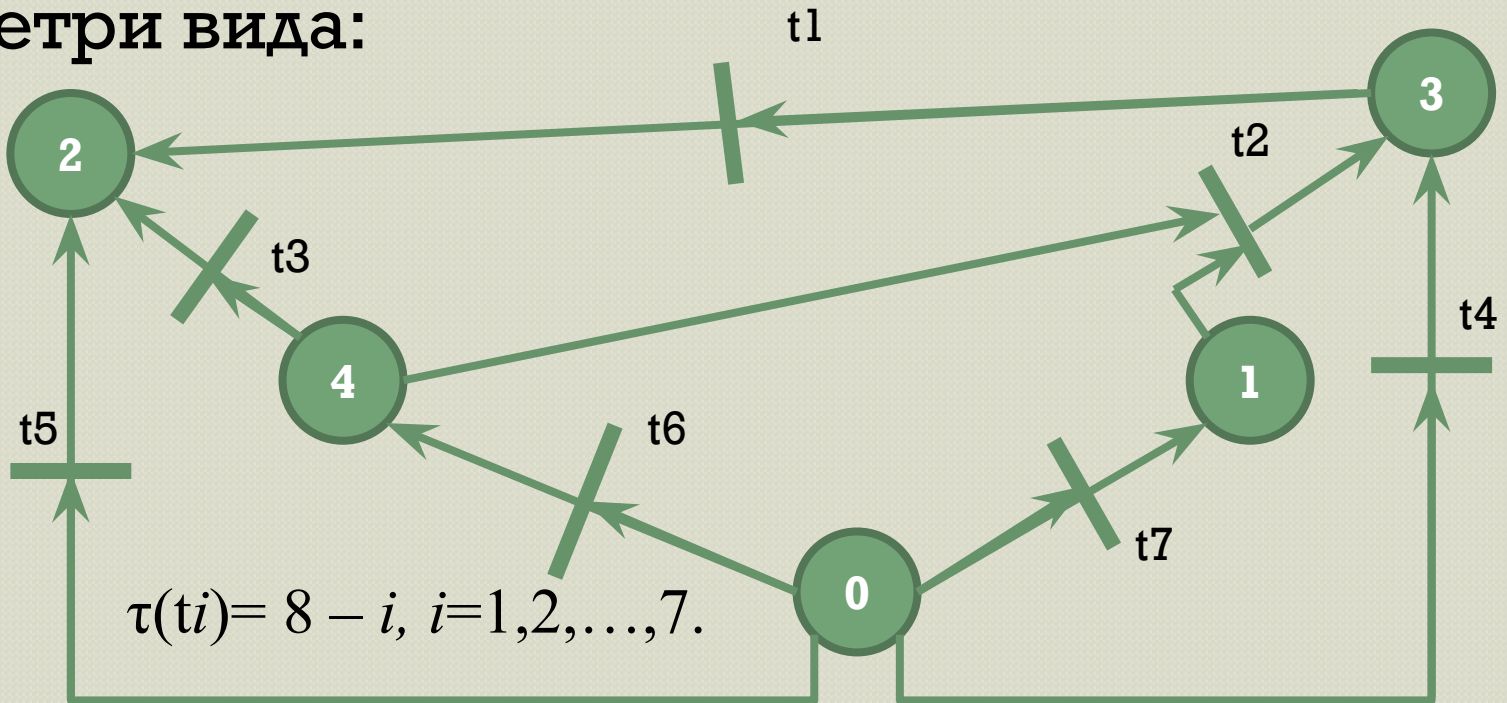
# Пример 2

- Пусть  $n = 1, 2, 3, 4$ . Тогда для формирования документа, отвечающего позиции 1, выбирается  $t_2$ , для формирования документа, отвечающего позиции 2, выбирается  $t_3$ , позиции 3 отвечает  $t_6$ , а позиции 4 отвечает  $t_8$ . Т.о. суммарное время формирования всех документов равно 21. Перебрав все перестановки, получим оптимальную стратегию формирования документов



# Самостоятельно

- Формализовать и определить с помощью перестановок оптимальный порядок формирования документов с помощью сети Петри вида:



# Ответить на вопросы

---

- **Как построить сеть Петри для случая, когда документы формируются с использованием распределенной базы данных?**
- **Как учесть в формальной постановке задачи случай, когда в сети Петри существуют контуры?**



## Часть 3

---

# Маркировка и динамика сетей Петри

## Динамика ординарных сетей Петри.

- Маркировка сети Петри – присвоение позиций числовых меток или значений. Представляется в виде вектора  $M_j$
- Динамика сети Петри определяется соотношением о правилах срабатывания переменных видов.
- Изменение состояний сети связаны с механизмом изменения маркировок позиций. Приняты следующие правила:

## Приняты следующие правила:

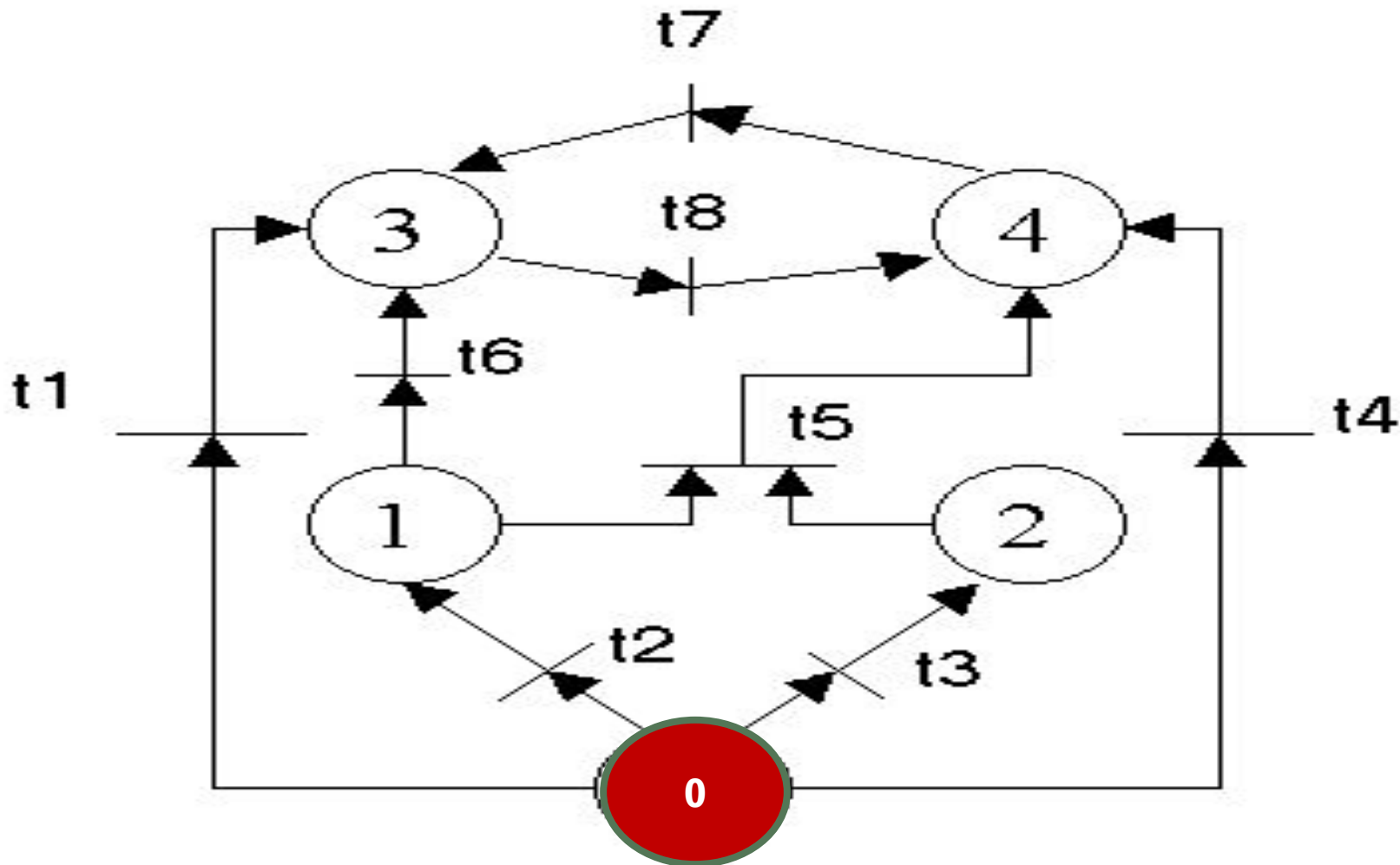
- Выполняется только возбужденный переход, т.е. такой, во всех входных позициях которого – 1.
- Срабатывание перехода может наступить через любой конечный промежуток времени, после его возбуждения.
- Если в каком то состоянии сети Петри возбужденными оказываются несколько переходов, то выполняется только один (любой) из них.
- В результате срабатывания перехода, метка меняется в каждой входной его позиции - она уменьшается на 1, а метки во всех его выходных позициях увеличивается на 1.
- Выделение перехода – неделимый процесс изменения разметки выполняется мгновенно.

# Пример 1

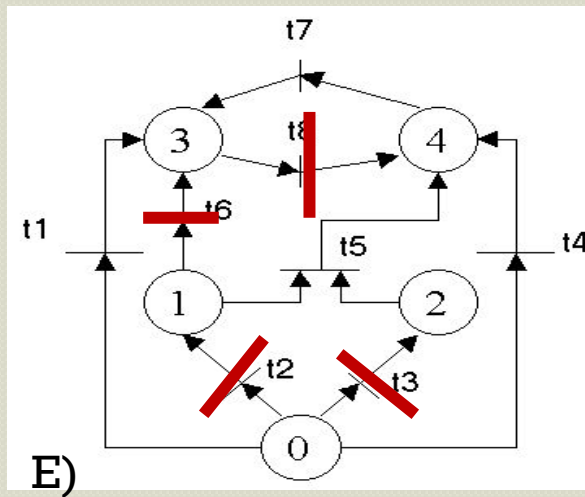
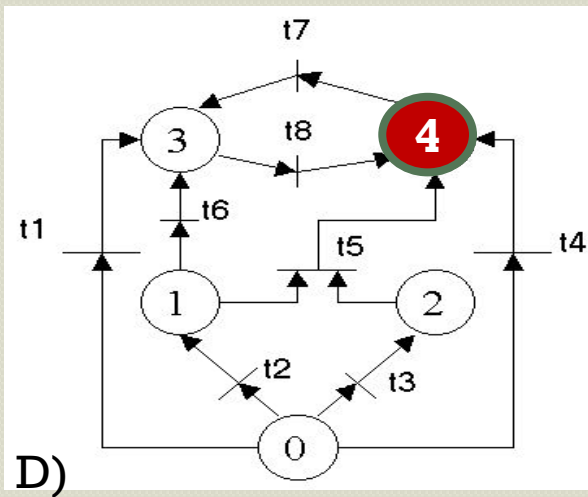
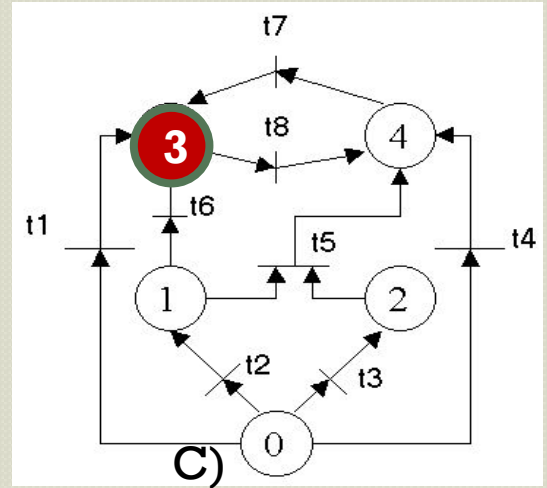
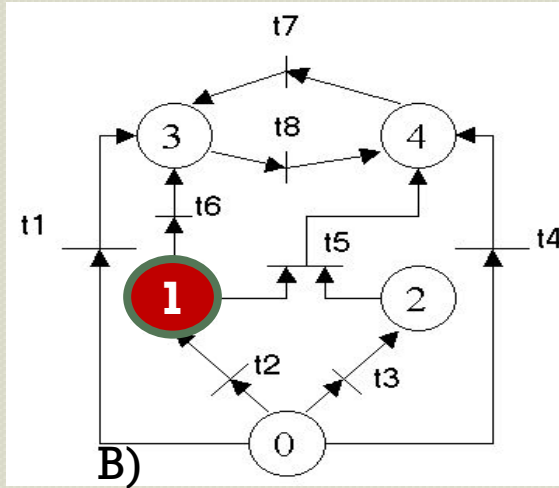
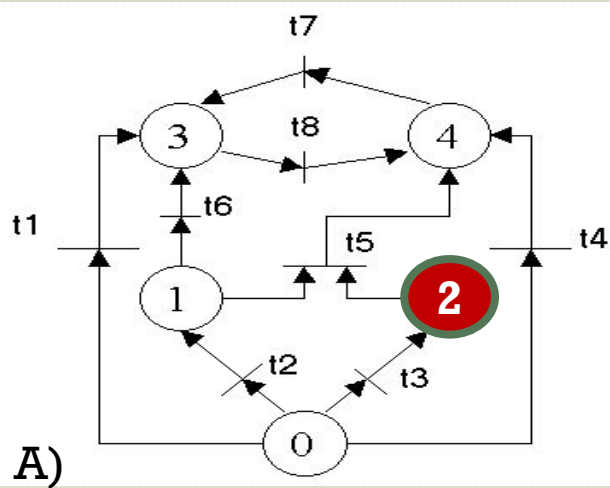
---

**Определить динамику  
сети Петри  
применительно к задаче  
поиска оптимальной  
стратегии формирования  
документов**

# Начальная позиция выделена красным цветом



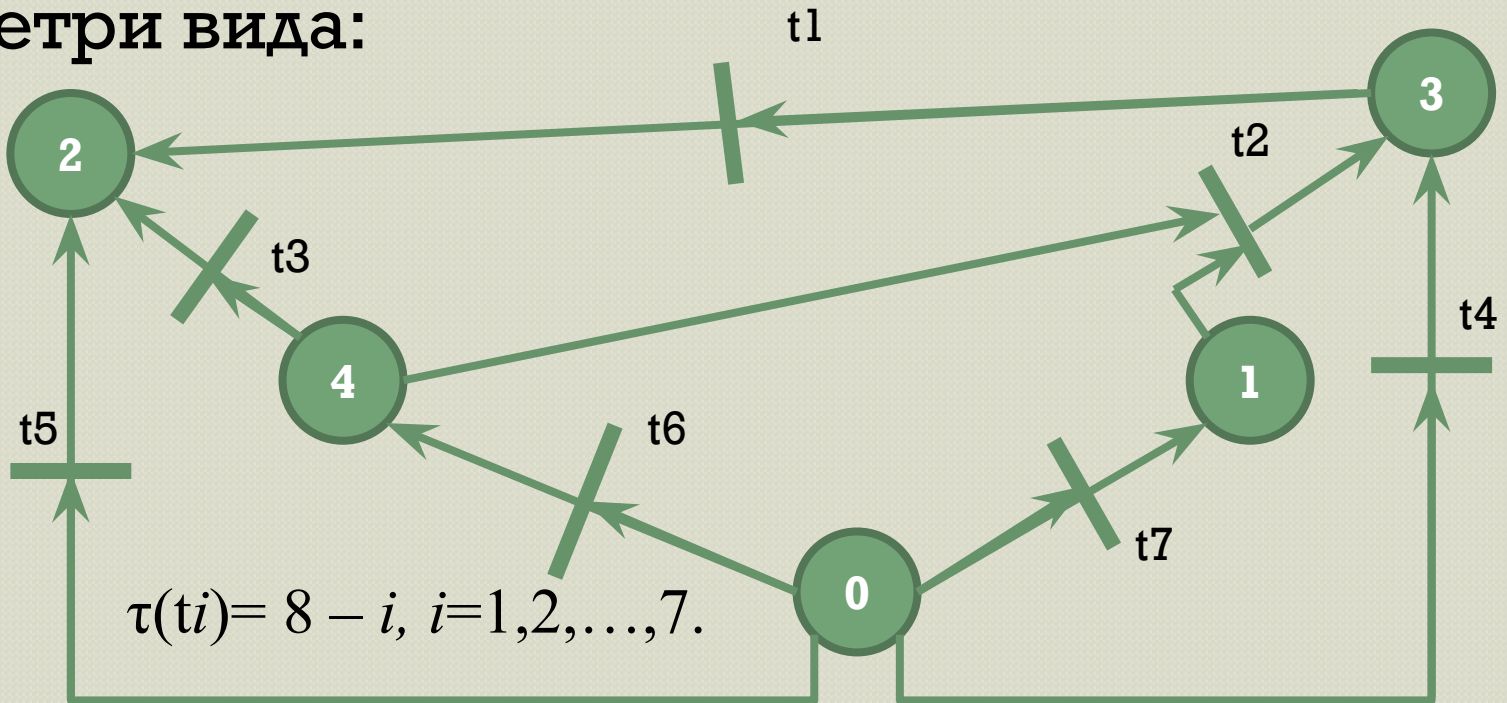
# Расстановка пометок



Порядок расстановки пометок определяет оптимальную стратегию формирования документов

# Самостоятельно

Определить с помощью расстановки пометок оптимальный порядок формирования документов с помощью сети Петри вида:



# Самостоятельно

---

- Назовите подсистемы АСУ вуз, которые эквивалентны производственным подсистемам:
- а) формирования портфеля заказов;
- б) технической подготовки производства;
- в) управление технологическим процессом;
- г) формирования документов на отгружаемую продукцию;
- д) логистика (управление запасами).



# Самостоятельно

- 1. Определите порядок проектирования АСУ вуз.
- 2. Какие требования (ограничения) следует учесть при создании ТЗ АСУ вуз?
- 3. Каким образом Вы определили бы требования к техническим параметрам используемой аппаратуры?
- 4. Каким образом Вы определили бы требования к программному обеспечению АСУ ?
- 5. Как бы Вы сформулировали требования к системе кодирования АСУ вуз?