

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ  
СІКОРСЬКОГО**

Факультет інформатики та обчислювальної техніки Кафедра  
інформатики та програмної інженерії

Звіт з комп'ютерного практикуму №5  
«Формалізація дискретно-подійних систем стохастичною мережею  
петрі.»  
роботи з дисципліни: « Моделювання систем »

Студент: Мешков Андрій Ігорович

Група: ІІ-15

Викладач: асистент Дифучин А. Ю.

Київ, 2024

## Завдання

### **5.1 Завдання до виконання**

#### **1. Розробити мережу Петрі для наступної задачі (20 балів):**

Конвеєрна система складається з п'ятих обслуговуючих пристроїв, розташованих уздовж стрічки конвеєра. Деталі надходять на опрацювання на перший пристрій із постійною швидкістю, рівної 4 одиниці за 1 хвилину. Тривалість обслуговування на кожному пристрої розподілена за експоненціальним законом з математичним сподіванням 1 хвилини. Вільного місця перед кожним конвеєром немає, тому пристрій може зняти деталь із конвеєра, тільки якщо знаходиться в стані «вільний». Якщо перший пристрій вільний, то деталь обробляється на ньому. По закінченні оброблення деталь залишає систему. Якщо перший пристрій зайнятий у момент надходження деталі, деталь по конвеєру надходить до другого пристрою. Інтервал проходження деталі між пристроями дорівнює 1 хвилини. Якщо при прямуванні деталі по конвеєру всі пристрої були зайняті, вона повертається до першого пристрою з затримкою 5 хвилин.

Метою моделювання є визначення статистичних характеристик часу перебування деталі в системі, завантаження обслуговуючих пристроїв і кількості зайнятих пристроїв.

#### **2. Розробити мережу Петрі для наступної задачі (25 балів):**

Експериментальна роботизована гнучка виробнича система має два верстати із числовим пультом керування, три роботи, пункт прибуття і склад оброблених деталей. Деталі прибувають на пункт прибуття кожні 40 секунд згідно з експоненціальним законом розподілу, захоплюються одним з вільних роботів і переміщуються ним до першого верстата, після чого робот звільняється. Після завершення обробки на першому верстаті деталь захоплюється одним з роботів і переміщується на другий верстат, а після обробки на другому верстаті – одним з роботів переміщується на склад оброблених деталей. Кожний з верстатів може одночасно обробляти до трьох деталей.

Час переміщення робота між пунктом прибуття та першим верстатом, першим і другим верстатом, другим верстатом та пунктом зберігання оброблених деталей складає відповідно 6, 7, і 5 секунд незалежно від того, холостий це хід, чи ні. Роботу потрібний час  $8 \pm 1$  секунд на захоплення або вивільнення деталей. Час обробки на першому верстаті розподілений за нормальним законом із середнім значенням 60 секунд і стандартним відхиленням 10 секунд. Середній час обробки на другому верстаті дорівнює 100 секунд і має експоненціальний закон розподілу.

Метою моделювання є визначення найкращого (з точки зору підвищення

пропускної здатності гнучкої виробничої системи) способу закріплення роботів до операцій. Можливі варіанти закріплення:

- 1) по одному роботу на кожний з трьох шляхів переміщення деталей (пункт прибуття – перший верстат, перший верстат – другий верстат, другий верстат, склад);
- 2) кожний робот може використовуватися на кожному шляху переміщення деталей(при цьому повинен займатися найближчий з роботів).

**3. Розробити мережу Петрі для наступної задачі (25 балів):**

На маршруті приміського сполучення працюють два мікроавтобуси (А і В), кожний з яких має  $n$  місць. Мікроавтобус А користується більшою популярністю, ніж автобус В, оскільки водій мікроавтобуса А їздить акуратніше і швидше. Тому пасажир, який підійшов до зупинки, сідає в мікроавтобус В тільки у випадку, коли автобуса А немає. Мікроавтобус відправляється на маршрут, якщо всі місця в ньому зайняті. Пасажири підходять до зупинки через  $0,5 \pm 0,2$  хвилин і, якщо немає мікроавтобусів, утворюють чергу. Якщо черга більша, ніж 30 осіб, то пасажир не стає у чергу і йде до іншого маршруту. Припускається, що всі пасажири їдуть до кінця маршруту. На проходження маршруту мікроавтобус А витрачає  $20 \pm 5$  хвилин, а мікроавтобус В –  $30 \pm 5$  хвилин. Після того, як пасажири звільнили автобус (протягом часу  $5 \pm 1$  хвилин), він їде у зворотному напрямку тим же чином.

Плата за проїзд складає 20 гривень. Авто підприємство стільки ж втрачає (недоотримує), якщо пасажир, прийшовши на зупинку, не стає у чергу і обирає інший маршрут.

Метою моделювання є визначення таких характеристик:

- час очікування пасажира у черзі;
- кількість місць  $n$  (не більше 25), при якому час очікування в черзі пасажира буде мінімальним;
- виручку автопідприємства за день від маршруту, якщо мікроавтобуси працюють 10 годин на добу.

**4. Розробити мережу Петрі для наступної задачі (30 балів):**

У супермаркеті планується ввести систему управління запасами холодильників. Час між надходженнями замовлень на холодильники має експоненціальний розподіл з математичним сподіванням 0,2 тижні. Якщо покупцю знадобився холодильник тоді, коли його в запасі немає, він у 80% випадків відправляється в інший найближчий магазин, представляючи тим самим продаж, що не відбувся для даного універмагу. У 20% таких випадків робиться повторне замовлення, і покупці чекають надходження наступної партії вантажу. Магазин використовує періодичну систему перегляду стану запасів, у якому запас проглядається кожні 4 тижні і приймається рішення про необхідність здійснення замовлення. Стратегія прийняття рішення складається в розміщенні замовлення, що доводить запас до контрольного рівня, що складає 72 холодильники. Поточний стан запасу визначається як наявний запас плюс

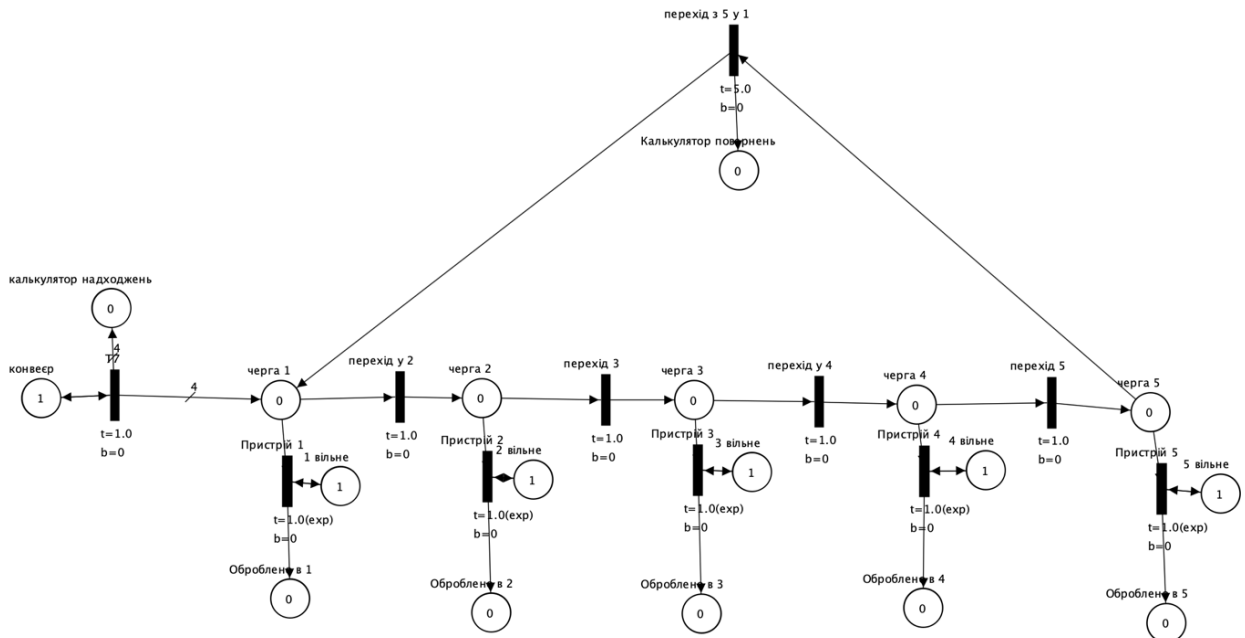
замовлені раніше приймачі і мінус невдоволений попит. Якщо поточний стан запасів менше або дорівнює 18 холодильникам (точка замовлення), здійснюється розміщення замовлення. Час доставки (час між розміщенням замовлення і його одержання) постійний і складає 3 тижні. Початкові умови: стан запасу - 72 холодильника, невдоволеного попиту немає.

Визначити середню кількість холодильників у запасі, середній час між продажами, що не здійснилися.

# Хід роботи

## Задача 1

Розробимо схему задачі



Розрахуємо показники

Перепишемо формули, використовуючи змінні:

1. Час перебування деталі в системі (T):

$$T = \sum_{i=1}^m \left( \frac{L_i * t_i}{N} \right)$$

Де:

- $L_i$  — завантаженість  $i$ -го переходу,
- $t_i$  — час проходження  $i$ -го переходу,
- $m$  — кількість переходів,
- $N$  — кількість оброблених деталей.

2. Завантаження обслуговуючих пристроїв (P):

$$P = \sum_{j=1}^k \frac{L_j}{N}$$

Де:

- $L_j$  — завантаженість  $j$ -го пристрою,
- $k$  — кількість пристроїв,
- $N$  — кількість оброблених деталей.

### 3. Кількість зайнятих пристроїв ( $R$ ):

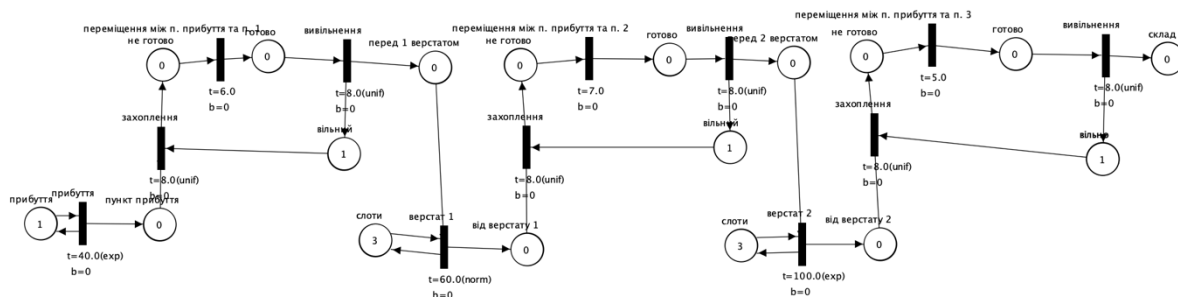
$$R = \sum_{j=1}^k L_j$$

Де:

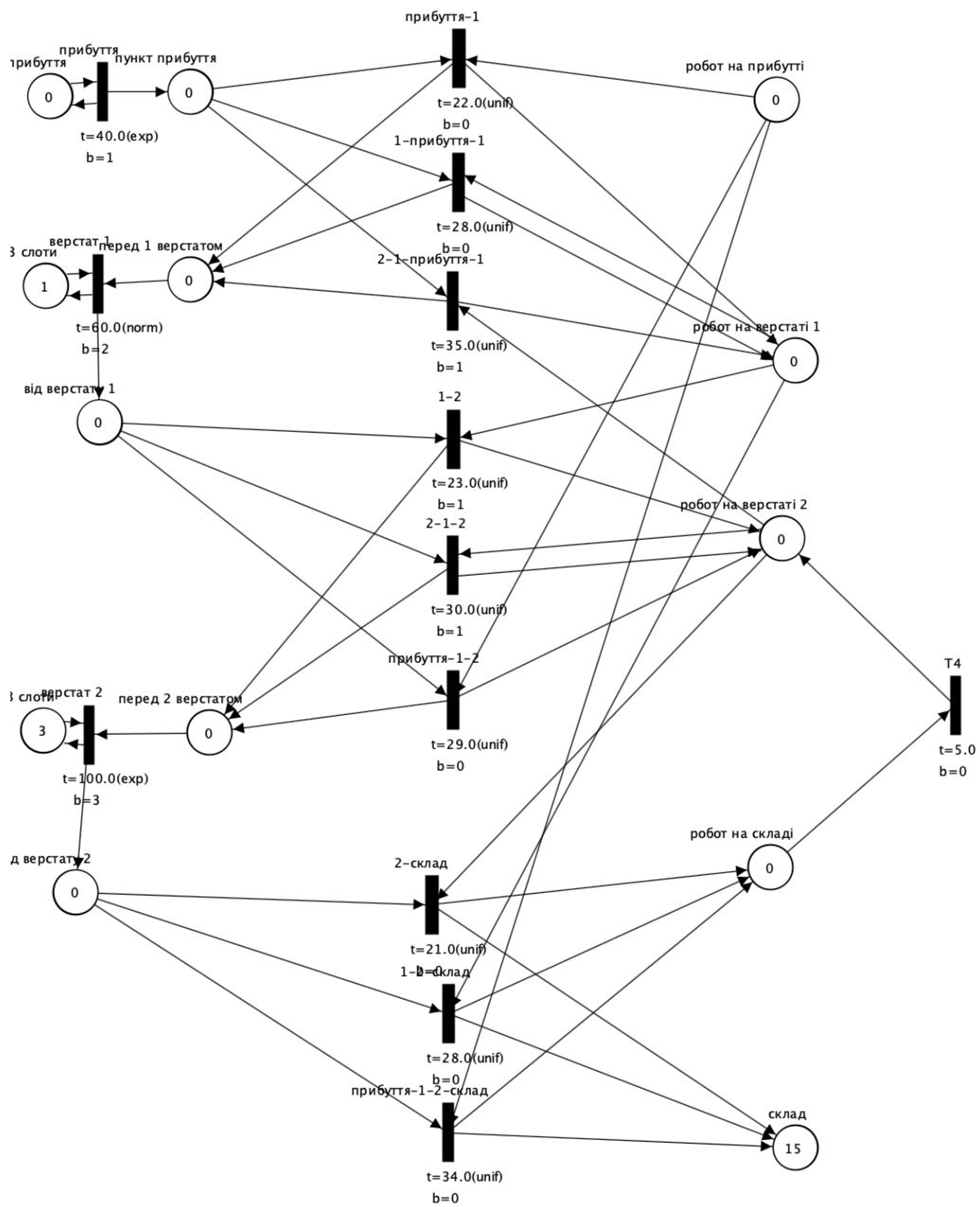
- $L_j$  — завантаженість  $j$ -го пристрою,
- $k$  — кількість пристроїв.

## Задача 2

### 1 варіант:

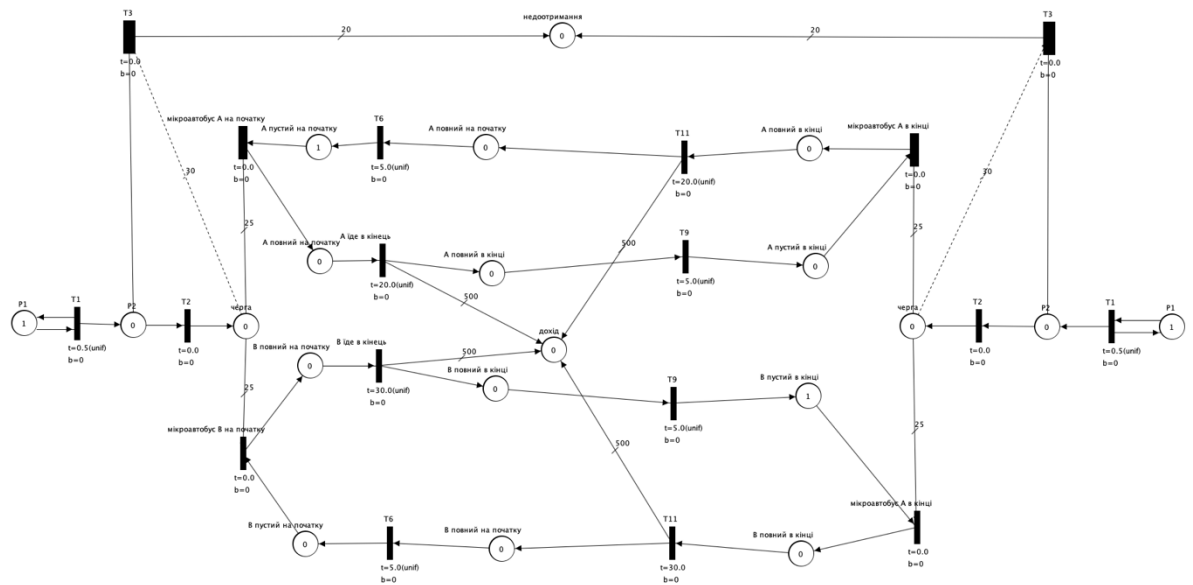


## 2 варіант:



Очевидно, що 2й варіант є кращим, оскільки роботи використовуються раціональніше.

### Задача 3



#### 1. Час очікування пасажирів у черзі (T):

$$T = \sum_{i=1}^n \left( \frac{t_i}{P} \right)$$

Де:

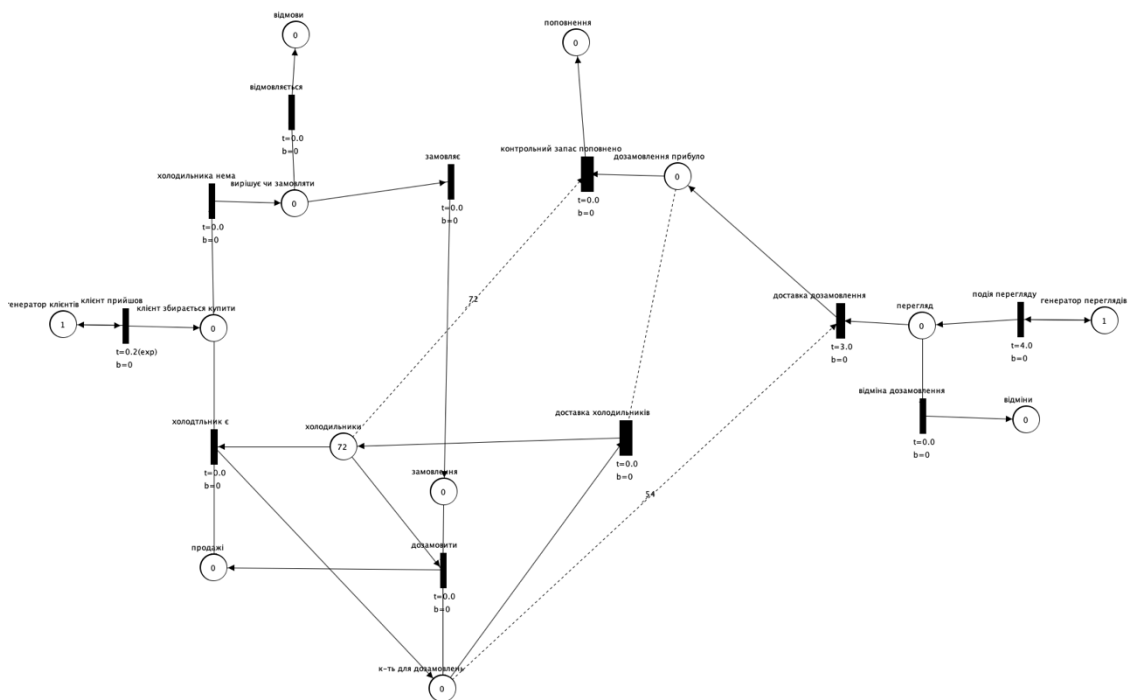
- $t_i$  — час роботи,
- $n$  — кількість черг,
- $P$  — кількість пасажирів у черзі.

#### 2. Виручка (R):

$R$  = маркер доходу при симуляції за 600 хв.



## Задача 4



### 1. Середня кількість холодильників у запасі (N):

$N$  = середня значення у маркері холодильників

### 2. Середній час між продажами, що не здійснилися (T):

$$T = \frac{T_{sim}}{N_{fail}}$$

Де:

- $T_{sim}$  — загальний час симуляції,
- $N_{fail}$  — кількість випадків, коли продажі не були здійснені через відсутність холодильників.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання практичної роботи було розроблено 5 мереж Петрі для 4 задач.