

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

Кафедра інформатики та програмної інженерії

Курсова робота
з дисципліни «Моделювання систем»

Керівник

д.т.н., проф. кафедри ІПІ

Стеценко І.В.

«Допущений до захисту»

(особистий підпис керівника)

« » _____ 2023р.

Захищений з оцінкою

(оцінка)

Члени комісії:

(особистий підпис)

(особистий підпис)

Виконавець

ст. Дишкант Л.Л.

залікова книжка №

гр. ЗПІ-зп01

(особистий підпис виконавця)

« » _____ 2023р.

(розшифровка підпису)

(розшифровка підпису)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
(назва навчального закладу)

Кафедра ІНФОРМАТИКИ ТА ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Дисципліна «Моделювання систем»

Курс 4 Група ЗПІ-зп01 Семестр VII

ЗАВДАННЯ

на курсову роботу студента

Дишкант Лариси Леонідівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахунок та моделювання завдання №40

2. Строк здачі студентом закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: Фірма має в місті 6 точок роздрібного продажу. Попит на товари (в од. товару) у цих точках має розподіл Пуассона із математичним сподіванням 10 одиниць товару в день. Торгові точки обслуговуються оптовим магазином. На передачу запиту торгової точки в магазин потрібно 1 день. Товари за запитом поступають з оптового магазину в торгову точку в середньому через 5 днів після одержання запиту. Ця величина має логнормальний розподіл із дисперсією 1. Оптовий магазин кожні 14 днів розміщує замовлення на фабриці. Час, протягом якого магазин одержує вантаж із фабрики, розподілено нормально з очікуванням 90 днів, середньоквадратичним відхиленням 10 днів; проте замовлення при цьому ніколи не виконується раніше 60 днів і пізніше 120 днів. Задати такі початкові умови: перший запит поступає в нульовий момент часу; поточний запас товару в кожній торговій точці складає 70 одиниць, нормативний запас - також 70 одиниць; запас у магазині складає 1920 одиниць; із фабрики відправлені три вантажі, у кожному з яких знаходиться 1800 одиниць товару, причому перший вантаж надійде в магазин на 30-й день, другий - на 60-й, а третій - на 90-й.

Визначити статистичні характеристики таких величин: рівень запасу в оптовому магазині, ймовірність невдоволеного запиту торгової точки. Запропонуйте

таку стратегію керування роздрібними торговими точками й оптовим магазином, яка забезпечить нульову ймовірність невдоволеного запиту торгової точки при найменшому рівні запасу в оптовому магазині.

4. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№, п/ п	Назва етапів виконання курсової роботи	Строк виконання етапів роботи	Підписи або примітки
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			
12.			
13.			
14.			
15.			
16.			
17.			
18.			

Студент _____
(підпис)

Дишкант Лариса Леонідівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник _____
(підпис)

(прізвище, ім'я, по батькові)

« ____ » _____ 2023р.

Анотація

Курсовий проект виконується по завданню, що містить текстовий опис об'єкта моделювання і чисельні дані про змінні та параметри об'єкта моделювання, а також про впливи зовнішнього середовища, характеристики процесу функціонування об'єкта, що необхідно оцінити в процесі моделювання.

У ході виконання курсового проекту треба виконати формалізацію опису об'єкта моделювання в термінах відомих математичних схем, розробити алгоритм імітації роботи моделі, виконати перевірку алгоритму імітації, одержати статистичні оцінки заданих характеристик моделі, побудувати і провести факторний експеримент із заданою ціллю.

Після ряду прогонів моделі, яка побудована, і отримання результатів факторного експерименту з необхідною точністю необхідно провести їх інтерпретацію й аналіз у термінах об'єкта моделювання.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. Постановка задачі.....	9
2. Концептуальна модель системи.....	10
3. Формалізація моделі системи.....	14
4. Алгоритмізація моделі системи і її машинна реалізація.....	17
5. Верифікація моделі.....	23
6. Інтерпретація результатів моделювання системи, формулювання висновків та пропозицій.....	29
ВИСНОВКИ.....	30

ВСТУП

Вагоме місце в сучасній економічній системі України належить торговельним відносинам. Торгівля виступає найрозвинутішою формою ринкових відносин, тому і є важливою сферою економіки, яка сприяє становленню і розвитку даної системи.

Торговельна діяльність в Україні на сьогодні є однією з найпоширеніших форм підприємства. Це важлива галузь економіки, що потребує чіткого та дієвого механізму законодавчого регулювання. Податковий кодекс України тлумачить її як роздрібну та оптову торгівлю. Призначення торгівлі полягає в тому, що вона забезпечує доведення споживчих товарів і послуг від виробника до споживача посередництвом купівлі-продажу.

Роль торгівлі у встановленні ринкових відносин та підвищенні ефективності відтворення полягає в забезпеченні:

- 1) задоволення попиту споживачів в різноманітних товарах;
- 2) найбільш ефективних зв'язків між виробництвом і споживанням, а також сприяє підвищенню ефективності економічних зв'язків між галузями народного господарства;
- 3) зайнятості населення, створення робочих місць;
- 4) стійкість грошового обігу та приймає активну участь у формуванні бюджету.

Відповідно ДСТУ оптова торгівля - це “вид економічної діяльності у сфері товарообігу, що охоплює купівлю-продаж товарів за договорами поставки партіями для подальшого їх продажу кінцевому споживачеві через роздрібну торгівлю або виробничого споживання та надання пов'язаних із цим послуг”.

Оптова торгівля виступає початковим етапом товарного обігу, вона торговий посередник між виробниками і роздрібною торгівлею, іншими виробниками і споживачами. Кінцевим етапом товарного обігу опосередковується роздрібною торгівлею, в результаті якої товар знаходить свого кінцевого споживача.

Головне для оптових торговельних ланок - це планомірне постачання роздрібних торговельних підприємств товарами у необхідному обсязі, асортименті

та належної якості. Представляючи перед промисловістю інтереси роздрібної торгівлі та безпосередніх споживачів, оптова торгівля несе відповідальність за задоволення попиту населення на товари. Тому для рентабельної роботи проводяться різні дослідження.

Наше дослідження є одним з важливих. Визначатимемо статистичні характеристики таких величин: рівень запасу в оптовому магазині, ймовірність невдоволеного запиту торгової точки, щоб запропонувати стратегію керування роздрібними торговими точками й оптовим магазином, яка забезпечить нульову ймовірність невдоволеного запиту торгової точки при найменшому рівні запасу в оптовому магазині.

Мета дослідження: стратегія керування роздрібними торговими точками й оптовим магазином, яка забезпечить нульову ймовірність невдоволеного запиту торгової точки при найменшому рівні запасу в оптовому магазині.

Постановка задачі

Фірма має в місті 6 точок роздрібного продажу. Попит на товари (в од. товару) у цих точках має розподіл Пуассона із математичним сподіванням 10 одиниць товару в день. Торгові точки обслуговуються оптовим магазином. На передачу запиту торгової точки в магазин потрібно 1 день. Товари за запитом поступають з оптового магазину в торгову точку в середньому через 5 днів після одержання запиту. Оптовий магазин кожні 14 днів розміщує замовлення на фабриці. Час, протягом якого магазин одержує вантаж із фабрики, розподілено нормально з очікуванням 90 днів, середньоквадратичним відхиленням 10 днів; проте замовлення при цьому ніколи не виконується раніше 60 днів і пізніше 120 днів. Задати такі початкові умови: перший запит поступає в нульовий момент часу; поточний запас товару в кожній торговій точці складає 70 одиниць, нормативний запас - також 70 одиниць; запас у магазині складає 1920 одиниць; із фабрики відправлені три вантажі, у кожному з яких знаходиться по 1800 одиниць товару, причому перший вантаж надійде в магазин на 30-й день, другий - на 60-й, а третій - на 90-й.

Визначити статистичні характеристики таких величин: рівень запасу в оптовому магазині, ймовірність невдоволеного запиту торгової точки. Запропонуйте таку стратегію керування роздрібними торговими точками й оптовим магазином, яка забезпечить нульову ймовірність невдоволеного запиту торгової точки при найменшому рівні запасу в оптовому магазині.

Концептуальна модель системи

В задачі маємо дві підсистеми:

1. торгова точка;
2. виробництво та оптовий магазин (доставка товарів).

Розглянемо підсистему “Торгова точка”, виділимо події, що відбуваються в ній:

- надійшов покупець;
- покупка товару;
- товару немає;
- передача запиту торгової точки у магазин;
- перший запит;
- одержання товарів за запитом з оптового магазину.

Події “надійшов покупець”, “передача запиту торгової точки у магазин” та “перший запит” виконується незалежно від стану системи та з часовою затримкою, тому у вхідній позиції повинна бути відповідна кількість маркерів. Подія “перший запит” відповідно умови спрацює один раз. Подія “товару немає” виконується тільки після того, як не виконалась подія “покупка товару” - відповідно подія має більший пріоритет.

Подія “одержання товарів за запитом з оптового магазину” відбувається при наявності товарів в оптовому магазині.

Для переходів задаються наступні часові переходи:

1. “надійшов покупець” - $t = -0,1 * \ln \zeta$;
2. “покупка товару” - без затримки;
3. “товару немає” - без затримки;
4. “перший запит” - без затримки;
5. “передача запиту торгової точки у магазин” - кожен день - ($t1 = 1$);
6. “одержання товарів за запитом з оптового магазину” - ($t2 = 5$).

Після таких міркувань з’єднуємо події та умови зв’язками і отримуємо мережу Петрі, яка представлена на рисунку 1.

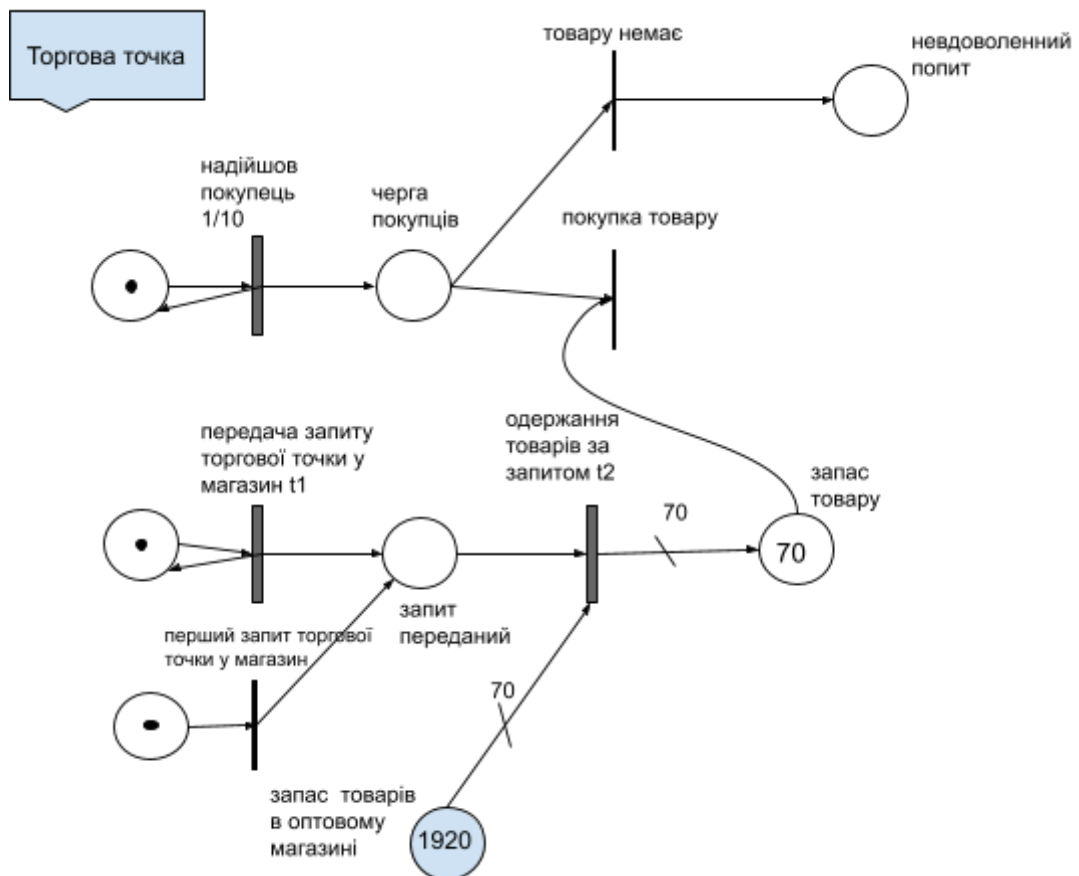


Рисунок 1 - підсистема торгова точка

Виділимо події, які відбуваються в підсистемі “Виробництво та оптовий магазин (доставка товару)” :

- настав час розміщення замовлення на фабриці;
- магазин одержує вантаж з фабрики;

Відповідно початкових умов:

- надходження 1-го вантажа;
- надходження 2-го вантажа;
- надходження 3-го вантажа;
- перше відправлення вантажу з фабрики.

Для переходів задаються такі часові затримки:

1. “перше відправлення вантажу з фабрики” - виконується без затримки;
2. “надходження 1-го вантажа” - на 30-й день ($t_1 = 30$);

3. “надходження 2-го вантажа” - на 60-й день ($t_2 = 60$);
4. “надходження 3-го вантажа” - на 90-й день ($t_3 = 90$);
5. “настав час розміщення замовлення на фабриці” - 14 днів ($t_4 = 14$);
6. “магазин одержує вантаж із фабрики” - t_5 нормально розподіленою величиною і розраховується за формулою:

$$t = \begin{cases} 60 \text{ дн, якщо } r < 60 \\ r \text{ дн, якщо } 60 \leq r \leq 120, \\ 120 \text{ дн, якщо } r > 120 \end{cases} \quad \text{де } r = 10 * \left(\sum_{i=1}^{12} \zeta_i - 6 \right) + 90$$

Початкові умови:

1. поточний запас товару в кожній торговій точці - 70 од.;
2. нормативний запас - 70 од.;
3. запас у магазині - 1920 од.;
4. із фабрики відправили три вантажі, у кожному з яких знаходиться по 1800 од.

Подія “перше відправлення вантажу з фабрики” спрацює без затримки один раз, після чого в позиції “вантаж відправлений” надійде три маркери відповідно початкових умов п.4. Далі спрацюють події “надходження 1-го вантажу”, “надходження 2-го вантажу” та “надходження 3-го вантажу” - відповідно часових затримок в наслідок чого маркери з’являться в позиції “оптовий магазин” у відповідній кількості дуг, а з позиції “вантаж відправлений” маркери видаляються.

Після таких міркувань отримуємо підсистему “Виробництво та оптовий магазин (доставка товару)” нашої мережі Петрі представлено на рисунку 2.

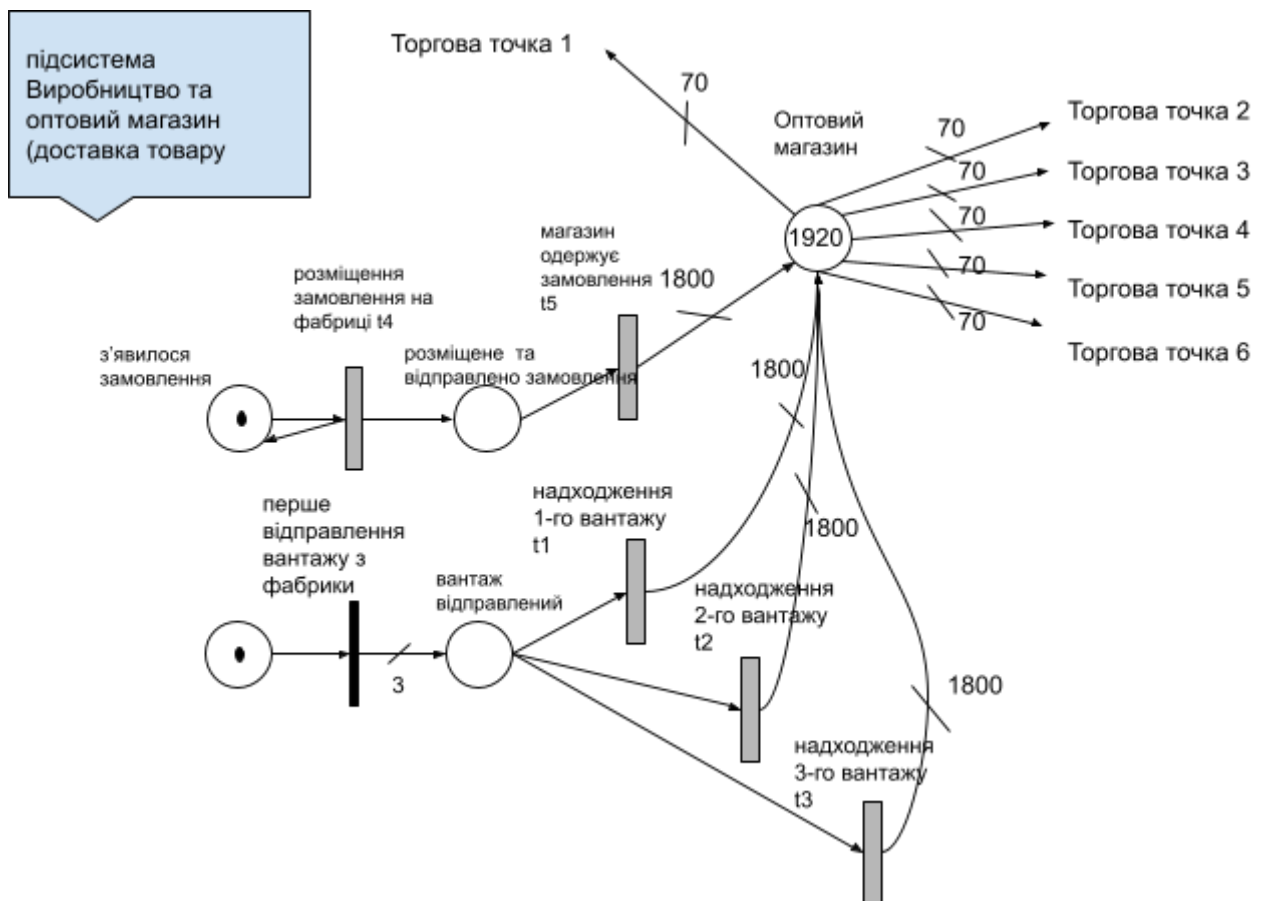


Рисунок 2 - підсистема “Виробництво та оптовий магазин (доставка товару)”

Формалізація моделі системи

Формалізацію моделі системи виконаємо з використанням мереж Петрі.

Для побудови мережі Петрі для нашої задачі виділимо події, які відбуваються в фірмі.

Підсистема “Торгова точка”:

- надійшов покупець;
- покупка товару;
- товару немає;
- передача запиту торгової точки у магазин;
- перший запит;
- одержання товарів за запитом з оптового магазину.

Для підсистеми “Виробництво та оптовий магазин (доставка товару)” :

- настав час розміщення замовлення на фабриці;
- магазин одержує вантаж з фабрики;
- надходження 1-го вантажа;
- надходження 2-го вантажа;
- надходження 3-го вантажа;
- перше відправлення вантажу з фабрики.

Події “надійшов покупець”, “передача запиту торгової точки у магазин”, “перший запит”, “настав час розміщення замовлення на фабриці” та “перше відправлення вантажу з фабрики” виконуються незалежно від стану системи, тому у вхідних їх позиціях повинна бути відповідна кількість маркерів. Подія “покупка товару” спрацює, якщо виконуються умови:

- 1) товар є в запасі товарів;
- 2) в черзі покупців є покупець, тобто спрацювала подія “надійшов покупець”.

Подія “товару немає” виконується якщо не виконана подія “покупка товару”, тому що “покупка товару” має більший пріоритет. Подія “одержання товарів за запитом з оптового магазину” відбудеться за умов:

- 1) запит передано;
- 2) є запас товарів в оптовому магазині.

Подія “магазин одержує вантаж з фабрики” спрацює, якщо виконана умова “розміщене та відправлено замовлення”. Події “надходження 1-го вантажа”, “надходження 2-го вантажа” та “надходження 3-го вантажа” виконуються за умови, що вантаж відправлений.

З’єднуємо події та умови зв’язками і отримуємо мережу Петрі, яка представлена на рисунку 3. Для переходів задаються наступні часові затримки:

1. “надійшов покупець” - $t = -0,1 * \ln \zeta$;
2. “покупка товару” - без затримки;
3. “товару немає” - без затримки;
4. “перший запит” - без затримки;
5. “передача запиту торгової точки у магазин” - кожен день - ($t_1 = 1$);
6. “одержання товарів за запитом з оптового магазину” - ($t_2 = 5$).
7. “перше відправлення вантажу з фабрики” - виконується без затримки;
8. “надходження 1-го вантажа” - на 30-й день ($t_3 = 30$);
9. “надходження 2-го вантажа” - на 60-й день ($t_4 = 60$);
10. “надходження 3-го вантажа” - на 90-й день ($t_5 = 90$);
11. “настав час розміщення замовлення на фабриці” - 14 днів ($t_6 = 14$);
12. “магазин одержує вантаж із фабрики” - t_7 нормально розподіленою величиною і розраховується за формулою:

$$t = \begin{cases} 60 \text{ дн, якщо } r < 60 \\ r \text{ дн, якщо } 60 \leq r \leq 120, \\ 120 \text{ дн, якщо } r > 120 \end{cases}$$

$$\text{де } r = 10 * \left(\sum_{i=1}^{12} \zeta_i - 6 \right) + 90$$

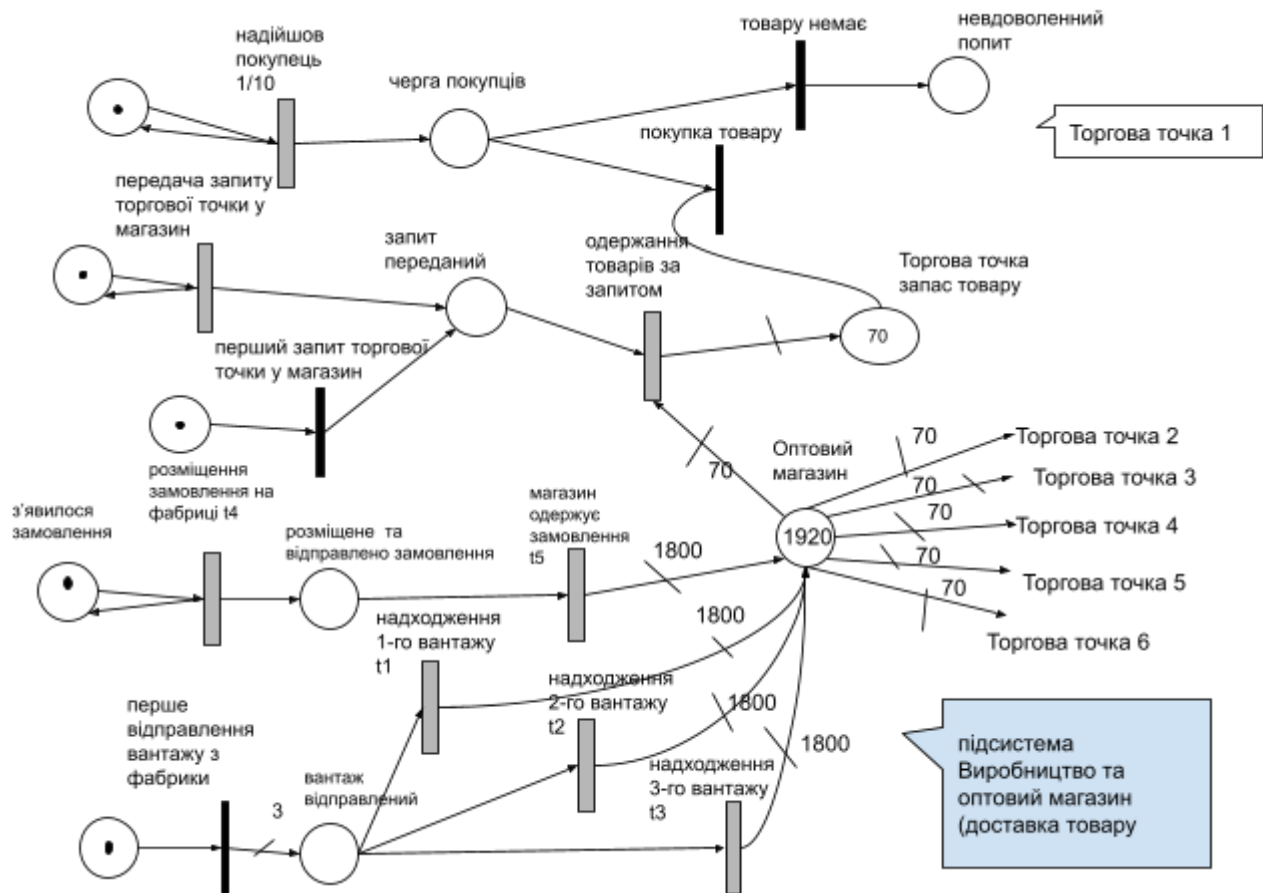


Рисунок 3 - мережа Петрі, що представляє формалізовану модель системи фірми з 6 торговими точками та оптовим магазином

Середній рівень запасу в торгових точках та в оптовому магазині знайдемо, спостерігаючи кількість маркерів у позиції “Торгова точка запас товару” та у позиції “Оптовий магазин”:

$$Z_s = \frac{\sum_k^{n} \text{запас}_k}{n}$$

Z_s - запас середній,

запас_k - k -те спостереження запасу в оптовому магазині чи торговій точці.

Ймовірність невдоволеного попиту знайдемо, підраховуючи кількість невдоволеного попиту у відношенні до загальної кількості попиту на товар:

$$\text{ймовірність невдоволеного попиту} = \frac{\text{кількість невдоволеного попиту}}{\text{кількість попиту}}$$

Алгоритмізація моделі системи і її машинна реалізація

Для реалізації використали PIPE:Platform Independent Petri Net Editor v4.3.0 , програмне забезпечення досить непогане, досить просто і зрозуміло працювати: простий інтерфейс, два режими має запуску з анімацією, статистичні звіти є, але потребує доопрацювання та оновлення.

В програмі є переходи двох типів:

- спрацьовують без затримки
- з часовими затримками.

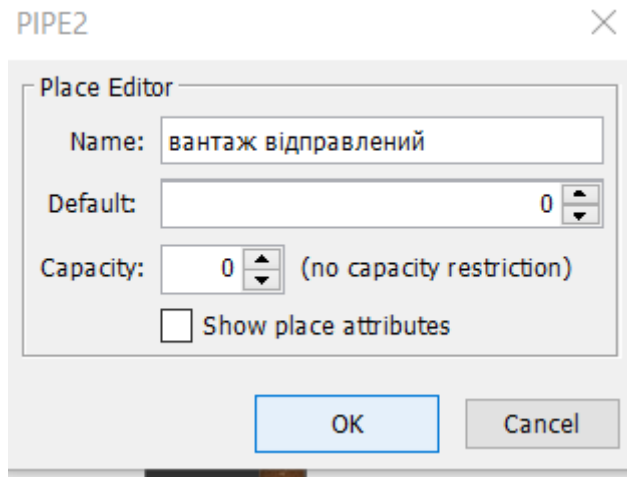
Відповідно постановки задачі маємо 4 переходи:

- 1) перше відправлення;
- 2) перший запит торгової точки в магазин;
- 3) покупка товару;
- 4) товару немає (спрацює лише, якщо не спрацює “покупка товару”, відповідно пріоритету).

Вони спрацьовуватимуть без затримки за умови надходження маркерів в позиціях та в порядку пріоритету.

Маємо переходи “перше відправлення” та “розміщене замовлення на фабриці” - відповідно вони спрацюють один раз, тому у вхідних позиціях маємо по одному маркеру, але в “перше відправлення” лише односторонній зв’язок, що надходить до переходу. За початковою умовою з фабрики відправлено три вантажі відповідно від переходу буде три зв’язки до позиції з умовою “вантаж відправлений” (рисунок 4) , так як перехід спрацьовує без затримки до позиції “вантаж відправлений” - надійде 3 маркери, а з позиції “є перше відправлення” забирається. Далі три переходи, в програмі вони прозорі де в параметрах можемо вказати час затримки (рисунок 5), тому що вантажі надходять з різними часовими затримками:

- 1) надходження 1-го вантажу відбувається з часовою затримкою 30 днів.
- 2) надходження 2-го вантажу відбувається з часовою затримкою 60 днів
- 3) надходження 3-го вантажу відбувається з затримкою 90 днів



PIPE2

Place Editor

Name: вантаж відправлений

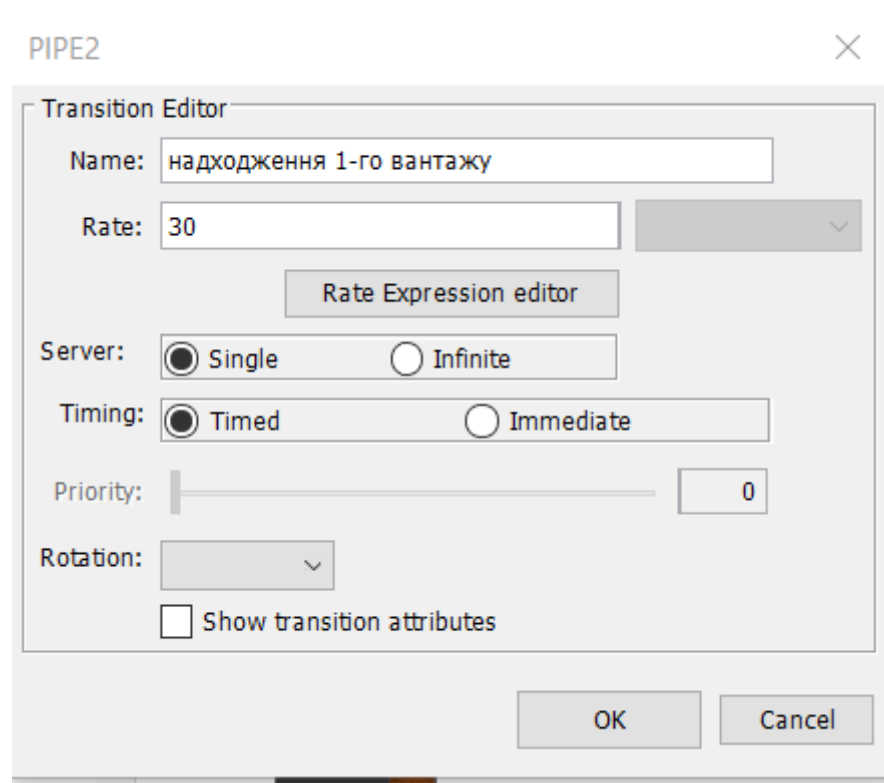
Default: 0

Capacity: 0 (no capacity restriction)

☐ Show place attributes

OK Cancel

Рисунок 4 - параметри позиції “вантаж відправлений”



PIPE2

Transition Editor

Name: надходження 1-го вантажу

Rate: 30

Rate Expression editor

Server: ☒ Single ☐ Infinite

Timing: ☒ Timed ☐ Immediate

Priority: 0

Rotation:

☐ Show transition attributes

OK Cancel

Рисунок 5 - параметри переходу надходження

Переходи спрацюватимуть відповідно часових затримок, першим спрацює “надходження 1-го вантажу” один маркер забереться з позиції “вантаж відправлений” і так, як в умові сказано, що в кожному вантажі по 1800 одиниць, в позицію “оптовий магазин” прийде відповідно 1800 маркерів. Аналогічно відпрацюють по черзі перехід “надходження 2-го” та “надходження 3-го” і маркери

заберуться з позиції “вантаж відправлений” та по 1800 надійдуть в позицію “оптовий магазин”. Відповідно початкових умов в позиції “оптовий магазин” є 1920 маркерів, отже всі маркери, що надходять будуть додаватися до початкових.

Початкові умови:

5. поточний запас товару в кожній торговій точці - 70 од.;
6. нормативний запас - 70 од.;

Для події “розміщене замовлення на фабриці” коли надійде маркер з позиції “з’являється замовлення на фабриці”, маємо зв’язки в два боки, перехід спрацьовує з часовою затримкою 14 днів, що відображаємо в параметрах переходу (рисунок 6), маркер після затримки додається в позицію “розміщене та відправлене”, а з позиції “з’являється замовлення на фабриці” забирається.

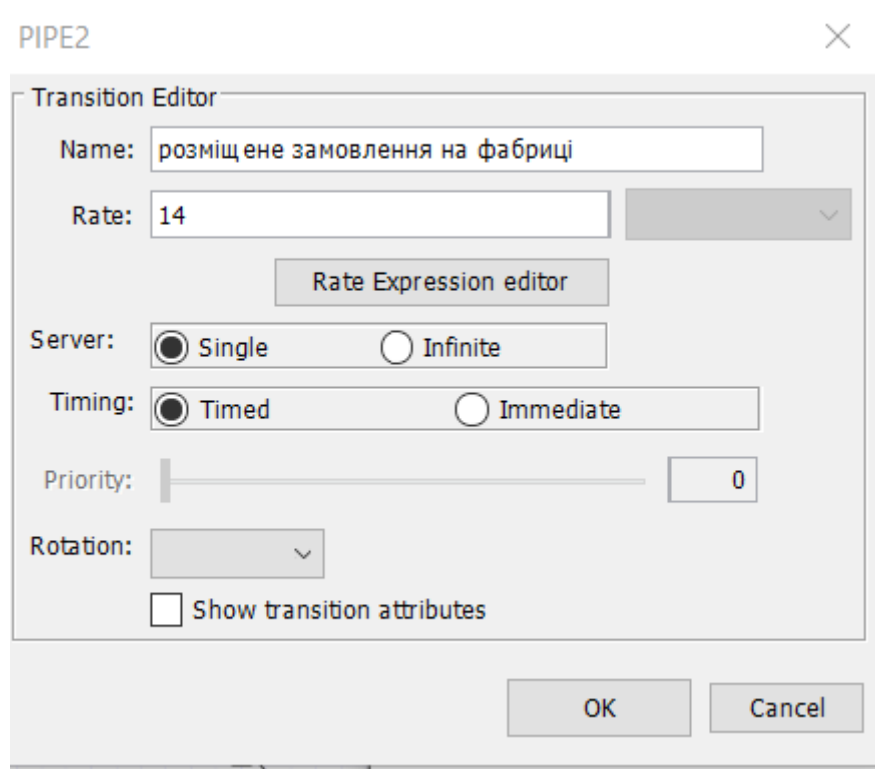


Рисунок 6 -перехід “Розміщене замовлення на фабриці”

Наступним переходом є “магазин одержує вантаж із фабрики” теж з часовою затримкою, яка має нормальне розподілення із середнім 90 днів та відхиленням 10. Після маємо зв’язок, який перенесе 1800 маркерів до позиції “оптовий магазин”. Наступним кроком: у фірми 6 роздрібних точок в які постачається по 70 одиниць

товару з часовою затримкою 5 днів, тому в нашій моделі буде 6 детермінованих переходів з цією затримкою та зв'язки по яких буде надходити до позицій торгова точка запас товару по 70 одиниць відповідно кожній точці, а також на початкових умовах в запасі вже маємо 70 маркерів, тобто 70 одиниць товару (рисунок 7).

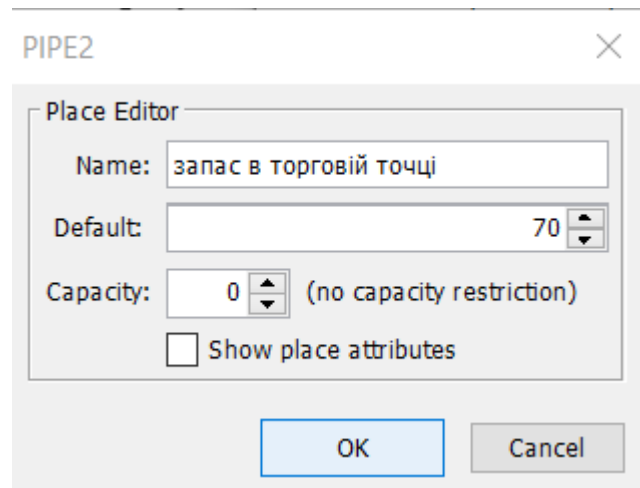


Рисунок 7 - параметри позиції “торгова точка запас товару”

Кожен перехід спрацює по черзі від першої торгової точки до 6-ї, відповідно маркери по 70 одиниць заберуться з позиції “оптовий магазин” та після часової затримки додадуться в позицію “торгова точка запас товару” по 70 одиниць. Розглянемо та побудуємо нашу торгову точку з відповідними до задачі подіями та умовами. Події “надійшов покупець” та “передача запиту торгової точки в магазин” - є детермінованими переходами в яких задамо часові затримки, для “надійшов покупець” - $t = -0,1 * \ln \zeta$, “передача запиту торгової точки в магазин” - 1 день, маємо двосторонні зв'язки з вхідними позиціями де буде по одному маркеру, які заберуться з позиції та після затримки відповідно переходу з'являться в позиціях: для “передача запиту торгової точки в магазин” - маркер надійде до позиції “запит переданий”, а для “надійшов покупець” - в позиції “черга покупців” додасться маркер. За початкових умов є миттєвий перехід “перший запит торгової точки в магазин” відповідно він має один маркер у вхідній позиції та односторонній зв'язок, тому що подія ця відбудеться лише один раз і маркер який забере миттєво з'явиться в позиції “запит переданий”. Також буде ще два миттєвих переходи:

- 1) покупка товару;
- 2) товару немає;

Вони конфліктні і для розв’язання цього ми задаємо пріоритет вищий для події “покупка товару” (рисунок 8) даний перехід спрацює при наявності маркерів в позиціях “черга покупців” , “запит переданий” та “торгова точка запас товару”, перехід спрацює миттєво і маркери по одному заберуться з цих позицій. В іншому випадку, якщо не спрацює “покупка товару” спрацює миттєво “ товару немає” і маркер забереться з позиції “черга покупців” та надійде до позиції “невдоволений попит”. І так в усіх наступних торгових точках відповідно.

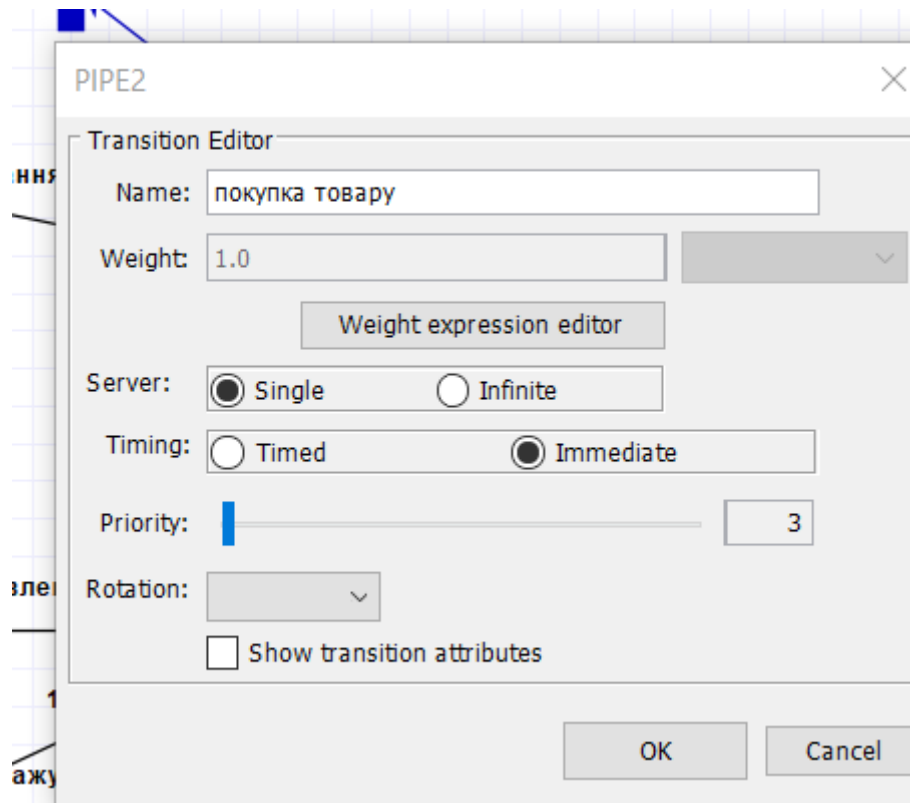


Рисунок 8 - параметри позиції “покупка товару”

З’єднавши всі зв’язки отримуємо мережу Петрі в машинній реалізації імітаційну модель “Фірма з 6-ма торговими точками” (рисунок 9) та відпрацьована модель на рисунку 10.

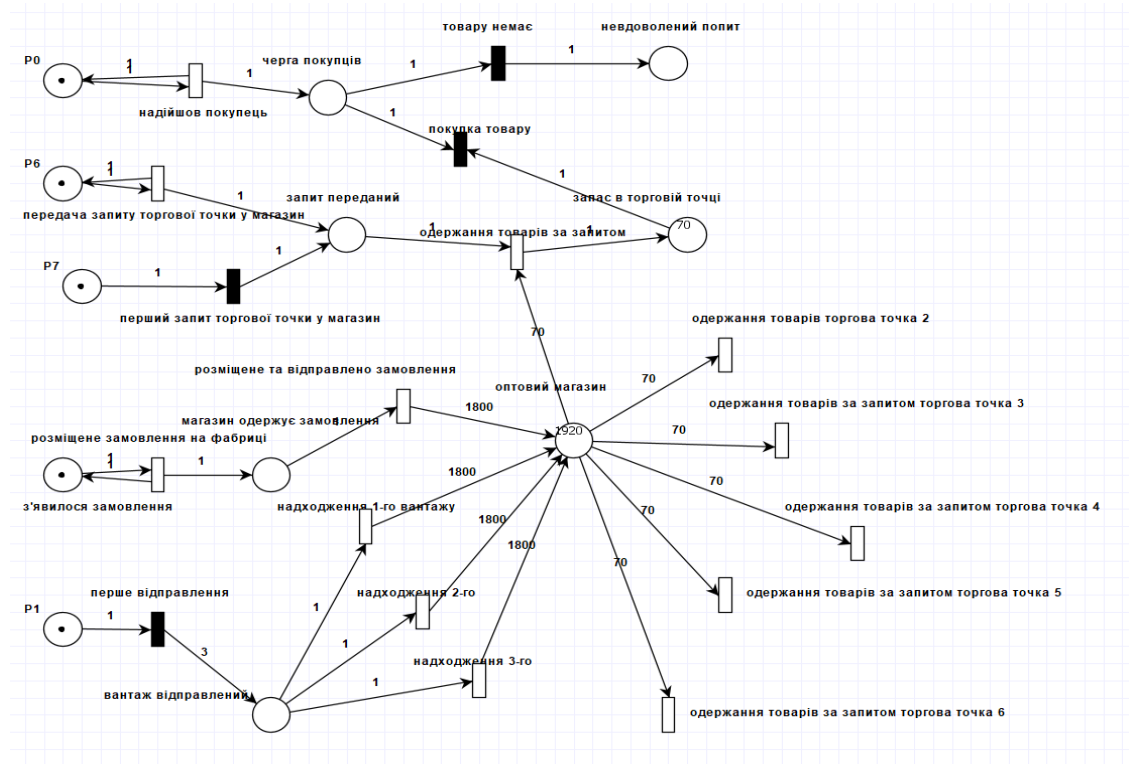


Рисунок 9 - машинна реалізація мереж Петрі імітаційної моделі “Фірма з 6-ма торговими точками”

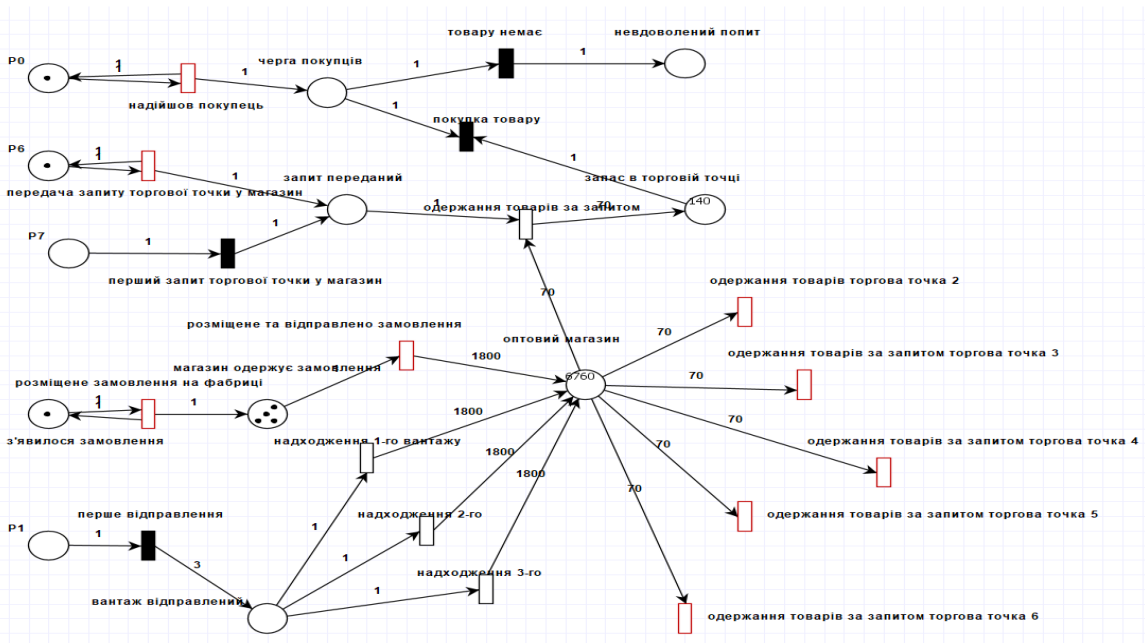


Рисунок 10 - робота імітаційної моделі в програмі PIPE

Верифікація моделі

Для верифікації моделі змінюватиму вхідні дані та спостерігатиму за кількістю маркерів в позиціях “оптовий магазин” та “запас в торговій точці” за той же час, ту ж кількість прогонів. Для зрозумілості результатів, трохи спростимо нашу мережу, так як ми спостерігатимемо за “запасом в торговій точці” та “оптовим магазином” залишимо мережу на позиції торгові точки в кількості 6-ти , тобто зведемо в одну позицію та подивимося як працює модель. (Рисунок 11 - Рисунок 20)

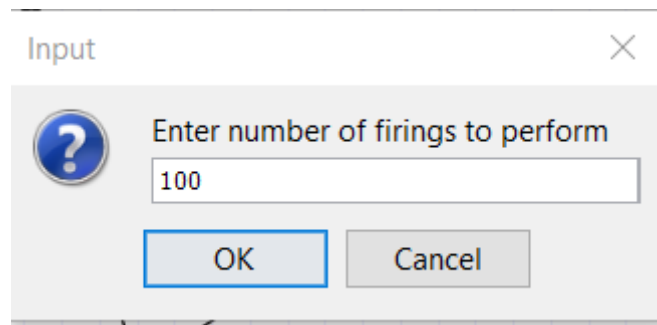


Рисунок 11 - кількість прогонів

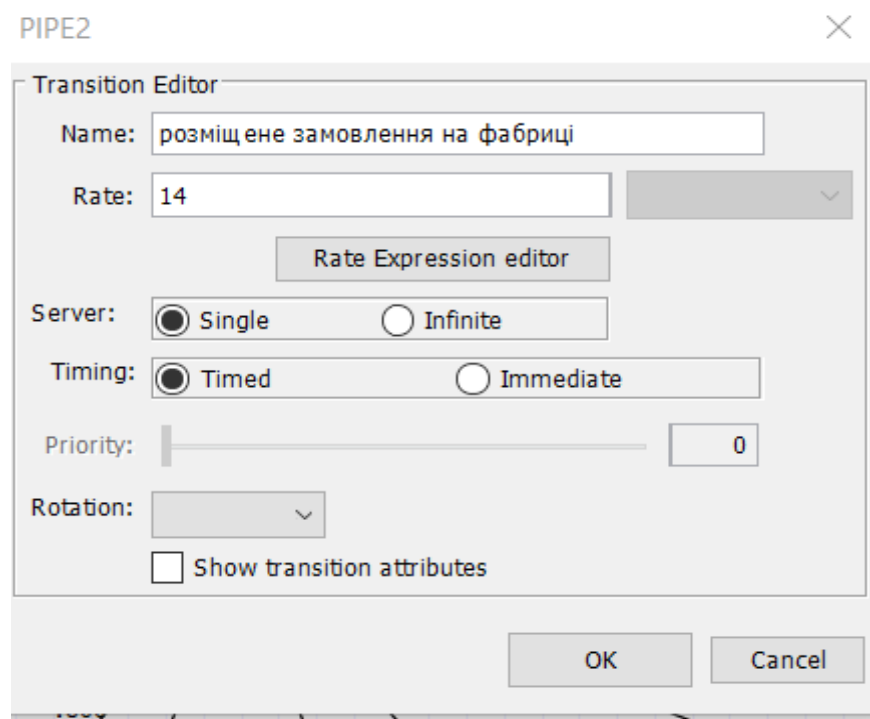


Рисунок 12 - початкові параметри моделі

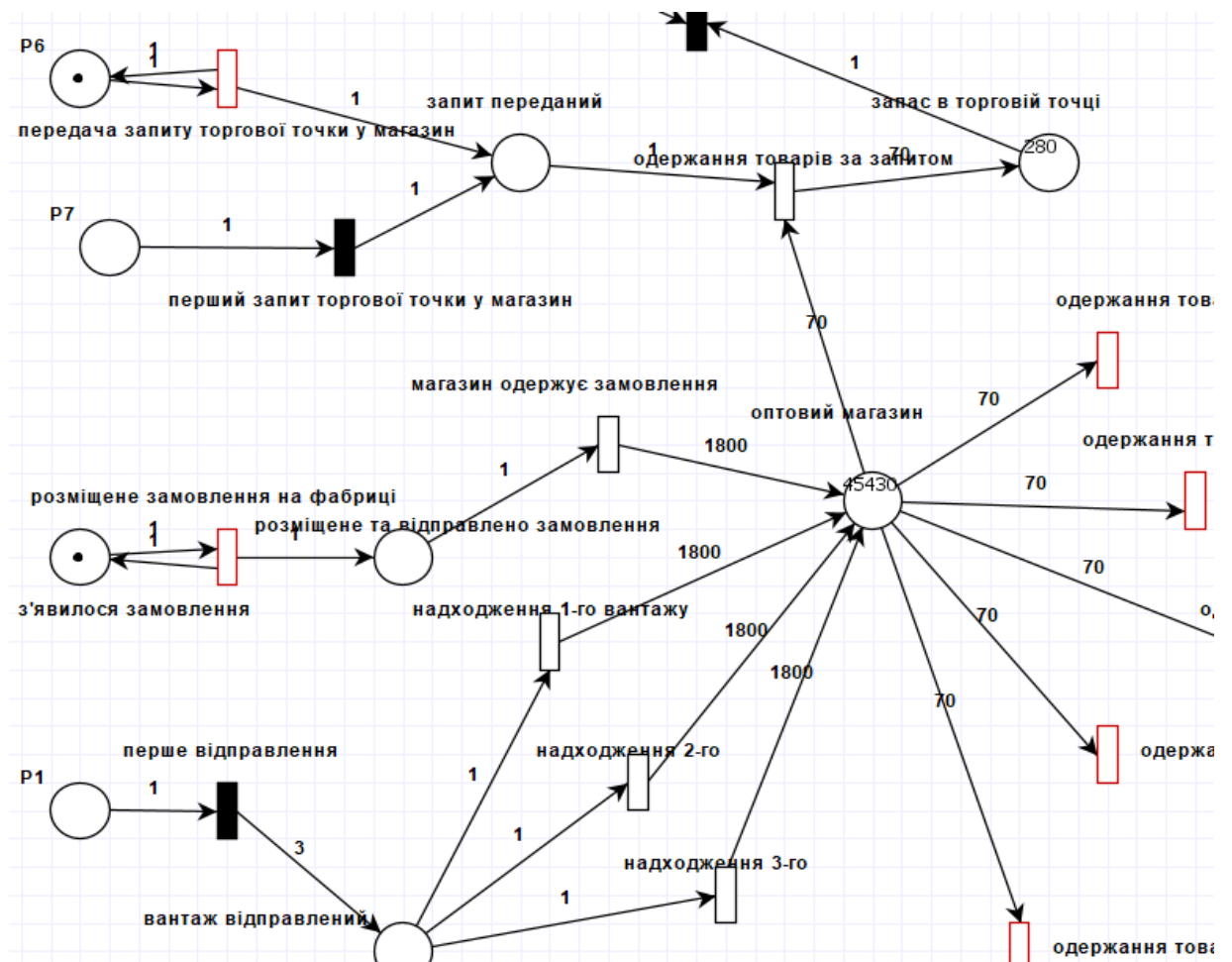


Рисунок 13 - Результат прогону моделі в цілому на початкових вхідних даних

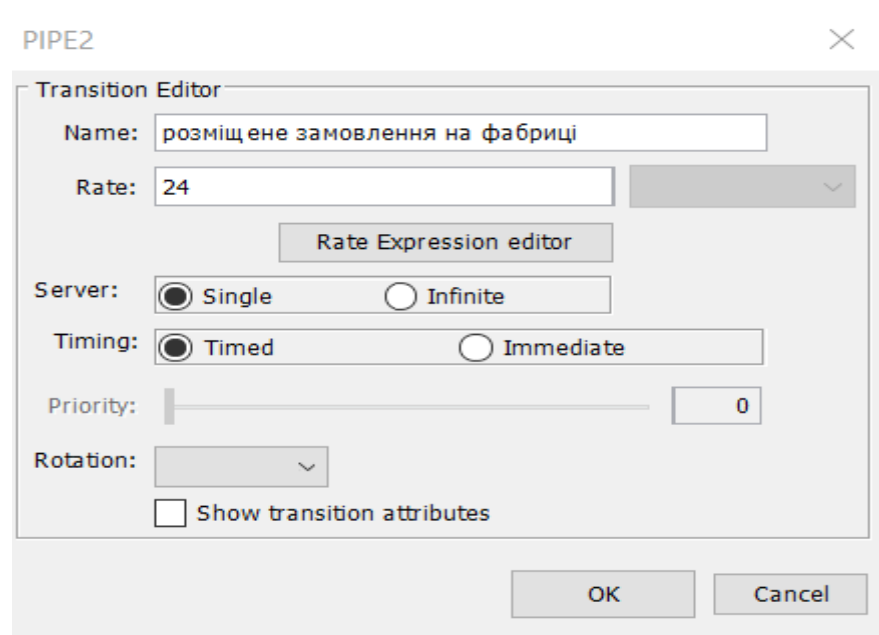


Рисунок 14 - параметри для верифікації моделі, змінюємо час розміщення замовлення на фабриці на 24 дні

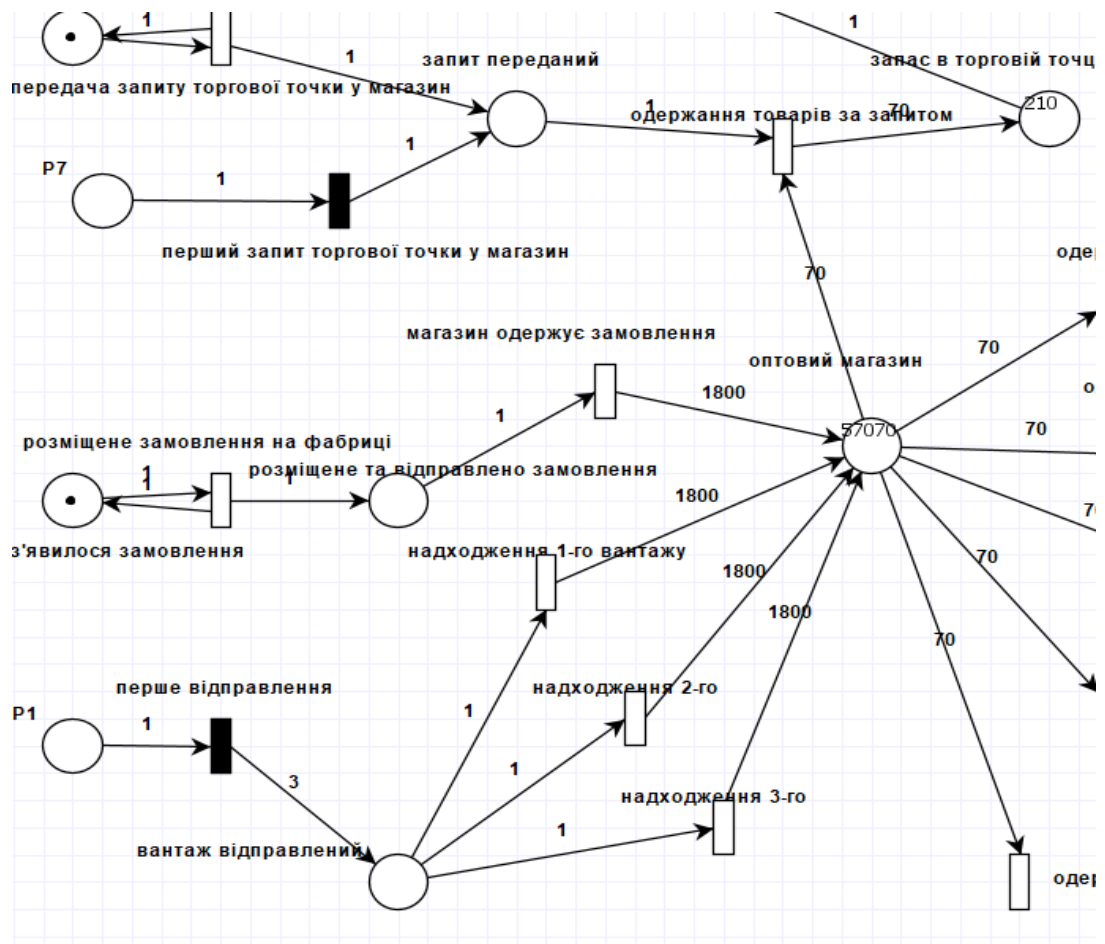


Рисунок 15 - результат прогону моделі змінених вхідних даних

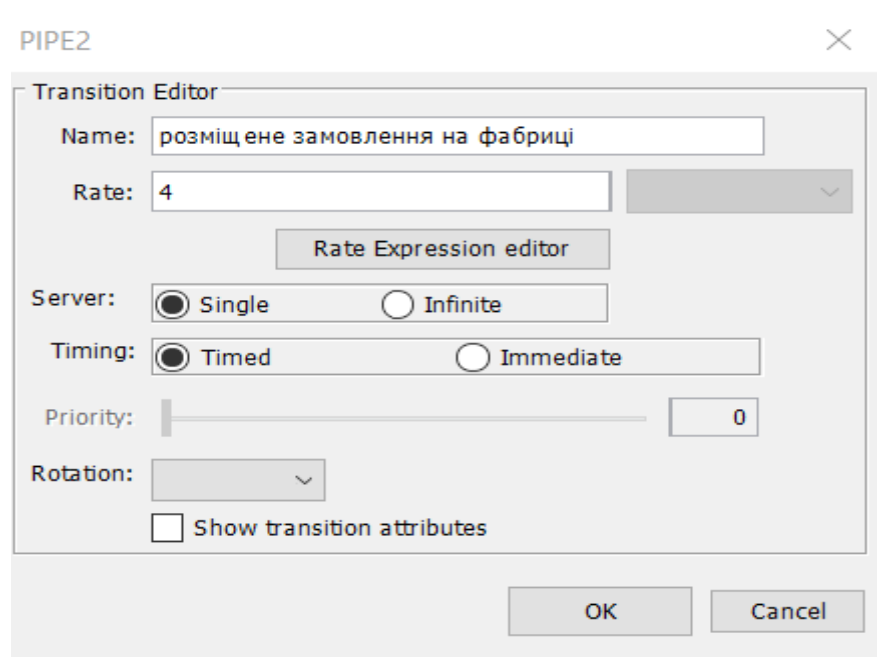


Рисунок 16 - змінюємо вхідні дані, час розміщення замовлення на фабриці через 4 дні

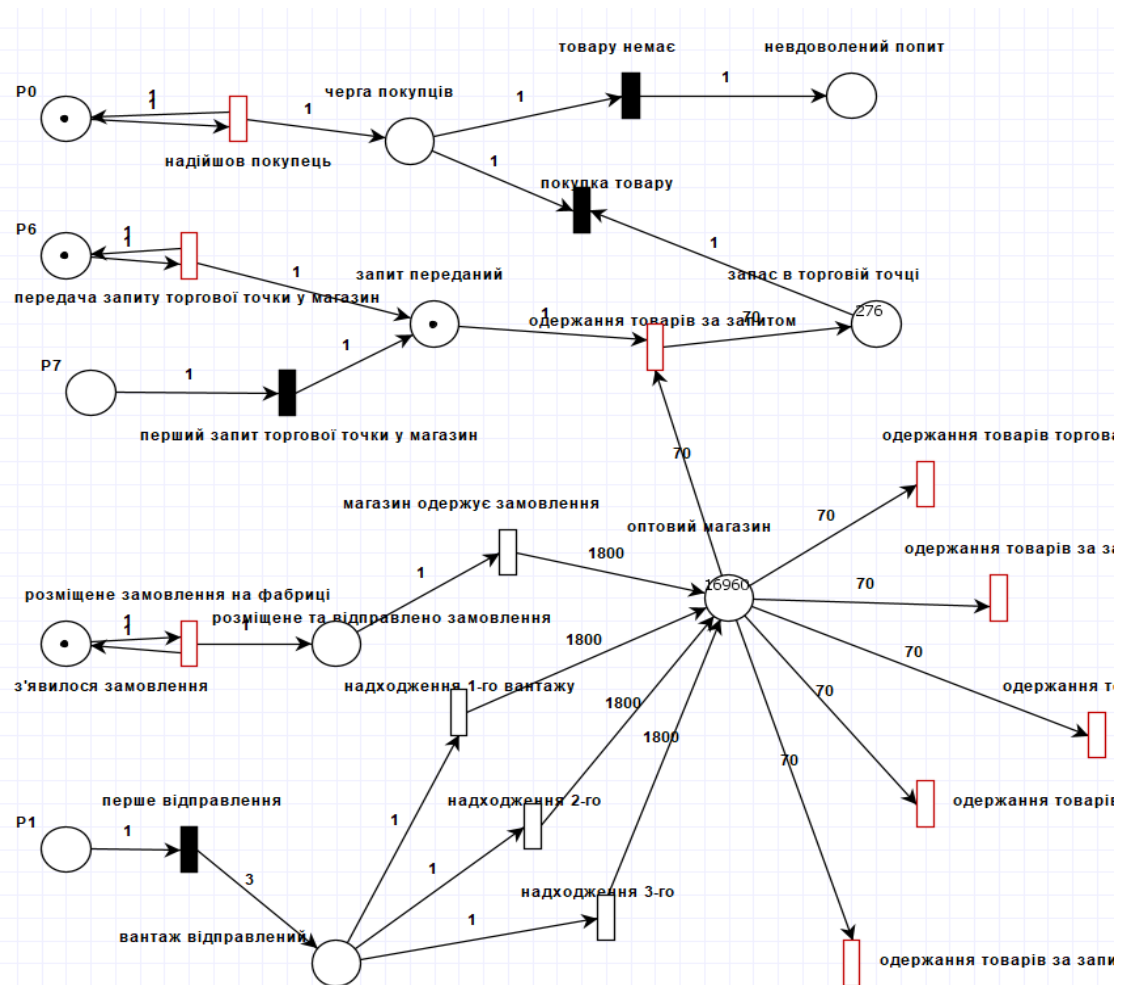


Рисунок 17 - як відпрацювала вся модель при розміщенні замовлення через 4 дні

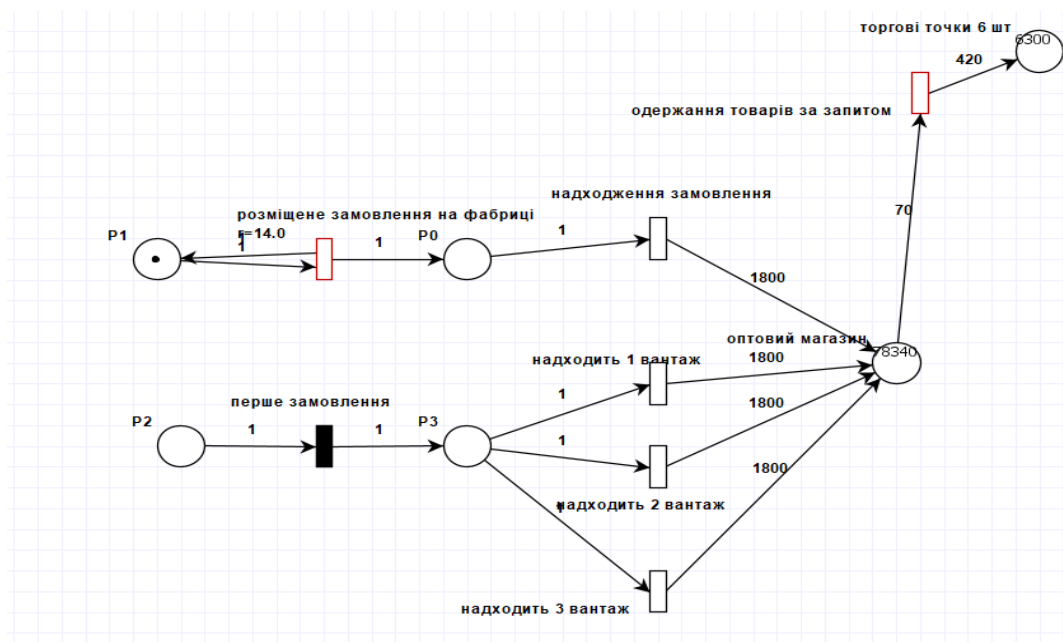


Рисунок 18 - усічена модель нашої імітаційної моделі для більш зрозумілого представлення відпрацьована на початкових даних де час розміщення 14 днів

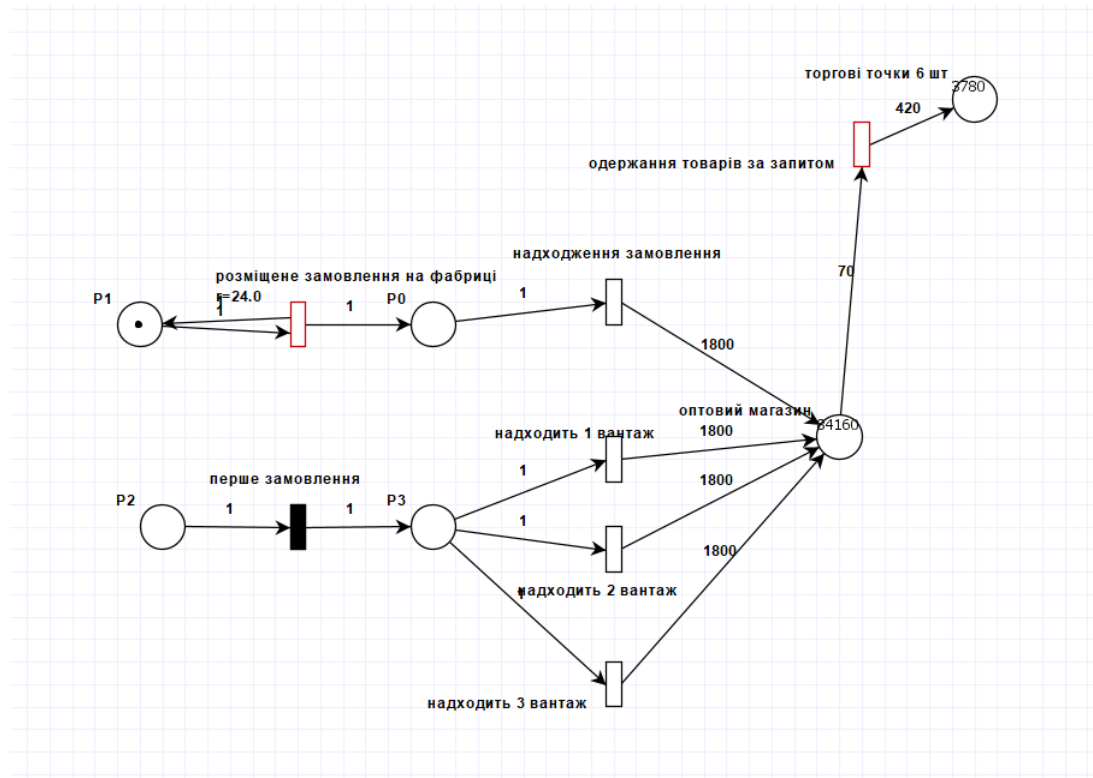


Рисунок 19 - модель відпрацювала на змінених вхідних даних із значенням 24 дні - розміщення замовлення

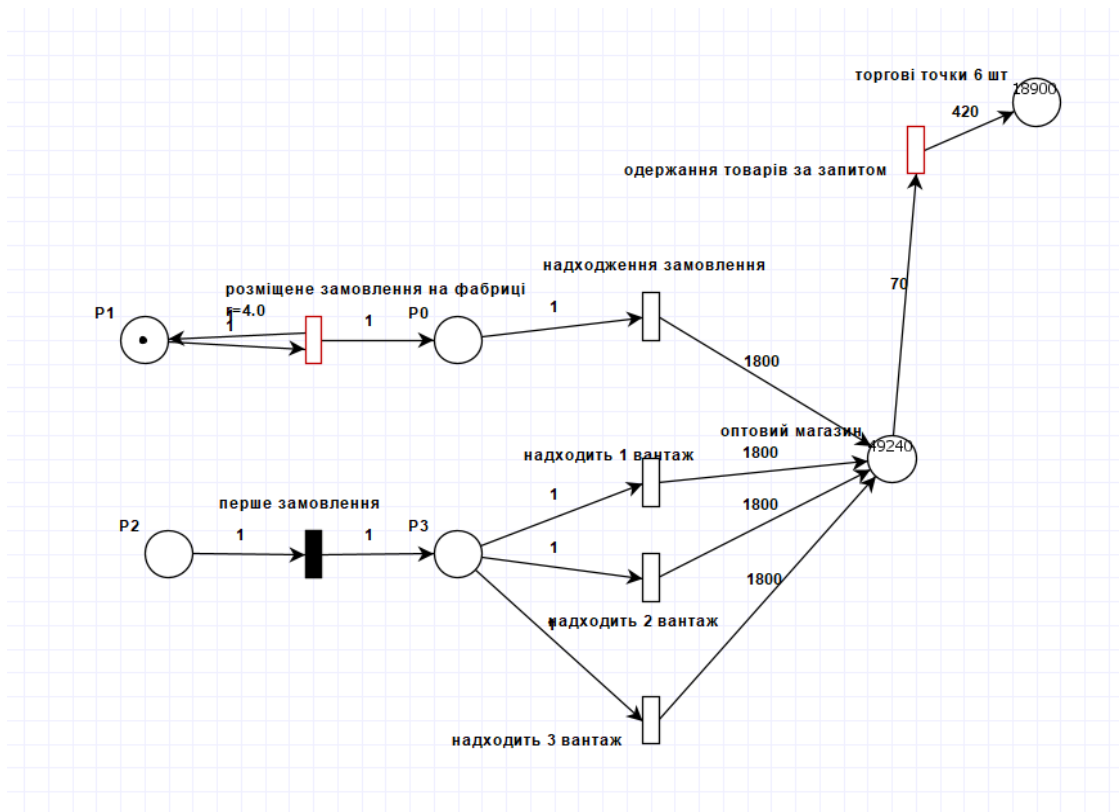


Рисунок 20 - відпрацювала із значенням розміщення замовлення через 4 дні

Внесемо в таблицю результати для легкого сприйняття та інтерпретації результатів. Таблиця 1.

Таблиця 1

	через 4 дні (кількість маркерів)	через 14 днів	через 24 дні
оптовий магазин	49420	8340	4160
торгові точки (6)	18900	6300	3780

Як бачимо модель працює коректно. Але від того, що програмне забезпечення не оновлювалося ми не можемо чітко стверджувати, що дані які надає нам відпрацьована модель є цілком коректні.

Інтерпретація результатів моделювання системи, формулювання висновків та пропозицій

Побудована імітаційна модель “Фірма, яка має 6 торгових точок” мережами Петрі, була реалізована та прогнана в програмному забезпеченні PIPE. Відповідно результатам моделювання модель правильно та коректно працює. Метою було визначити статистичні характеристики таких величин: рівень запасу в оптовому магазині, ймовірність невдоволеного запиту торгової точки. Запропонувати таку стратегію керування роздрібними торговими точками й оптовим магазином, яка забезпечить нульову ймовірність невдоволеного запиту торгової точки при найменшому рівні запасу в оптовому магазині. Рівень запасу в оптовому магазині, як видно з результатів роботи імітаційної моделі у нас в оптовому магазині достатній рівень запасу, при таких початкових умовах та надходжень які відправлялися ми не маємо невдоволеного ні попиту ні запиту. Але можна було б поекспериментувати та знайти при якому мінімумі відправлень буде ця модель також відпрацьовувати з нульовим ймовірнісним невдоволеним попитом та щоб забезпечувала нульову ймовірність невдоволеного запиту, але ці експерименти краще проводити не в даній одраній програмі, а все таки підібрати іншу з кращими можливостями та функціоналом, або застосувати об’єктно-орієнтовану мову програмування для прикладу Java або C#.

Програмне забезпечення самої програми застаріле хоча зручне та легко сприймається, має досить великі недоліки. Неможливо отримати звіт роботи, потрібно спостерігати за маркерами в ключових позиціях, звичайному користувачеві взагалі буде не зрозуміло, що програма в результатах показує, тобто щоб дати відповіді на питання задачі, яка буде розглядатися користувачеві потрібно добре розуміти не тільки, що маркери позначають, а ще як їх використати та математично порахувати відповідно формул та знайти саме те, що було метою моделювання. Для знаходження розв’язку задачі, звичайному користувачеві потрібно обрати іншу програму або звернутися за допомогою до професіоналів.

ВИСНОВКИ

Моделювання систем займає значне місце в сучасному підході до побудови стратегій введення бізнесу в будь-яких сферах людської діяльності, зокрема оптової та роздрібної торгівлі. Імітаційні моделі дозволяють реально відобразити необхідні дані, що допоможуть проводити успішну комерційну діяльність.

Якщо взяти виробництво, як об'єкт дослідження, завдяки імітаційному моделюванню є можливість визначити та проаналізувати необхідну кількість верстатів, час на виробництво сировини та доставку готової продукції, кількість вантажних машин для доставки, а також оптимізувати всі процеси і витрати, не знижуючи дохідність, а, деколи, і підвищуючи її.

Тому моделювання - це пізнання і можливо один з самих потужних науково-обґрунтованих методів наукових досліджень систем і процесів в багатьох сферах людської діяльності.

На прикладі узагальнюючої моделі виробництва було визначено статистичні характеристики таких величин: рівень запасу в оптовому магазині, ймовірність невдоволеного запиту торгової точки. Запропоновано стратегію керування роздрібними торговими точками й оптовим магазином, яка забезпечить нульову ймовірність невдоволеного запиту торгової точки при найменшому рівні запасу в оптовому магазині.

У ході розробки курсового проекту виконано формалізацію опису об'єкта моделювання в термінах відомих математичних схем, розроблено алгоритм імітації роботи моделі, виконано перевірку алгоритму імітації, одержано статистичні оцінки заданих характеристик моделі, побудовано і проведено факторний експеримент із заданою ціллю.

Після ряду прогонів моделі, яка побудована, і отримання результатів факторного експерименту з необхідною точністю проведено їх інтерпретацію й аналіз у термінах об'єкта моделювання.

Для дослідження була обрана імітаційна модель мережі Петрі, адже вона як найкраще підходить до вирішення поставленої проблеми. Мережа Петрі - це орієнтований двудольний граф, який має чотири базові елементи: позиції (вузли), переходи, дуги та маркери. Принцип побудови - причинно наслідковий. Завдяки даній моделі було досягнуто позитивного результату.