|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  імені Тараса Шевченка  ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  **Кафедра програмних систем і технологій**  Дисципліна  **«Компʼютерне моделювання процесів»**  **Лабораторна робота № 3** | | | |
| **Виконав:** | Шкітак Нікіта | **Перевірила**: | Ніколаєнко Анастасія Юріївна |
| Група | ІПЗ-31-1 | Дата перевірки |  |
| Форма навчання | денна | Оцінка |  |
| Спеціальність | 121 |
| 2023 | | | |

# Завдання

1. Вибрати завдання для дослідження.
2. Провести аналіз предметної області.
3. Визначити мету, об’єкт та предмет дослідження згідно вибраного завдання.
4. Висунути гіпотези (зробити припущення, обґрунтувати спрощення, описати обмеження).
5. Сформулювати технічне завдання на розроблення моделі (зверніть увагу, що це не копія цього завдання на лабораторну роботу).
6. Математично описати модель.
7. Побудувати алгоритм роботи моделі (математичну модель взяти з 1 ЛР) чи її ключових функцій.
8. Розробити комп’ютерну програму мовою Python.
9. Провести комп’ютерні експерименти, візуалізувати та проаналізувати отримані результати. Подайте результати дослідження у різних формах – таблиці, графіки, діаграми, схеми тощо. Ілюстративний матеріал має бути зрозумілий «сам по собі», тобто включати всі необхідні позначення.
10. Перевірити адекватність моделі і зробити висновки.

# Виконання завдання

## Завдання №1

## Побудувати імітаційну модель 1 каси магазину. Магазин працює з цілодобово. Швидкість обслуговування лінійно залежить від кількості товару у покупця (параметри лінійної залежності вибрати самостійно). Кількість товару – випадкова величина з біноміальним розподілом. Крок зміни модельного часу – 20 хв. Тривалість моделювання – 1 день. Кількість покупців є випадкова величина, розподілена за законом Пуассона. 3 08:00 до 10:00 математичне сподівання – 3 покупці за 20 хвилин. 3 10:00 до 17:00 математичне сподівання – 2 покупці за 20 хвилин. 3 17:00 до 23:00 математичне сподівання – 5 покупців за 20 хвилин. 3 23:00 до 08:00 математичне сподівання – 1 покупець на 20 хвилин.

## Завдання №2

**Основні параметри, які потрібно враховувати у цій моделі:**

* Швидкість обслуговування. Треба зазначити що швидкість (час обслуговування клієнта лінійно залежить від кількості товарів клієнта).
* Кількість товарів. Відповідно до раніше вказаного атрибуту треба враховувати кількість товарів клієнта, що буде впливати на швидкість обслуговування.
* Час обслуговування. Магазин працює цілодобово, але варто зазначити що відповідно певного проміжку часу буде відрізнятись математичне сподівання покупців, відповідно це також треба буде враховувати у моделюванні.
* Закон Пуассона. Відповідно як було раніше вказано – кількість покупців буде розподілена за законом Пуассона з різним математичним сподіванням (що буде відрізнятись відносно часу).
* Тривалість моделювання процесу. Також треба враховувати час моделювання: моделювання відбувається протягом 1 дня (24 години) і має інтервал (крок зміни модельного часу – 20 хв).

## Завдання №3

**Мета дослідження**: побудові імітаційної моделі роботи магазина (1 його каси) з метою проаналізувати її продуктивність та кількість зароблених коштів протягом одного дня (24 годин).

**Об'єкт дослідження**: робочий процес каси магазину, час роботи каси протягом 24 годин з довільною кількість продуктів і кількістю клієнтів відносного певного проміжку часу.

**Предмет дослідження**: продуктивність та навантаження роботи каси, за врахування впливу таких факторів як час доби, кількість клієнтів, кількість товарів.

## Завдання №4

1. **Вплив кількості товарів на час обслуговування:** Гіпотеза стверджує, що збільшення кількості товару у покупця призведе до збільшення часу обслуговування.
2. **Залежність ефективності роботи каси від часу доби:** Гіпотеза передбачає, що швидкість обслуговування та кількість клієнтів можуть відрізнятися в залежності від часу доби (ранок, день, вечір, ніч).
3. **Час витрачений на обробку (сканування одного товару)**: кількість часу на сканування товару також впливає на кількість часу обслуговування.

Спрощення: вважатимемо, що час обробки (сканування) одного товару є константою і відповідно кількість часу, що була витрачена на обслуговування клієнта буде лінійною від кількості товарів. Також припустимо що товар є статичною і рівною одиницею, так як ми досліджуємо продуктивність та навантаження роботи каси – відповідно буде пораховано кількість опрацьованих товарів.

## Завдання №5

**Вхідні дані.**

* Години роботи.
* Кількість клієнтів розподілена за законом Пуассона.
* Кількість товарів на одного клієнта за випадковою величиною з біноміальним розподілом
* Крок зміни модельного часу.
* Тривалість моделювання.

**Вихідні дані.**

* Результати моделювання продуктивності каси магазину, включаючи кількість оброблених товарів, аналіз піку навантаження на касу.
* Дані про роботу каси магазину в різний час дня (в різні проміжки часу).
* Аналіз впливу різних факторів, таких як години роботи, кількість товарів, кількість клієнтів, крок зміни модельного часу, час обробки товару.

## Завдання №6

Дані параметри:

* Швидкість опрацювання клієнту: V = N товарів \* k, де k - коефіцієнт.
* Робочий час каси магазину: T - 24 години.

Змінні параметри:

* Кількість клієнтів: Nпуасс. ​ - розподілена за законом Пуассона з математичним сподіванням відносно певного періоду часу .
* Кількість продуктів, що надходять за робочий день: N ​ - випадкова величина з біноміальним розподілом.

Кроки імітації:

1. Ініціалізація всіх необхідних змінних
2. Почати імітацію для кожного кроку (що дорівнює 20 хвилинам) ​ :
   1. Виставити новий час моделі (додати крок)
   2. За розподіленим законом Пуассона отримати певну кількість клієнтів, що напряму залежить від часу.
   3. Визначити для кожного клієнту кількість товарів і відповідно час, який знадобиться для його обслуговування касою.
   4. Під час даного кроку часу виконати обслуговування всіх клієнтів -спочатку клієнти з минулого кроку, черги, якщо черга пуста то виконати обслуговування клієнтів, що прийшли в даному етапі модельного часу. Під час обслуговування нотувати всі дані про клієнта: кількість товарів, кількість витраченого часу, година під час якої клієнт завітав до каси для майбутньої статистики. У випадку якщо каса не впоралась своєчасно і не обслугувала клієнта за відведений інтервал (у нашому випадку 20 хв) – додати клієнта до черги з метою обслугувати його в наступному інтервалі.
   5. Таку вище операцію необхідно проітеруватись для всіх кроків (тобто треба зробити стільки кроків з інтервалом 20 хв, щоб каса пропрацювала 24 години).
   6. Виводимо інформацію про стан каси: черга – кількість користувачів, яким не встигли надати послуги, час що буде вилучено з наступного кроку (через вичерпаність часу в нинішньому кроці часу)
   7. Після отримання повної статистики – використати її для аналізу продуктивності каси магазину в певні проміжки часу.

## Завдання №7

A screenshot of a phone

Description automatically generated

## Завдання №8

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt

import numpy as np

import pandas as pd

import datetime

step = 20

total\_step = 24 \* 60

class Customer(object):

def \_\_init\_\_(self) -> None:

self.products = 0

self.duration = 0

def generate(self):

self.products = np.random.binomial(20, 0.6)

self.duration = self.products \* 0.3

class Statistics(object):

def \_\_init\_\_(self) -> None:

self.df = pd.DataFrame(data = [[0, 0, 0]], columns=['products', 'duration', 'hours'])

def update(self, prodcuts, duration, time) -> None:

new\_info = pd.DataFrame(data=[[prodcuts, duration, time]], columns=['products', 'duration', 'hours'])

self.df = pd.concat([self.df, new\_info], axis=0, ignore\_index=True)

class Fund(object):

def \_\_init\_\_(self, current\_time) -> None:

self.statistics = Statistics()

self.customer = Customer()

self.queue = 0

self.current\_time = current\_time

self.customers\_count = 0

def display\_intermidiate\_info(self):

print('The number of customers arrived: ', self.customers\_count)

def display\_info(self):

print('-----', self.current\_time, '-----')

print('time gona be seized from next sess: %.2f' % self.customer.duration)

print('current queue:', self.queue)

def increase\_time(self):

self.current\_time += datetime.timedelta(minutes=step)

def get\_mathematically\_incline(self):

if self.current\_time.hour > 8 and self.current\_time.hour <= 10:

return 3

elif self.current\_time.hour > 10 and self.current\_time.hour <= 17:

return 2

elif self.current\_time.hour > 17 and self.current\_time.hour <= 23:

return 5

else:

return 1

def customer\_arrived(self):

self.customers\_count = np.random.poisson(self.get\_mathematically\_incline())

self.queue += self.customers\_count

def customer\_service(self):

time = step

while self.queue > 0 and time > 0:

if self.customer.duration == 0:

self.customer.generate()

self.queue -= 1

self.statistics.update(self.customer.products, self.customer.duration, self.current\_time.hour)

time -= self.customer.duration

if time >= 0:

self.customer.duration = 0

else:

self.customer.duration = -time

time = 0

Fund\_instance = Fund(datetime.datetime(2022, 9, 1, 0))

Fund\_instance.display\_info()

def simulation(n\_step):

iterator = 0

while iterator < n\_step:

Fund\_instance.increase\_time()

Fund\_instance.customer\_arrived()

Fund\_instance.customer\_service()

Fund\_instance.display\_intermidiate\_info()

Fund\_instance.display\_info()

iterator += step

# run simulation

simulation(total\_step)

print('--------------------')

print('Log of customers')

print(Fund\_instance.statistics.df)

print('\nThe total sold goods')

print(round(Fund\_instance.statistics.df.select\_dtypes(include=np.number)['products'].sum(),2), "goods") # Seleproducts)

# Output the graph of the most common number of products (hist)

def output\_hist\_graph():

plt.hist(Fund\_instance.statistics.df.iloc[1:, 0], bins = 30, density=True)

plt.xlabel("products, item")

plt.title('The graphic of the most common number of products')

plt.show()

# Group by 'hours' and calculate total price for each hour

def output\_bar\_graph():

hourly\_price = Fund\_instance.statistics.df.groupby('hours')['products'].sum()

plt.figure(figsize=(8, 6))

plt.bar(hourly\_price.index, hourly\_price.values, align='center', alpha=0.7)

plt.xlabel('Hour')

plt.ylabel('Total Amount')

plt.title('Total Amount Earned for Each Hour')

plt.grid(True)

plt.show()

output\_hist\_graph()

output\_bar\_graph()

## Завдання №9:

Відповідно під час виконання імітації процесу обслуговування клієнтів ми отримали дані, для майбутнього. Також кожен часовий крок логувався для візуалізації проміжних результатів:

A screenshot of a computer screen

Description automatically generated A screenshot of a computer screen

Description automatically generated

Дана таблиця на початку нам демонструє що в глибоку ніч (від 00:00 до 02:40) кількість клієнтів була дуже незначною, в свою ж чергу в час з 18:20 до 21:00 кількість клієнтів значно підвисилась

Також ми отримуємо діаграми на отриманих даних з імітації відповідно які ми можемо використовувати для аналізу робити каси магазину:

Даний графік демонструє найбільш поширену кількість товарів що була придбана під час імітації роботи каси в магазині:A graph of a bar graph

Description automatically generated Даний графік демонструє тенденцію, саме коли придбається найбільше продуктів (саме в який період часу – кількість придбаних продуктів)

A graph of blue bars

Description automatically generated with medium confidence

## Завдання №10

### Оцінка адекватності моделі

Відповідно, як можна подивитись з результатів програми, ми отримуємо DataFrame з певною колекцією даних.

Якщо подивитись на ці дані, що є результуючими нашої імітаційної моделі, то ми можемо побачити, що найбільша кількість клієнтів (відповідно найбільше навантаження на касу) відбувається в часовому проміжку з 17:00 до 23:00, що було задано в умові.

Також аналогічне можна зазначити про найменше навантаження каси магазину : з 23:00 до 8:00. Відповідно, також можна побачити, що час що витрачається на сканування товарів (обслуговування клієнта є лінійним до кількості товарів, а саме він визначається за формулою N(товарів) \* k, що також може вказувати на достовірність даних і адекватність моделі.

Також кількість клієнтів визначається правильно за рахунок розподілення кількості клієнтів за законом Пуассона, в певні проміжки часу. За рахунок отримання всіх правильних (очікуваних даних), ми також отримаємо правильно відображені графіки, що візуалізують наш набір даних для більш зручного аналізу.

Враховуючи всі вищезгадані аргументи, я можу зробити міні-висновок, що модель (імітація) є коректною і повертає коректні, очікуванні дані.

# Висновок

Під час виконання даної лабораторної роботи було реалізовано імітаційну модель роботи однієї каси магазину протягом 24 годин. Відповідно після виконання імітаційної моделі було отримано дані, що відповідали заданим умовам.

Відповідно проаналізувавши результати можна сказати: що каса магазину може опрацювати задану кількість користувачів, але на це впливає декілька ключових факторів таких як: кількість клієнтів, час надання послуги клієнту (опрацювання одного товару).

Відповідно можливі такі випадки коли каса магазину буде перевантажена і не зможе надати послуги всім клієнтам.

Також варто зазначити, що не були враховані детально деякі фактори: такі як реальна кількість витраченого часу на обробку одного товару, на мою думку даний фактор може дуже сильно вплинути на продуктивність каси, так як в імітації час обслуговування товару був лінійний кількості товарів відповідно.

Відповідно імітаційна модель є коректною і може бути використана для імітації роботи однієї каси магазину, не враховуючи деякі фактори, що можуть мати значний вплив на результат.