

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Кафедра інформатики та програмної інженерії

Звіт

З лабораторної роботи № 5 з дисципліни
«Моделювання систем»

**«ФОРМАЛІЗАЦІЯ ДИСКРЕТНО-ПОДІЙНИХ СИСТЕМ
СТОХАСТИЧНОЮ МЕРЕЖЕЮ ПЕТРІ»**

Виконав(ла)

ІП-13 Бабіч Денис

(шифр, прізвище, ім'я, по батькові)

Перевірів(ла)

Дифучин А. Ю.

(посада, прізвище, ім'я, по батькові)

Київ 2024

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Мета роботи: Побудувати імітаційні моделі системи з використанням формалізму моделі мережі Петрі.

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 хвилина. 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 хвилина. 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.

Рисунок 1.1 – Завдання № 1 лабораторного практикуму

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 ± 1 секунд на захоплення або вивільнення деталей. Час обробки на першому верстаті розподілений за нормальним законом із середнім значення 60 секунд і стандартним відхиленням 10 секунд. Середній час обробки на другому верстаті дорівнює 100 секунд і має експоненціальний закон розподілу.

Рисунок 1.2 – Завдання № 2 лабораторного практикуму

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 ± 5 хвилин, а мікроавтобус В – 30 ± 5 хвилин. Після того, як пасажири звільнили автобус (протягом часу 5 ± 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.

Рисунок 1.3 – Завдання № 3 лабораторного практикуму

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

Рисунок 1.4 – Завдання № 4 лабораторного практикуму

Виконання завдання:

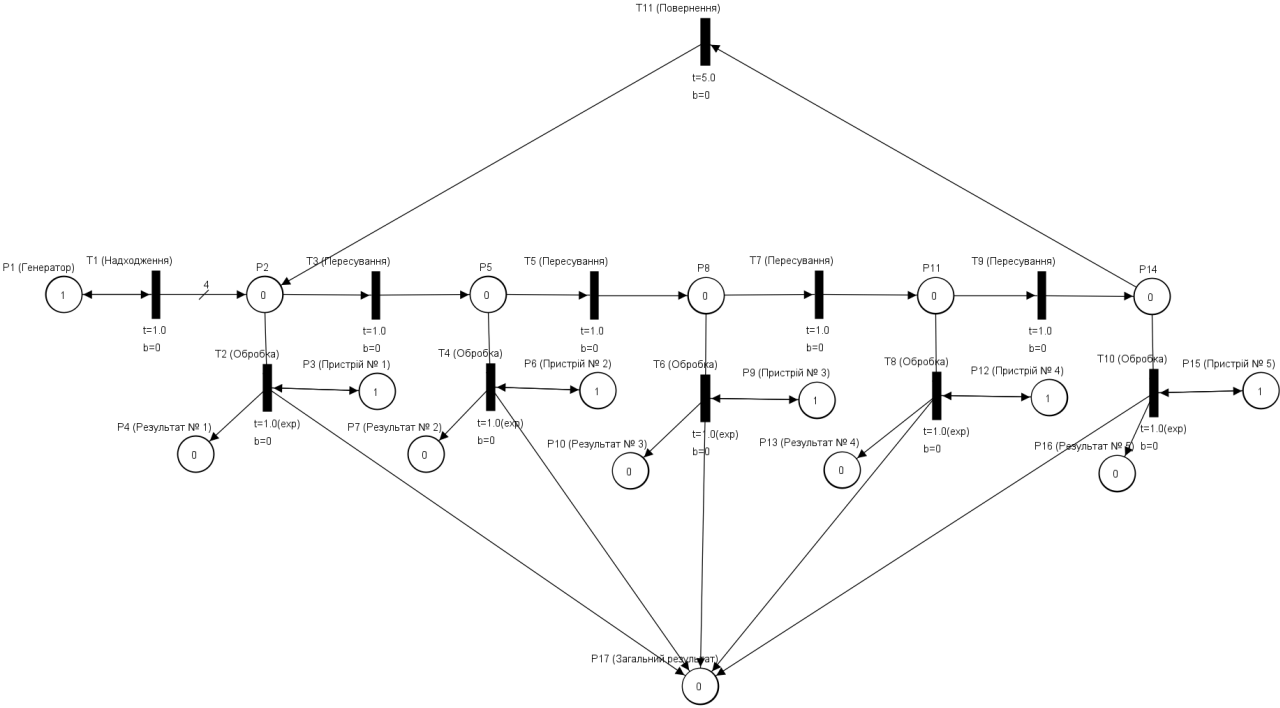


Рисунок 1.5 – Модель Петрі для завдання № 1

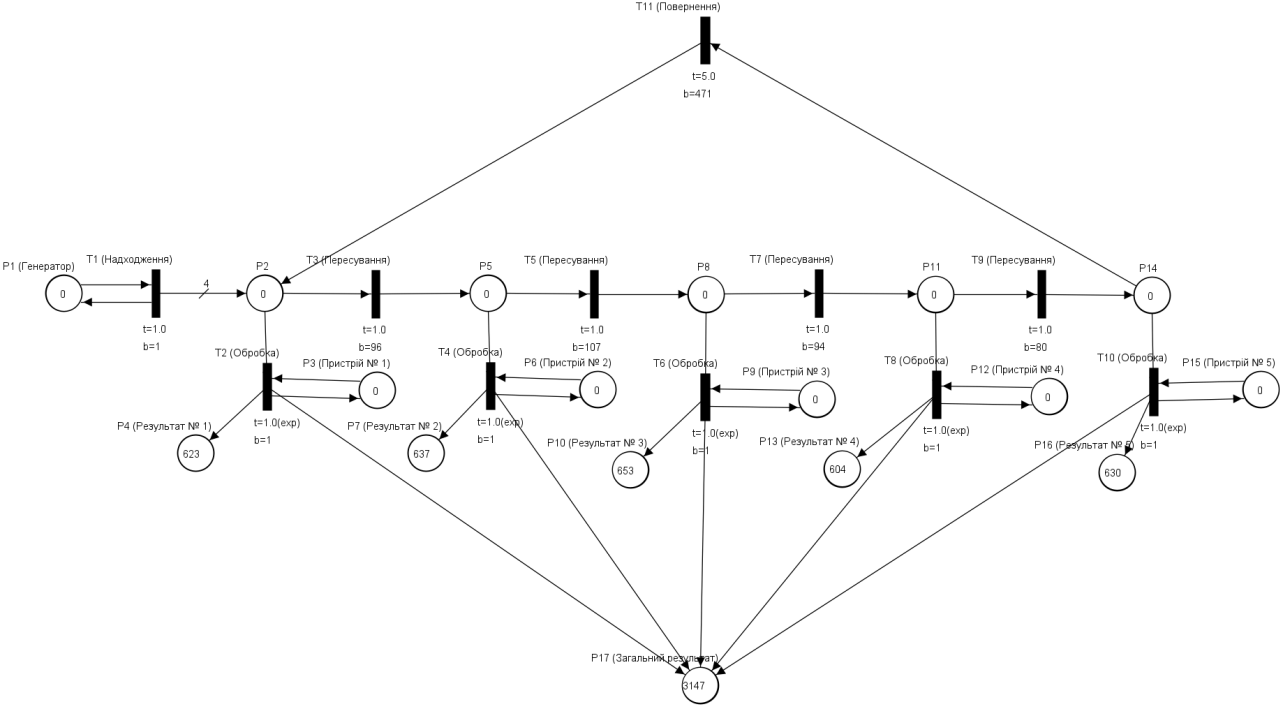


Рисунок 1.6 – Виконана симуляція для завдання № 1

Формула обчислення часу перебування деталі у системі:

$$t_e = \frac{\sum_{i=1}^4 n_{m,i} \cdot t + \sum_{i=1}^5 \rho_i \cdot t + n_r \cdot 5}{n}$$

Де t_e – час перебування деталі у системі, n_m – кількість маркерів переходів між пристроями, t – час моделювання, ρ – середня завантаженість пристрою, n_r – кількість повернень, n – кількість деталей, що пройшли обслуговування.

Формула обчислення завантаженості пристрою:

$$\rho_i = \frac{\sum_{i=1}^5 \Delta t_b \cdot n_d}{t}$$

Де ρ_i – завантаженість пристрою, t_b – час протягом якого пристрій був зайнятий, n_d – кількість зайнятих пристроїв, t – час моделювання.

Формула обчислення кількості зайнятих пристроїв:

$$n_d = \sum_{i=1}^5 \rho_i$$

Де n_d – кількість зайнятих пристроїв, ρ_i – завантаженість пристрою.

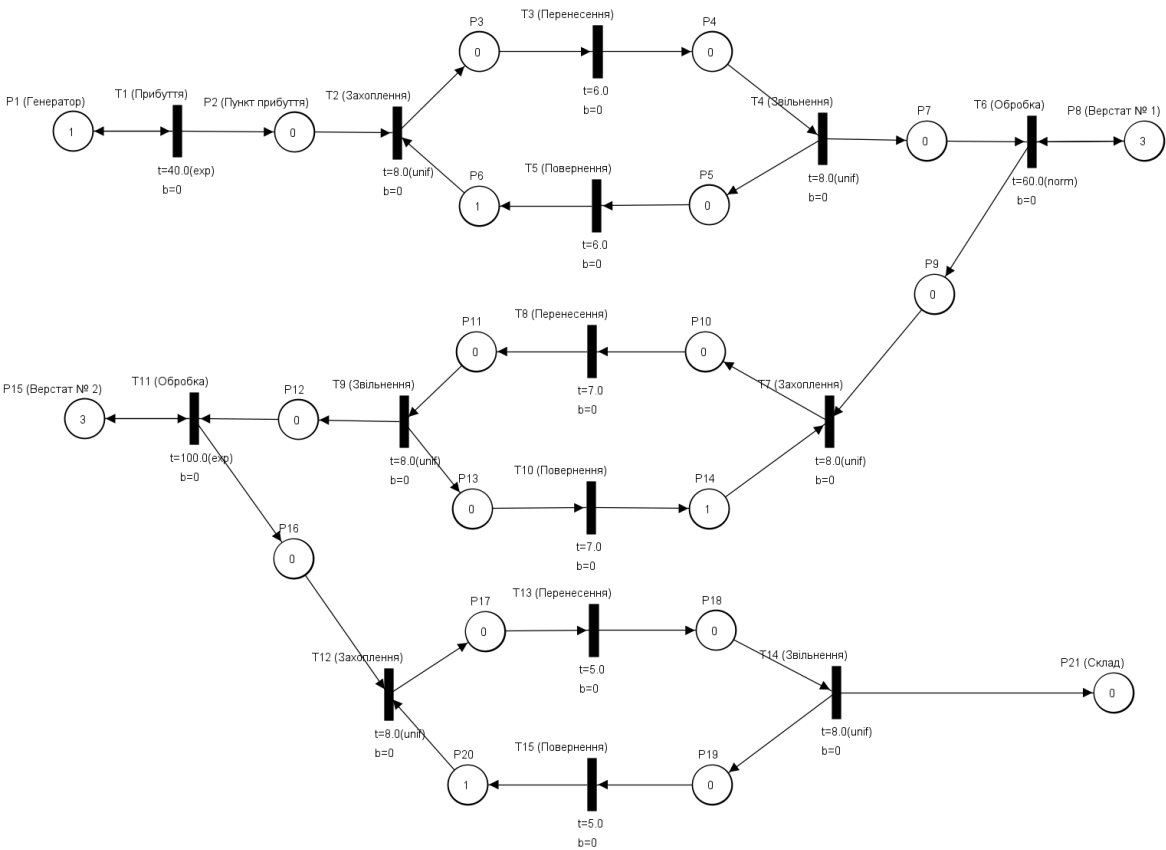


Рисунок 1.7 – Модель Петрі для завдання № 2.1

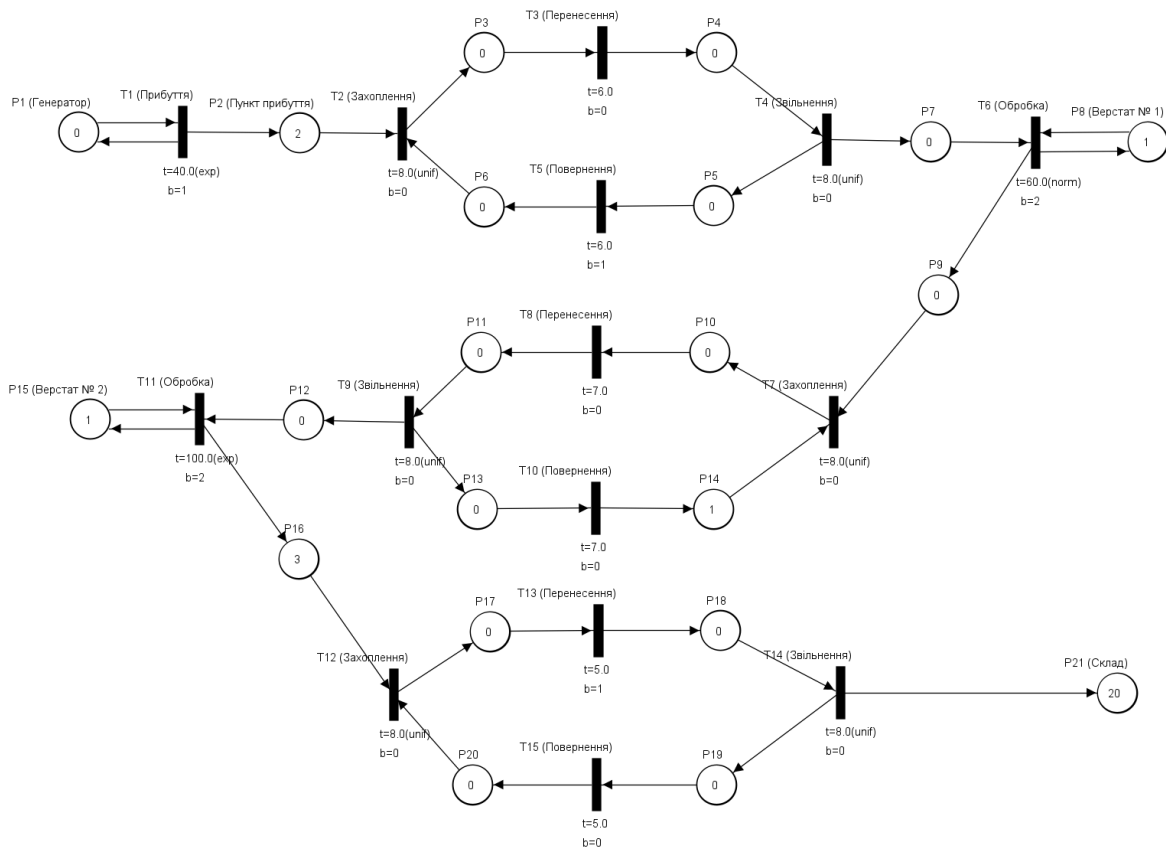


Рисунок 1.8 – Виконана симуляція для завдання № 2.1

Для порівняння результатів моделювання буде створено таблицю для 10 ітерацій симуляції із заданим часом – 1000, результати можна побачити у таблиці 1.1.

№	Звичайна модель	Модифікована модель
1	10	20
2	16	18
3	19	25
4	12	22

№	Звичайна модель	Модифікована модель
1	10	20
2	16	18
3	19	25
4	12	22

Продовження таблиці 1.1

5	13	23
6	17	17
7	15	15
8	21	21
9	16	22
10	14	24
#	15.4	20.7
%	+34%	

Таким чином був отриманий приріст продуктивності моделі у 34% на користь модифікованої моделі. Проте, можливі подальші покращення отриманого результату завдяки додаванню можливості пересуватися роботами на необмежену кількість позицій (наприклад, з 3-го місця відразу на перше).

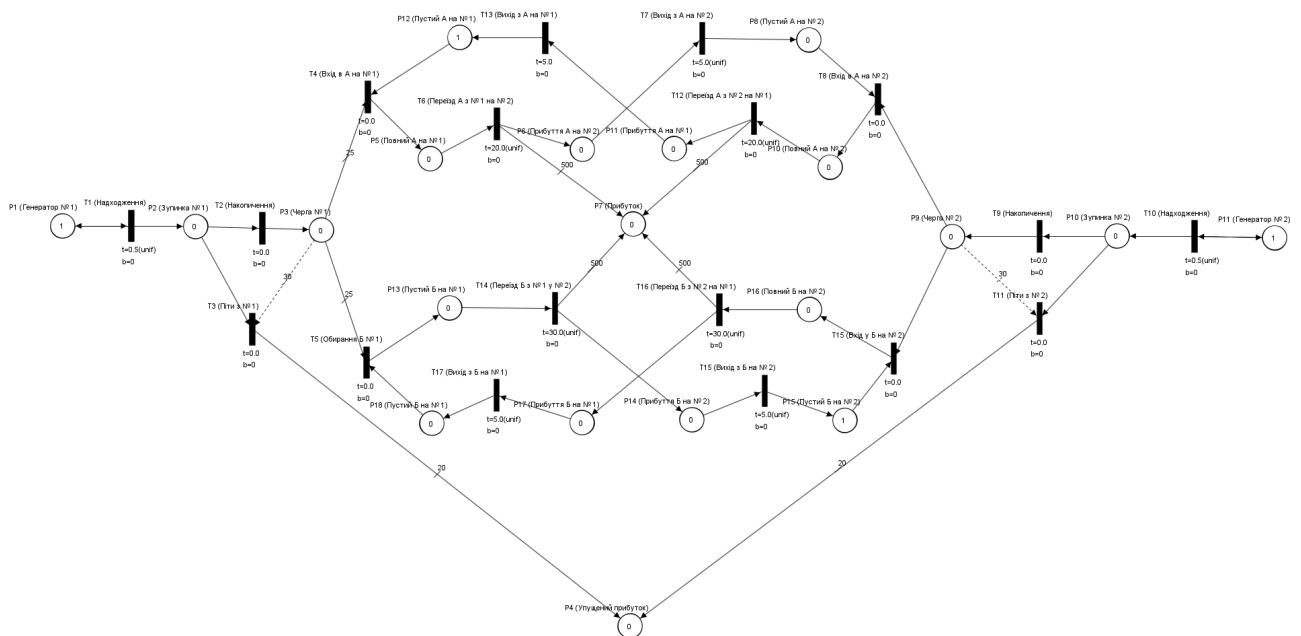


Рисунок 1.8 – Модель Петрі для завдання № 3

Час очікування пасажирів у черзі:

$$\text{Час очікування у черзі} = \frac{\text{Середній розмір черги}}{\text{Час надходження пасажирів}}$$

Кількість місць n (не більше 25), при якому час очікування в черзі пасажирів буде мінімальним:

K – сть місць = мінімальний середній час очікування для $n < 25$

Виручку автопідприємства за день від маршруту, якщо мікроавтобуси працюють 10 годин на добу:

Кількість маркерів, які надходять до прибутка (рис. 1.9).

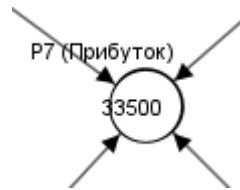


Рисунок 1.9 – Отриманий прибуток у результаті моделювання завдання № 3

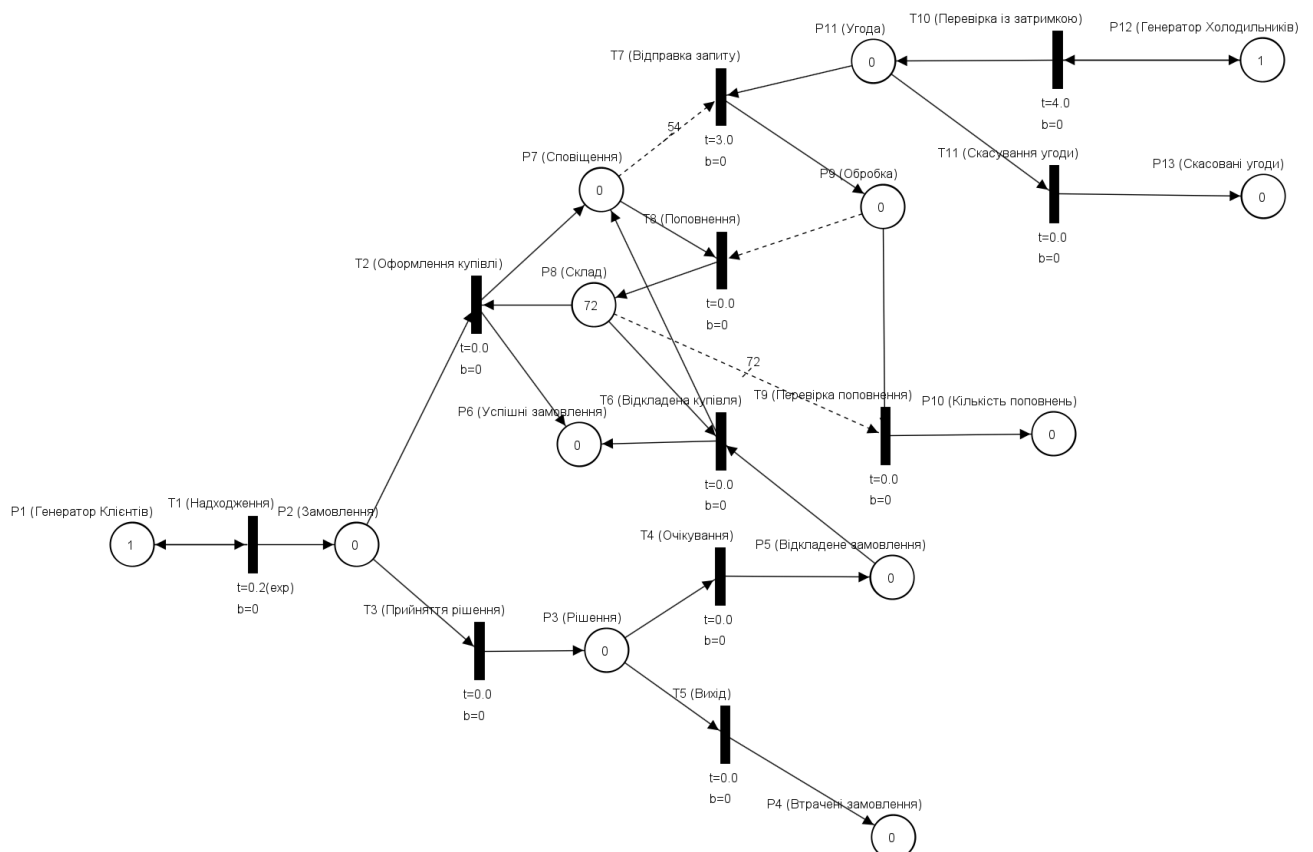


Рисунок 1.10 – Модель Петрі для завдання № 4

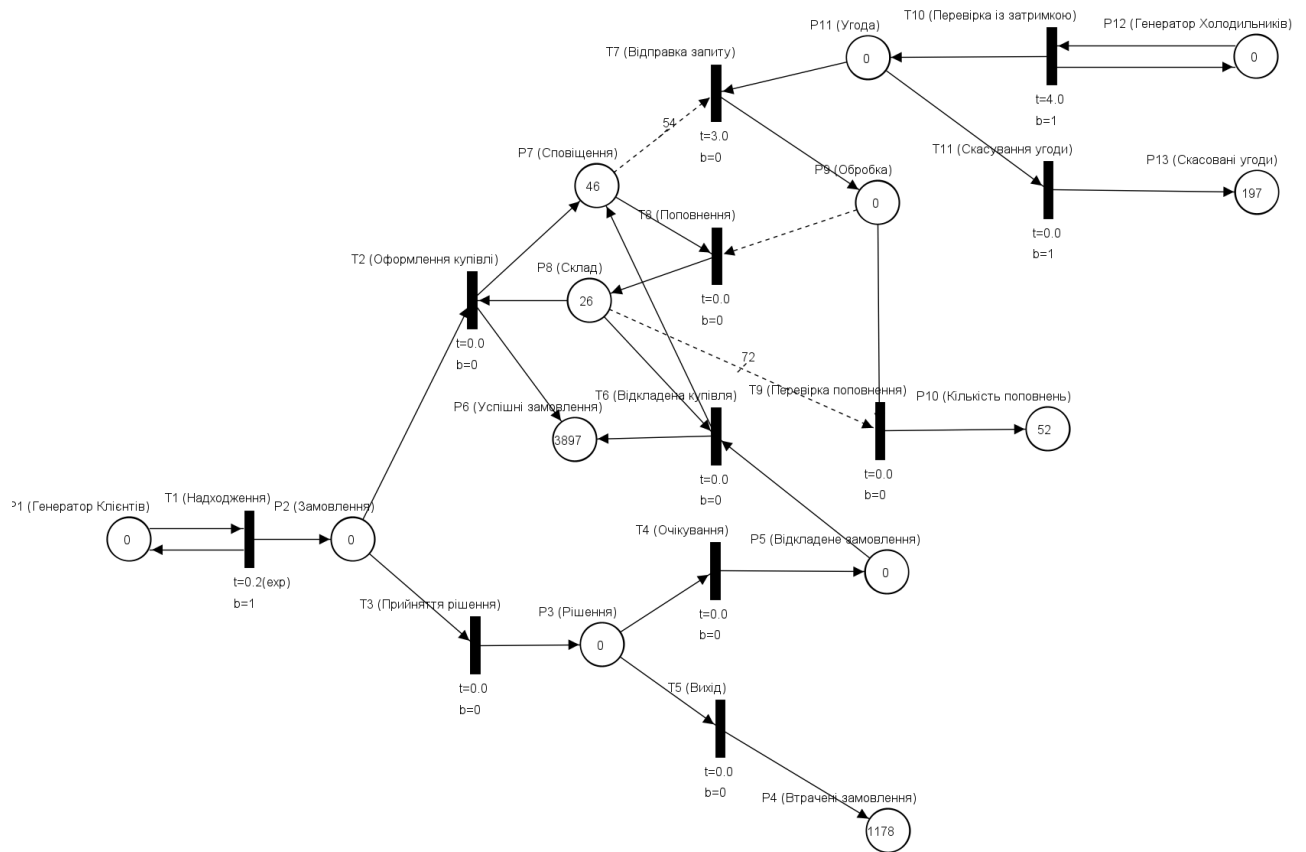


Рисунок 1.11 – Виконана симуляція для завдання № 4

Обчислення кількості холодильників у запасі:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Де r – кількість холодильників у запасі, x – кількість холодильників у кожен момент спостереження, n – кількість спостережень.

Обчислення середнього часу між продажами, що не здійснилися:

$$t_{mean} = \frac{\sum_{i=2}^n (t_i - t_{i-1})}{n - 1}$$

Де t_{mean} – середній час між продажами, що не здійснилися, t_i – момент часу втрати потенційної угоди продажу, n – кількість втрат продажів.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання лабораторної роботи були побудовані та змодельовані різні системи за допомогою мереж Петрі, що дозволило проаналізувати їхню продуктивність та ефективність. Моделювання показало позитивний результат у вигляді приросту продуктивності до 34% при модифікації моделей, що свідчить про потенціал покращення існуючих систем за допомогою оптимізації процесів. В результаті проведених симуляцій було отримано корисні дані для подальшого вдосконалення моделей, зокрема у напрямку підвищення гнучкості руху елементів системи та зменшення часу очікування.