

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»  
Факультет прикладної математики  
Кафедра прикладної математики

Звіт  
з курсової роботи  
із дисципліни «Математичне моделювання»  
на тему  
*Моделювання магазину*

Виконав:  
студент групи КМ-92  
*Малахатка О.В.*  
*Сидоров О.С.*

Керівник:  
*Норкін Б. В.*

Київ — 2022

## ЗМІСТ

Постановка задачі	4
1 Теоретичні Відомості	5
2 Формалізація цілової функції	6
2.1 Часткові випадки	6
3 Реалізація програми	7
3.1 Модуль представлення	7
3.1.1 Часткові випадки	8
3.2 Оптимізаційна компонента програми	8
3.3 Програмні засоби	9
3.3.1 Python	9
3.3.2 numpy	9
3.3.3 Simpy	9
Висновки	10
Посилання	11
Додаток А Посилання на код	12

Розподіл зобов'язань

№	Назва задачі	Виконавець
1	Формулювання мат моделі	Малахатка О.В.
2	Розробка ООП	Малахатка О.В.
3	Програмна інженерія оптимізації	Сидоров О.С. Малахатка О.В.
4	Написання звіту	Сидоров О.С.
5	Тестування	Сидоров О.С.
6	Запровадження UI	Малахатка О.В.

## ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Розробити модель магазину яка буде моделювати процеси покупки та продажу.

- а) Розробити реалізацію наступних компонентів:
- б) Моделювання черги
- в) Моделювання складів
- г) Моделювання зацікавленості покупці у певному товарі
- д) Оптимізація постачання товарів
- е) Оптимізація рекламної компанії
- ж) Оптимізація Доходів

Розробити додаткові моделі які будуть визначати

- а) Спеціалізовані склади (наприклад холодильники та полицки для чаю)
- б) Покупці різних соціальних категорій
- в) Продукція яка має термін придатності

## 1 ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ

Процес Пуассона, потік Пуассона, пуассонівський процес - ординарний потік однорідних подій, для якого кількість подій в інтервалі  $A$  не залежить від чисел подій у будь-яких інтервалах, що не перетинаються з  $A$ , і підпорядковується розподілу Пуассона. Теоретично випадкових процесів визначає кількість наступних випадкових подій, що відбуваються з постійною інтенсивністю.

Імовірнісні властивості потоку Пуассона повністю характеризуються функцією  $\Lambda(A)$ , що дорівнює прирощенню в інтервалі  $A$  деякої спадної функції. Найчастіше потік Пуассона має миттєве значення параметра  $\lambda(t)$  - функцію, в точках безперервності якої ймовірність події потоку в інтервалі  $[t, t + dt]$  дорівнює  $\lambda(t) dt$ . Якщо  $A$  - відрізок  $[a, b]$ , то

Потік Пуассона, для якого  $\lambda(t)$  дорівнює постійній  $\lambda$ , називається найпростішим потоком із параметром  $\lambda$ .

Потоки Пуассона визначаються для багатовимірного і будь-якого абстрактного простору, в якому можна ввести міру  $\Lambda(A)$ . Стаціонарний потік Пуассона у багатовимірному просторі характеризується просторовою густиною  $\lambda$ . У цьому  $\Lambda(A)$  дорівнює обсягу області  $A$ , помноженому на  $\lambda$ . [1]

## 2 ФОРМАЛІЗАЦІЯ ЦІЛОВОЇ ФУНКЦІЇ

Програма має реалізовувати багато різних моделей магазину, тому надалі буде приведений вид загальної цільової функції цієї задачі

$$c_1x_1 + c_2x_2 + \dots c_nx_n = f(x) \quad (2.1)$$

де  $c_n$  – ціна на продукти,  $x_n$  – кількість проданих одиниць за фіксований проміжок часу.

Також важливо зазначити що ми хочемо максимізувати функцію

$$f(x) \rightarrow \max \quad (2.2)$$

### 2.1 Часткові випадки

Часткові випадками будемо називати ті випадки коли моделюється магазин з певними обмеженнями по можливостю продажу чи постачання складів. Цільова функція може набувати додаткових коефіцієнтів але у більш загальному вигляді буде набувати лінійних обмежень, обумовлених, наприклад, розміром складів або потребами конкретного покупця.

### 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМИ

#### 3.1 Модуль представлення

Під час розробки програмного забезпечення було реалізовано наступні архетипи:

- Склади
- Магазины
- Продукти
- Покупці

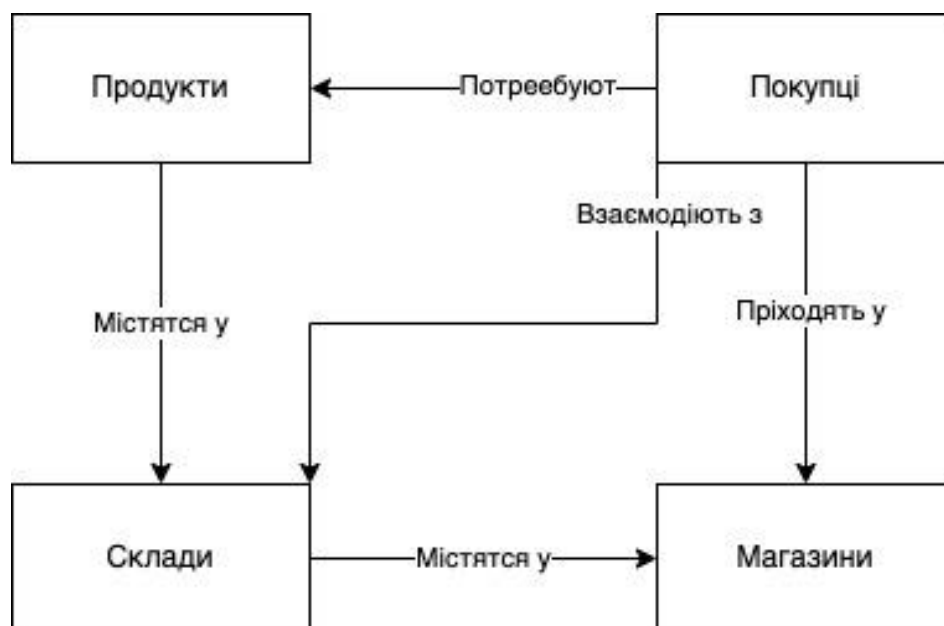


Рисунок 3.1 Взаємодія архетипів

Тривіальний випадок взаємодії класів представлений на рисунку 3.1

### 3.1.1 Часткові випадки

Головним функціоналом програми є так звані часткові випадки. А саме:

- коли в нас певні обмеження для складів для товарів які вони можуть містити
- наявність декількох складів з певним часом транспортування між ними
- покупців з певними потребами
- Певні погодні умови які застосовують коефіцієнти на продажі
- Святкові дні
- Певні типи товарів з обмеженнями
- Святкові товари
- Кастомні функції приходу клієнтів
- Черга покупців

### 3.2 Оптимізаційна компонента програми

Програма має функціонал не тільки прогнозування а також і оптимізування продажів. Застосування деяких обмежень у часткових випадках накладає деякі лінійні обмеження на цільову функцію.

Застосування методів лінійної оптимізації дозволяє зробити швидко та ефективну систему оптимізації продажів в магазині.



### 3.3 Програмні засоби

#### 3.3.1 Python

Мова програмування Python була обрана як найкращий засіб швидкої розробки коду який передбачає реалізацію ООП. Також треба врахувати широке застосування її у сфері математики та статистики та як слід велику кількість відповідних бібліотек

#### 3.3.2 numpy

Бібліотека мови Python яка розширює функціонал роботи з н-мерними масивами та операцій над ними. Також треба зазначити що її актуальність використання у цьому проекті також підтверджується широким застосуванням у подібних задачах

#### 3.3.3 Simpy

Бібліотека мови Python яка дозволяє швидку розробку асинхронних симуляцій. Також треба зазначити що її актуальність використання у цьому проекті також підтверджується широким застосуванням у подібних задачах

## ВИСНОВКИ

Було вивчено методи Математичного моделювання. Було розроблено ПЗ яке моделює Магазин. Досягнуто цілі сформованої задачі розробити ПЗ, що оптимізує різні варіанти конфігурації моделі магазину.

Були створені гнучкі налаштування симуляції які дозволяються пристосувати роботу програми до потреб майже кожного користувача, а саме:

- а) Склади призначені для певних видів товару
- б) Перебірливі покупці
- в) погодні умови
- г) Врахування святкових днів
- д) Окрема категорія святкових товарів

Що дозволяє користувачу:

- а) Знайти проблеми у постачанні свого магазину
- б) Підготуватися до святкового сезону
- в) Передбачити доходи магазину
- г) Побудувати план розширення магазину
- д) Вирішити логістичні задачі

## ПОСИЛАННЯ

1. J. F. C. Kingman (17 December 1992). Poisson Processes. Clarendon Press. ISBN 978-0-19-159124-2.
2. "МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МАГАЗИНУ ВИСОКОГО СКЛАДУВАННЯ" УДК.681.513 Ф.Марецький, докт.техн.наук Державний НДІ інформаційної інфраструктури, м.Львів, Україна Академія інформатики та управління, м.Бельско-Бяла, Польща 2002 р.

## Додаток А Посилання на код

<https://github.com/Kyparos/shop-modeling>