

Державний торговельно-економічний університет

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ЦЕНТРУ НАДАННЯ  
АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ»**

Студента 4 курсу, 8 групи  
спеціальності

122 «Комп'ютерні науки»

Залітка Артема  
Володимировича

*підпис  
студента*

Доктор педагогічних наук, доцент

Підгорна Тетяна  
Володимирівна

*підпис  
керівника*

Гарант освітньої програми  
кандидат технічних наук, доцент

Демідов Павло  
Георгійович

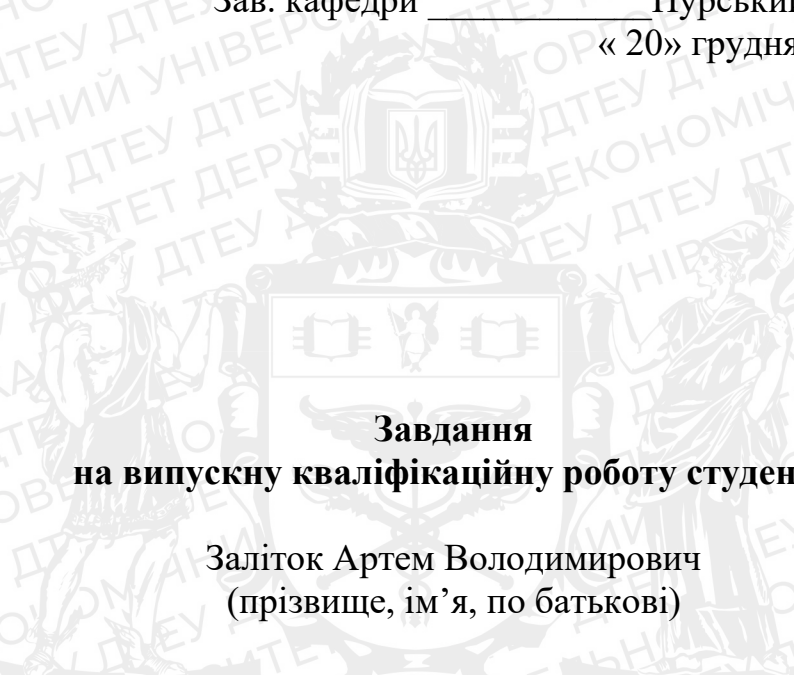
*підпис  
керівника*

**Київ 2023**

# Державний торговельно-економічний університет

Факультет інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних систем  
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
Затверджую  
Пурський О.І.  
« 20» грудня 2022 р.



## Завдання на випускну кваліфікаційну роботу студенту

Заліток Артем Володимирович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускної кваліфікаційної роботи (проекту)  
«Імітаційна модель операційного відділу центру надання адміністративних послуг»

Затверджена наказом ректора від «09» грудня 2022 р. № 3332

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 30 травня 2023 року

3. Цільова установка та вихідні дані до роботи

Мета роботи: розробити за допомогою засобів імітаційного моделювання AnyLogic модель операційного відділу центру надання адміністративних послуг.

Об'єкт дослідження: Процес розробки та дослідження моделі в середовищі AnyLogic.

Предмет дослідження: модель функціонування операційного відділу центру надання адміністративних послуг.

4. Перелік графічного матеріалу \_\_\_\_\_

5. Консультанти по роботі із зазначенням розділів, за якими здійснюється

консультування:

Розділ	Консультант (прізвище, ініціали)	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1	Підгорна Т.В.	15.12.2022 р.	15.12.2022 р.
2	Підгорна Т.В.	15.12.2022 р.	15.12.2022 р.
3	Підгорна Т.В.	15.12.2022 р.	15.12.2022 р.

6. Зміст випускного кваліфікаційного проекту (перелік питань за кожним розділом)

## ВСТУП

### РОЗДІЛ 1. Загальна проблематика моделювання операційного відділу центру надання адміністративних послуг

1.1. Сучасний стан операційного відділу центру надання адміністративних послуг

1.2. Аналіз особливостей імітаційного моделювання операційного відділу центру надання адміністративних послуг

1.3. Інформаційні технології імітаційного моделювання операційного відділу центру надання адміністративних послуг

### РОЗДІЛ 2. Розробка моделі операційного відділу центру надання адміністративних послуг

2.1. Специфіка функціонування операційного відділу центру надання адміністративних послуг

2.2. Розробка діаграм взаємодій

2.3. Розробка імітаційної моделі операційного відділу центру надання адміністративних послуг

### РОЗДІЛ 3. Реалізація імітаційної моделі операційного відділу центру надання адміністративних послуг

### 3.1. Специфіка побудови імітаційних моделей

### 3.2. Реалізація імітаційної моделі в середовищі AnyLogic

### 3.3. Визначення статистичних характеристик системи

## ВИСНОВКИ

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

## 7. Календарний план виконання роботи

№ Пор.	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		За планом	фактично
1	2	3	4
1	<i>Вибір теми випускної кваліфікаційної роботи</i>	<i>01.10.2020</i>	<i>01.10.2020</i>
2	<i>Розробка та затвердження завдання на випускну кваліфікаційну роботу</i>	<i>15.12.2022</i>	<i>15.12.2022</i>
3	<i>Вступ</i>	<i>03.02.2023</i>	<i>03.02.2023</i>
4	<i>РОЗДІЛ 1. Загальна проблематика моделювання операційного відділу центру надання адміністративних послуг</i>	<i>28.02.2023</i>	<i>28.02.2023</i>
5	<i>РОЗДІЛ 2. Розробка моделі операційного відділу центру надання адміністративних послуг</i>	<i>06.04.2023</i>	<i>06.04.2023</i>
6	<i>РОЗДІЛ 3. Реалізація імітаційної моделі операційного відділу центру надання адміністративних послуг</i>	<i>12.05.2023</i>	<i>12.05.2023</i>
7	<i>Висновки</i>	<i>15.05.2023</i>	<i>15.05.2023</i>
8	<i>Здача випускної кваліфікаційної роботи на кафедру науковому керівнику</i>	<i>30.05.2023</i>	<i>30.05.2023</i>

9	<i>Попередній захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	<i>31.05.2023 -01.06.2023</i>	<i>31.05.2023 -01.06.2023</i>
11	<i>Виправлення зауважень, зовнішнє рецензування випускної кваліфікаційної роботи</i>	<i>02.06.2023</i>	<i>02.06.2023</i>
12	<i>Представлення готової зшитої випускної кваліфікаційної роботи на кафедрі</i>	<i>05.06.2023</i>	<i>05.06.2023</i>
13	<i>Публічний захист випускної кваліфікаційної роботи</i>	<i>За розкладом роботи ЕК</i>	

8. Дата видачі завдання «15» грудня 2022 р.

9. Керівник випускної кваліфікаційної роботи (проекту)

Підгорна Т.В.

*(прізвище, ініціали, підпис)*

10. Гарант освітньої програми

Демідов П.Г.

*(прізвище, ініціали, підпис)*

11. Завдання прийняв до виконання студент-дипломник

Заліток А. В.

*(прізвище, ініціали, підпис)*



## АНОТАЦІЯ

Заліток А. В. ІМІТАЦІЙНА МОДЕЛЬ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ЦЕНТРУ НАДАННЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ.

В роботі реалізовано імітаційну модель функціонування операційного відділу центру надання адміністративних послуг засобами імітаційного моделювання середовища AnyLogic. Проаналізовано поточний стан роботи операційного відділу та особливостей побудови імітаційної моделі в середовищі AnyLogic. Проведено оптимізаційний експеримент із розробленою імітаційною моделлю операційного відділу центру надання адміністративних послуг, на онові аналізу специфіки функціонування систем масового обслуговування та побудови імітаційної моделі операційного відділу.

**Ключові слова:** імітаційна модель, операційний відділ, система масового обслуговування

## SUMMARY

Zalitok A.V. SIMULATION MODEL OF THE OPERATIONAL DEPARTMENT OF THE CENTER FOR THE PROVISION OF ADMINISTRATIVE SERVICES/

Student implemented the model of operation of the operational department of the center for the provision of administrative services using AnyLogic environment simulation tools. The current state of operation of the operational department and the features of building a simulation model in the AnyLogic environment are analyzed. Was carried out optimization experiment with the developed simulation model of the operational department of the center for the provision of administrative services, based on the analysis of the specifics of the functioning of mass service systems and the construction of a simulation model of the operational department.

**Key Words:** simulation model, operations department, mass service system

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	9
<b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ПРОБЛЕМАТИКА МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ЦЕНТРУ НАДАННЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ</b>	11
1.1. Сучасний стан операційного відділу центру надання адміністративних послуг	12
1.2. Аналіз особливостей імітаційного моделювання операційного відділу центру надання адміністративних послуг	14
1.3. Інформаційні технології імітаційного моделювання операційного відділу центру надання адміністративних послуг	19
<b>РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МОДЕЛІ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ЦЕНТРУ НАДАННЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ</b>	24
2.1. Специфіка функціонування операційного відділу центру надання адміністративних послуг	25
2.2. Розробка діаграм взаємодій	29
2.3. Розробка імітаційної моделі операційного відділу центру надання адміністративних послуг	31
<b>РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ЦЕНТРУ НАДАННЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ</b>	34
3.1. Специфіка побудови імітаційних моделей	36
3.2. Реалізація імітаційної моделі в середовищі AnyLogic	37
3.3. Визначення статистичних характеристик системи	41
<b>ВИСНОВКИ</b>	45
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	46



## ВСТУП

Моделювання є одним з методів розв'язання практичних завдань. Найчастіше проблему не можна вирішити шляхом проведення реальних експериментів: будівництво нових об'єктів, руйнування або внесення змін до наявної інфраструктури може бути надто дорогим, небезпечним або навіть неможливим. У таких випадках створюється модель реальної системи, тобто описуємо її за допомогою мови моделювання. Цей процес передбачає перехід на певний рівень абстракції: відкидаючи незначні деталі, це змушує зосереджуватися тільки на суттєвому. Реальна система завжди складніша, ніж її модель.

Іншою основою моделювання є швидкозростаючий потенціал знань фундаментальних і прикладних наук. У поєднанні з сучасним технологічним проривом ці основи створюють неймовірні можливості для побудови моделей, що обмежуються лише сміливістю дослідника. Перерахуємо лише деякі глобальні теми, які безперервно випробовуються за допомогою моделювання: економіка, політика, екологія. Моделювання впевнено допомагає зрозуміти, як працює світ. Можливо, завдяки його використанню можна буде дізнатися, як функціонує найважливіша з усіх моделей - власний світ.

Актуальність даної роботи полягає в тому, що в сучасному інформаційному суспільстві ефективне функціонування державних органів та організацій, які надають адміністративні послуги, відіграє важливу роль у задоволенні потреб громадян та розвитку держави в цілому. Однак, незважаючи на значні покращення в організації та наданні адміністративних послуг, існують проблеми, пов'язані з оптимізацією роботи операційного відділу центрів надання адміністративних послуг.

У цьому контексті імітаційне моделювання є потужним інструментом для аналізу та оптимізації бізнес-процесів. Створення імітаційної моделі операційного відділу центру надання адміністративних послуг може допомогти у дослідженні поточних проблем, виявленні вузьких місць та розробці рекомендацій щодо оптимізації процесів у рамках центру.

Нової актуальності набуває використання засобів імітаційного моделювання у вирішенні прикладних задач, таких як наприклад побудова і організація роботи

знайомих важливих в організаційній складові відділів в системах масового обслуговування, які застосовуються у буденному житті.

**Метою роботи** є розробка імітаційної моделі операційного відділу центру надання адміністративних послуг з метою дослідження та оптимізації його роботи. Для досягнення цієї мети необхідно виконати такі завдання:

1. Вивчити існуючі підходи до моделювання операційних відділів та їх застосування у сфері надання адміністративних послуг.
2. Зібрати та проаналізувати дані про роботу операційного відділу, включаючи інформацію про навантаженість, час виконання завдань, ресурси і т.д.
3. Розробити імітаційну модель операційного відділу на основі отриманих даних та врахування особливостей надання адміністративних послуг.
4. Провести експерименти з розробленою імітаційною моделлю, варіюючи параметри та умови роботи операційного відділу, та оцінити їх вплив на ефективність роботи центру.
5. Сформулювати рекомендації щодо оптимізації роботи операційного відділу центру надання адміністративних послуг на основі результатів імітаційного моделювання.

**Об'єкт дослідження:** процес розробки та дослідження моделі в середовищі AnyLogic.

**Предмет дослідження:** модель функціонування операційного відділу центру надання адміністративних послуг.

Для роботи над дипломною роботою була використана широка інформаційна база. Ця база включала наукові статті, журнали, конференційні матеріали та інші джерела, що стосуються імітаційного моделювання, операційного відділу та центру надання адміністративних послуг. Також використовувалися документи, що описують процес надання адміністративних послуг у реальному житті.

Перелік методів дослідження, застосованих у роботі:

1. Аналіз літературних джерел - для ознайомлення з теоретичними аспектами імітаційного моделювання та процесу надання адміністративних послуг.

2. Статистичний аналіз - для збору та обробки статистичних даних щодо надання адміністративних послуг у центрі.

3. Моделювання системи - для створення імітаційної моделі операційного відділу центру надання адміністративних послуг.

Результати цієї дипломної роботи мають практичне значення для центрів надання адміністративних послуг, які прагнуть оптимізувати свою роботу та покращити якість надання послуг громадянам. Імітаційна модель операційного відділу, розроблена в рамках дослідження, може допомогти виявити слабкі місця та вдосконалити роботу центру. Результати статистичного аналізу та експертних оцінок також надають цінну інформацію для прийняття управлінських рішень щодо поліпшення процесу надання адміністративних послуг. В цілому, результати цієї роботи можуть бути використані для покращення процесів надання адміністративних послуг, підвищення якості обслуговування громадян та оптимізації ресурсів в операційному відділі центру. Це сприяє зміцненню довіри громадян до державних органів та підвищення їх ефективності у досягненні своїх цілей.

**Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи.** Випускна кваліфікаційна робота складається з вступу, 3 розділів, висновків, 20 джерел, містить 42 сторінки основного тексту, 1 додаток, 8 рисунків, 1 таблицю і 6 формул.

# РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ПРОБЛЕМАТИКА МОДЕЛЮВАННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ЦЕНТРУ НАДАННЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ

## 1.1. Сучасний стан операційного відділу центру надання адміністративних послуг

На цей час встановлені деякі обмеження для центрів надання адміністративних послуг (ЦНАП), які стосуються проведення реєстраційних дій та діяльності ЦНАП. Очевидно, в наш час існують певні обмеження, які впливають на проведення реєстраційних дій та роботу ЦНАП. Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 28.02.2022 № 165 "Про зупинення строків надання адміністративних послуг та видачі документів дозвільного характеру", було прийнято рішення зупинити строки надання послуг, за винятком певних галузей, таких як державна реєстрація юридичних осіб, фізичних осіб - підприємців, реєстрація прав на нерухоме майно та їх обтяжень, а також реєстрація актів цивільного стану. Крім того, адміністративні послуги, що надаються особами, які займаються діяльністю під час воєнного стану, а також строки видачі дозвільних документів органами, що надають дозволи, були зупинені на період воєнного стану в Україні і наступні 30 днів після його скасування.

Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 06.03.2022 № 209 "Деякі питання державної реєстрації та функціонування єдиних та державних реєстрів, держателем яких є Міністерство юстиції, в умовах воєнного стану", були встановлені особливості проведення реєстраційних дій. Важливо зазначити, що ці особливості залежать від того, в якій територіальній одиниці знаходиться ваш ЦНАП.

На офіційному веб-порталі Верховної Ради України було опубліковано роз'яснення щодо роботи ЦНАП під час воєнного стану (посилання: <https://www.rada.gov.ua/news/razom/221128.html>). Зазначено, що на територіях, де не відбуваються бойові дії, ЦНАП працюють у повному обсязі та надають всі необхідні послуги. Щодо ЦНАП, розташованих в громадах, де тривають бойові дії, Верховна Рада 24 березня 2022 року внесла зміни до законодавства та прийняла Закон України "Про внесення змін до деяких законів України щодо забезпечення керованості державою в

умовах воєнного стану". Згідно з цим Законом, центральна влада може встановлювати особливості надання адміністративних та інших публічних послуг у цих громадах.

Також, адміністратори ЦНАП та посадові особи органів місцевого самоврядування, які були змушені залишити територію, де відбуваються бойові дії, мають переважне право на призначення на вакантні посади в органах місцевого самоврядування без проведення конкурсного відбору, за умови, що вони є громадянами України, мають необхідну освіту та досвід роботи. Крім того, ЦНАП у громадах, де тривають бойові дії, надають всі адміністративні послуги, які раніше надавалися безпосередньо відповідними суб'єктами адміністративних послуг [11].

Наразі, у рамках проекту "Покращення доступу до адміністративних послуг та підвищення їх якості в умовах конфлікту в Україні", який здійснюється за фінансової підтримки DT Institute, Центр політико-правових реформ (ЦППР) спільно з регіональними партнерами Громадської мережі публічного права та адміністрації UPLAN (Центр досліджень місцевого самоврядування, Дніпровський центр соціальних досліджень, "Смарт медіа") провели моніторинг роботи центрів надання адміністративних послуг (далі – ЦНАП) у чотирьох українських містах, які були обрані для реалізації проекту (кожна громадська організація у своєму місті). Зокрема, ці міста включали Харків, розташований у прифронтній зоні, Дніпро, який знаходиться досить близько до лінії фронту, а також Київ та Львів, які приймали значну кількість внутрішньо переміщених осіб (ВПО). Для здійснення моніторингу було обрано по два ЦНАПи (або ЦНАП та територіальний підрозділ) у кожному місті.

Період моніторингу тривав з 1 жовтня до 30 листопада 2022 року і використовувався методологія, розроблена ЦППР, яка вже застосовувалася організацією та її регіональними партнерами. Проте в рамках цього дослідження методологія була адаптована фахівцями до умов воєнного часу. Основною метою моніторингу була оцінка впливу війни на діяльність ЦНАП, зокрема доступності та якості послуг, а не їх рейтингування.

У рамках моніторингового процесу експерти ЦППР, а також фахівці з Харкова, Дніпра і Львова вивчали інформацію про обрані ЦНАПи з відкритих джерел, насамперед з їхніх веб-сайтів, а також проводили обстеження умов роботи цих центрів

і спостерігали за їхньою діяльністю. На основі результатів моніторингу було зроблено оцінку кожного ЦНАПу і складено звіти з рекомендаціями щодо їхньої роботи враховуючи умови воєнного стану.

Слід зазначити, що більшість ЦНАПів успішно налагодили свою роботу в умовах воєнного стану і відновили доступ до державних реєстрів для надання базових адміністративних послуг громадянам. Хоча деякі проблеми з відновленням доступу до державних реєстрів виникли в Харкові, як місті, що перебуває у прифронтовій зоні та регулярно піддається обстрілам, влада міста забезпечила всі необхідні заходи безпеки для відновлення надання основних адміністративних послуг у ЦНАП м. Харкова. З свого боку, деякі ЦНАПи, незважаючи на відновлення доступу до державних реєстрів, все ще мають недостатньо повний набір базових адміністративних послуг для надання громадянам у своїх офісах. Особливо це стосується адміністративних послуг соціального характеру, зокрема послуг для ВПО та пенсійних послуг [10].

## **1.2. Аналіз особливостей імітаційного моделювання операційного відділу центру надання адміністративних послуг**

До основних особливостей імітаційного моделювання відноситься використання теорії масового обслуговування. Імітаційне моделювання операційного відділу центру надання адміністративних послуг на основі теорії масового обслуговування є ефективним інструментом для аналізу його функціонування. Таким чином, імітаційне моделювання оперує поняттями теорії масового обслуговування, яка дозволяє досліджувати системи з обмеженими ресурсами та змінним навантаженням. Теорія масового обслуговування використовує математичні моделі для опису та прогнозування різних параметрів, таких як час обробки, час очікування, імовірність зайнятості ресурсів тощо.

Моделювання операційного відділу центру, який надає адміністративні послуги, шляхом використання імітаційного моделювання на базі концепції масового обслуговування може стати корисним інструментом для аналізу та оптимізації роботи цих відділів. Воно допомагає виявити потенційні проблеми, поліпшити процеси та підвищити задоволення клієнтів. Основними термінами, які використовуються в концепції масового обслуговування, є система масового обслуговування (СМО),

обслуговуюча система (система обслуговування), запит на обслуговування, джерело запитів, обслуговувана система, процес обслуговування, час обслуговування, дисципліна та якість обслуговування [8].

Під системою масового обслуговування розуміється сукупність обслуговуючої системи та системи, що обслуговується, разом із правилами, які встановлюють організацію обслуговування (рис.1.1.)

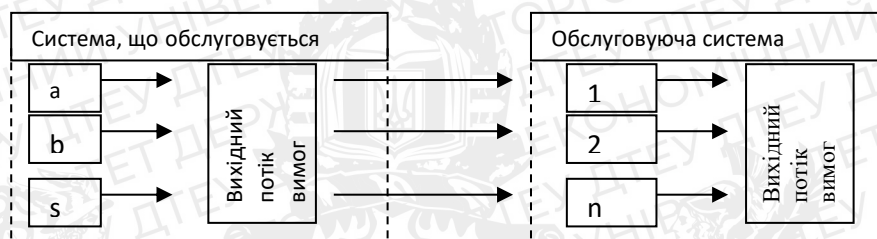


Рис. 1.1. Принципова схема системи масового обслуговування

*Роль обслуговуючої системи та системи задоволення запитів у процесі виконання робіт:*

У будь-якій системі, де виникають запити на виконання робіт, можна виділити дві основні частини. Перша з них - обслуговуюча система, яка відповідає за приймання запитів і їх подальше направлення. Друга частина - система задоволення запитів, що приймає ці запити та забезпечує їх виконання. Кожний окремих запит, будь то заявка або вимога, потребує своєчасного реагування та виконання.

Важливість дисципліни обслуговування для ефективності системи. Ефективність функціонування системи масового обслуговування безпосередньо залежить від дисципліни обслуговування. Ця дисципліна визначає порядок розподілу запитів між доступними ресурсами та контролює поведінку запитів у системі. Щоб забезпечити високу ефективність СМО, необхідно знати, як ефективно розподіляти та обробляти запити, що надходять.

Оцінка ефективності системи масового обслуговування. Показник ефективності є важливою мірою успішності СМО. Цей показник відображає здатність системи задовольняти запити, що надходять. Чим вище показник ефективності, тим краще

функціонує СМО.

Важливість комплексного дослідження для покращення функціонування. Проведення комплексного дослідження СМО є важливим етапом для покращення функціонування системи. Це дослідження надає необхідну інформацію для прийняття обґрунтованих рішень щодо режиму функціонування та організації системи. Незалежно від того, чи система вже діє чи ще тільки планується, комплексне дослідження дає можливість виявити потенційні проблеми та розробити стратегії для їх вирішення.

Розгляд різних сценаріїв та урахування умов функціонування. Під час дослідження СМО важливо розглянути різні сценарії функціонування та урахувати умови, в яких система працюватиме. Залежно від умов, таких як пропускна здатність та специфіка запитів, оцінюються потенційні ризики та розробляються рекомендації для забезпечення якості та ефективності роботи системи.

В цілому, системи масового обслуговування відіграють важливу роль у виконанні різних завдань. Для досягнення високої ефективності СМО необхідно забезпечити дисципліну обслуговування та провести комплексне дослідження системи. Це дозволить покращити функціонування системи та забезпечити задоволення запитів, що надходять.

Параметри, які характеризують різні аспекти дії системи в цілому та її окремих елементів, становлять основу для ухвалення рішень. Оскільки моменти надходження вимог до системи та тривалість їх обслуговування зазвичай є випадковими, то для опису окремих елементів системи використовують розподіл випадкових величин та їх числові характеристики, такі як середні значення, дисперсії і т. д. Основними характеристиками дії і стану системи масового обслуговування є середня кількість вимог у черзі або в системі, середній час очікування обслуговування та інші параметри, а також значення деяких ймовірностей, наприклад, ймовірність відмови у обслуговуванні, ймовірність наявності в системі не менше певної кількості вимог, ймовірність того, що система вільна від обслуговування і т. д. [11].

При розгляді задач, які базуються на теорії масового обслуговування, необхідно враховувати різні співвідношення між цілями системи в цілому та цілями об'єктів обслуговування. Тут можуть мати місце такі ситуації.



1. Цілі повністю збігаються або майже збігаються одна з одною. Такий збіг може бути характерним для багатьох систем, наприклад, системи ремонту обчислювальної техніки. Як сервісні центри, так і власники техніки, хоч і з різних мотивів, зацікавлені в оперативному усуненні несправностей. Тому тут виникає бажання змінювати параметри системи в одному напрямку [6].
2. Цілі суперечать одна одній.
3. Цілі не повністю збігаються, але не суперечать одна одній [6].

Перед теорією масового обслуговування стоять проблеми, які пов'язані не тільки з аналізом поведінки системи, а із синтезом системи. Аналіз поведінки охоплює розрахунок різних характеристик й оцінку їх впливу на стан, якість і ефективність функціонування системи. Оперативне втручання в роботу системи обслуговування досягається заміною правил відбору вимог до каналу обслуговування, впливом на механізм обслуговування (збільшення кількості обслуговуючих пристроїв або впровадження більш продуктивного обладнання), та на сферу, де виникають вимоги. Тому, розглядаючи задачі синтезу систем, треба враховувати не тільки вище означене, а також існування витрат, які обумовлені очікуванням задоволення вимог або перестоем засобів обслуговування [2].

СМО (система масового обслуговування) може бути характеризована різними параметрами і для кожного передбачувані різні обчислення:

1. Інтенсивність надходження ( $\lambda$ ). Це кількість заявок, що надходять до СМО за одиницю часу. Формульний вираз може бути вигляду:

$$\lambda = N / T \quad (1.1.),$$

де  $N$  - кількість заявок,  $T$  - часовий інтервал.

2. Середній час обслуговування ( $1/\mu$ ). Це середній час, який потрібен СМО для обслуговування однієї заявки. У формулі це виражається так:

$$1/\mu = T / N \quad (1.2.),$$

де  $T$  - загальний час обслуговування,  $N$  - кількість заявок.

3. Інтенсивність обслуговування ( $\mu$ ): Це кількість заявок, які може обслужити СМО за одиницю часу. Розрахувати це можна так:

$$\mu = 1 / (T / N) \quad (1.3.),$$

де  $T$  - загальний час обслуговування,  $N$  - кількість заявок.

4. Коефіцієнт завантаження ( $\rho$ ): Це відношення між інтенсивністю надходження і інтенсивністю обслуговування. Розрахувати це можна так:

$$\rho = \lambda / \mu \quad (1.4.),$$

де  $\lambda$  - інтенсивність надходження,  $\mu$  - інтенсивність обслуговування.

5. Середня кількість заявок в системі ( $L$ ). Це очікувана кількість заявок в системі (в черзі та у процесі обслуговування). Розрахувати це можна так:

$$L = \lambda * W \quad (1.5.),$$

де  $\lambda$  - інтенсивність надходження,  $W$  - середній час перебування заявки в системі.

6. Середній час очікування ( $W$ ). Це середній час, який заявка проводить у черзі перед обслуговуванням. Розрахувати це можна так:

$$W = L / \lambda \quad (1.6.),$$

де  $L$  - середня кількість заявок в системі,  $\lambda$  - інтенсивність надходження.

Наведені вище формули дозволяють обчислити параметри характеристик СМО на основі вхідних даних, таких як кількість заявок, часовий інтервал, загальний час обслуговування тощо.

### **1.3. Інформаційні технології імітаційного моделювання операційного відділу центру надання адміністративних послуг**

З моменту, коли кожен компонент системи масового обслуговування (СМО) може проявляти свої особливості, виникає широкий спектр можливих систем. Це приводить до необхідності впорядкування та класифікації цих систем. Основою для класифікації можуть бути відмінні характеристики основних компонентів або їх комбінацій. Отже, СМО можна поділити на наступні категорії:

— За характером надходження вимог до системи можна виділити системи з регулярними або випадковими потоками. Останні, в свою чергу, поділяються на стаціонарні й нестаціонарні.

— Залежно від кількості вимог, що надходять до системи в один момент часу, можна виділити системи з ординарними і неординарними потоками вимог.

— Залежно від зв'язку між вимогами можна виділити системи з післядією та без післядії.

— Залежно від способу відбору вимог для обслуговування можна виділити системи з пріоритетом, де вимоги обслуговуються в порядку пріоритету, та системи з випадковим відбором вимог, де вимоги обслуговуються за принципом "останній обслуговується першим".

— Залежно від характеру обслуговування вимог можна виділити системи з детермінованим або випадковим часом обслуговування.

— Залежно від кількості етапів обслуговування можна виділити однофазні та багатофазні системи.

— Залежно від однорідності вимог, що надходять для обслуговування, можна виділити системи з однорідними й неоднорідними потоками вимог.

— Залежно від обмеженості потоку вимог можна виділити замкнені та розімкнені системи.

— Залежно від порядку підключення вільних обслуговуючих пристроїв до обслуговування можна виділити системи зі строгим порядком, де пристрої підключаються в певному порядку, та системи з випадковим підключенням пристроїв.

— Залежно від кількості каналів обслуговування (обслуговуючих апаратів) можна виділити одноканальні та багатоканальні системи. Останні можуть складатися з однотипних або різнотипних (за продуктивністю) пристроїв.

Найпоширенішим є розподіл систем за часом очікування вимог у системі до початку обслуговування [2]. Враховуючи цю характеристику, системи поділяються на системи з відмовами (втратами), системи з необмеженим часом очікування та мішані системи з обмеженим часом очікування.

Системи з відмовами (втратами), у випадку, коли надходить вимога, а всі канали зайняті обслуговуванням, отримують "відмову" і не отримують обслуговування в майбутньому. Автоматична телефонна станція (АТС) та система пріоритетного обслуговування є класичними прикладами таких систем, де час перебування цілей у зоні обстрілу порівнюється з часом обстрілу.

Протилежність таким системам становлять системи з необмеженим часом очікування вимог у черзі на обслуговування (системи з очікуванням). Особливістю роботи таких систем є те, що вимога, яка надійшла в систему, коли всі пристрої обслуговування були зайняті, стає в чергу і залишається в черзі до того моменту, поки будь-який з обслуговуючих пристроїв не звільниться. Це найбільш поширена група систем масового обслуговування (СМО), що описує роботу підприємств побутового обслуговування, сервісних центрів, поліклінік, довідкових бюро, морських портів, буферної пам'яті ЕОМ та інших сфер. Системи з очікуванням поділяються на розімкнені та замкнені. У розімкнених системах джерело вимог вважається нескінченним, а в замкнених - загальна кількість вимог, пов'язаних з системою, є скінченною та, як правило, постійною.

Системи мішаного типу, або системи з обмеженим очікуванням, займають проміжне положення. У таких системах вимога, що надійшла на обслуговування і застала всі канали зайнятими, стає в чергу, проте в черзі вона знаходиться обмежений час, після якого, не дочекавшись обслуговування, покидає систему. Прикладами таких систем є торгівельні точки продажу овочів, які можуть зберігатися обмежений час, їх пункти переробки, системи пріоритетного обслуговування об'єктів, які мають зенітні комплекси з великою зоною поразки, в межах якої повітряні цілі знаходяться

обмежений час та інше [4].

До мішаних систем відносяться і системи, в яких обмежений час перебування вимоги в системі. Наприклад, обробка певної інформації на ЕОМ, яка періодично оновлюється. Якщо протягом відведеного часу інформація не буде оброблена, вона втрачає свою цінність і стає некорисною. Також мішаною системою може бути сервісний центр з ремонту техніки, який має обмежену площу для зберігання непрацюючої техніки. Крім того, можуть існувати різні комбінації зазначених властивостей, як, наприклад, обмеження на довжину черги та час перебування в ній, обмеження на довжину черги та час перебування вимоги в системі тощо.

Для зручності позначення типу систем масового обслуговування (СМО) та відповідного математичного опису використовується код, який вказує на належність системи до певної класифікаційної групи. Д. Кендалл запропонував код у форматі  $A/B/n$ , де перший елемент визначає тип розподілу вхідного потоку вимог, другий - тип розподілу часу обслуговування, а третій - кількість каналів обслуговування.

$D$  - детермінований або регулярний процес,

$M$  - марківський або випадковий процес,

$E_k$  - процес Ерланга  $k$ -го порядку,

$GI$  - потік загального типу, довільний і незалежний,

$G$  - довільний розподіл часу обслуговування.

Так код  $M/M/n$  означає, що система має  $n$  каналів обслуговування, вхідний потік вимог описується розподілом Пуассона, а час обслуговування - показниковим розподілом. Система  $D/E_k/1$  - одноканальна з регулярним вхідним потоком й розподілом Ерланга для часу обслуговування [15].

Недоліком цього методу є те, що не вказується чи обмежена система за кількістю вимог, а також який порядок відбору вимог із черги на обслуговування. Тому А. Лі запропонував розширити код до такого  $A/B/n:(d/l)$ , де  $d$  означає максимальну кількість вимог у системі в будь-який момент часу її функціонування,  $l$  - вид дисципліни відбору вимог.

Отже, існує багата кількість систем масового обслуговування. Системи, які подаються моделями, що розглянуто, є спрощеними, проте їх можна використовувати,

щоб дістати якісну або наближену кількісну характеристику поведінки систем зі складнішою структурою.

#### **1.4. Доцільність імітаційного моделювання**

Переваги використання імітаційного моделювання найбільш яскраво виявляються при моделюванні виробничих та технологічних процесів, матеріально-технічного забезпечення виробництва, логістики, а також під час бізнес-планування, екологічних і соціологічних досліджень. Важливо зазначити, що імітаційне моделювання використовується переважно як засіб для розуміння проблеми та надає більше допомоги, ніж простий текстовий або математичний опис проблеми. Цей підхід дозволяє розглянути складний процес прийняття рішень в широкому контексті, з урахуванням внутрішніх процесів системи, яка моделюється.

Часто моделювання припиняють ще до отримання конкретних результатів. Визначення моменту, коли зацікавлені сторони розуміють, що насправді відбувається в системі, може бути ключовим у вирішенні проблеми. Тому не завжди потрібно проводити статистичну обробку результатів експерименту. Зрозуміло, це не є обов'язковим правилом, оскільки імітаційні моделі загалом використовуються для експериментальних цілей. Однак, безсумнівно, імітаційне моделювання є технологічним процесом, який проходить через безліч етапів і вимагає великих інтелектуальних та часових зусиль фахівців [12].

Питання доцільності використання імітаційного моделювання розглядалось протягом багатьох років великою кількістю дослідників - від Ф. Мартина до В. Келтона та інших. Після аналізу різних досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Імітаційне моделювання надає можливість досліджувати взаємодії у складних системах або підсистемах, що входять до складу складної системи, а також проводити експерименти з ними.
2. Шляхом моделювання інформаційних та організаційних впливів, а також впливів зовнішнього середовища, можна оцінити ефекти цих впливів на поведінку та функціонування системи.
3. Отримані знання під час проектування імітаційної моделі дозволяють визначити шляхи вдосконалення модельованої системи.

4. Змінюючи вхідні дані під час моделювання та спостерігаючи вихідні дані, можна виявити, які змінні є найбільш важливими та як вони взаємодіють між собою.

5. Імітаційне моделювання можна використовувати як метод для вдосконалення рішень, отриманих під час аналітичного аналізу, а також для перевірки аналітичних рішень.

6. Імітаційне моделювання можна використовувати для проведення експериментів з новими проектами або стратегіями їх впровадження з метою передбачення результатів.

7. Імітаційне моделювання може бути застосовано для визначення вимог, яким повинен відповідати пристрій або система.

8. Імітаційні моделі можна використовувати для навчання операторів складних технологічних процесів без необхідності придбання обладнання, яке може підлягати пошкодженню, і з метою запобігання нещасним випадкам.

9. Під час імітаційного моделювання можна використовувати засоби анімації, що дозволяють спостерігати за модельованими операціями.

10. Сучасне виробництво настільки складне, що взаємозв'язки в ньому можна виробити лише шляхом проведення імітаційного моделювання.

Підсумовуючи, імітаційне моделювання має багато переваг у виробничих, технологічних, матеріально-технічних, логістичних, бізнес-планувальних, екологічних та соціологічних дослідженнях. Воно допомагає зрозуміти проблему із більш широкого погляду, ніж простий текстовий або математичний опис проблеми, та сприяє ухваленню кращих рішень [12].

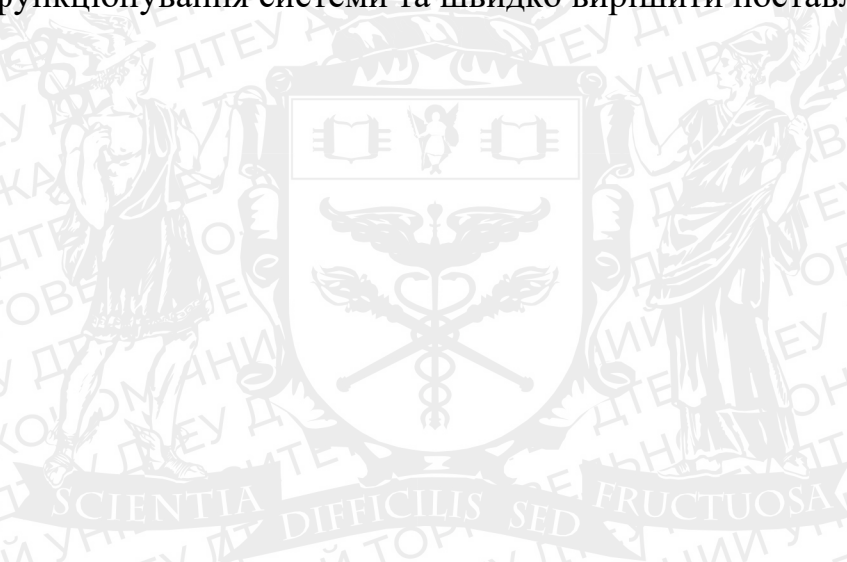
#### *Висновок по першому розділу:*

Виходячи з цього, імітаційне моделювання вирішує проблеми реального світу безпечним та розумним способом. Це зручний інструмент для аналізу: він надає наочне, зрозуміле і подання, що перевіряється. У різних галузях бізнесу та науки імітаційне моделювання допомагає виявити оптимальні рішення та дає чітке уявлення про складні системи.

Цифрові біти замість атомів: імітаційне моделювання є експериментом над достовірним цифровим уявленням будь-якої системи. На відміну від фізичного

моделювання, такого як створення макета будівлі, імітаційне моделювання базується на комп'ютерних технологіях, які використовують алгоритми та математичні рівняння. Імітаційну модель можна аналізувати в динаміці, а також спостерігати анімацію у двовимірному чи тривимірному форматі.

Моделювання застосовується у сфері бізнесу, коли проведення експериментів на реальній системі неможливе чи недоцільне, часто через високу вартість чи тривалість процесу. Можливість аналізувати модель у дії відрізняє імітаційне моделювання з інших методів, як-от використання Excel чи лінійного програмування. Користувач досліджує процеси та вносить зміни до імітаційної моделі в процесі роботи, що дозволяє глибше проаналізувати функціонування системи та швидко вирішити поставлені завдання.





## **РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА МОДЕЛІ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ЦЕНТРУ НАДАННЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ**

### **2.1. Специфіка функціонування операційного відділу центру надання адміністративних послуг**

Операційний відділ центру надання адміністративних послуг (ЦНАП) займається виконанням адміністративних процедур та наданням різноманітних послуг громадянам і підприємствам. Основна мета операційного відділу полягає в забезпеченні ефективного та якісного обслуговування клієнтів ЦНАП. Основні функції та специфіка функціонування операційного відділу ЦНАП можуть включати наступні аспекти:

1. Прийом документів. Операційний відділ отримує та реєструє документи, які надаються громадянами або підприємствами. Це можуть бути заяви, довідки, заявлення та інші документи, пов'язані з адміністративними послугами.

2. Перевірка документів. Операційний відділ перевіряє достовірність та повноту наданих документів. Відділ може здійснювати перевірку документів на відповідність вимогам законодавства та правилам надання адміністративних послуг.

3. Опрацювання документів. Операційний відділ здійснює обробку та реєстрацію документів у внутрішніх інформаційних системах. Це може включати введення даних, створення електронних записів та надання унікальних ідентифікаторів для подальшого відстеження статусу документів.

4. Консультації та інформаційна підтримка: Операційний відділ надає консультації клієнтам щодо необхідної документації, процедур та умов отримання адміністративних послуг. Відділ також може надавати інформаційну підтримку через телефонну лінію, електронну пошту або особистий прийом.

5. Організація черг. Операційний відділ відповідає за організацію та управління чергами громадян і підприємств, що звертаються до ЦНАП. Це може включати використання спеціального програмного забезпечення для керування чергами та призначенням часових слотів для клієнтів.

6. Видача документів. Операційний відділ забезпечує видачу готових документів клієнтам. Це може включати фізичну видачу документів у ЦНАП або їх доставку за допомогою кур'єрських служб або пошти.

7. Моніторинг та звітність. Операційний відділ здійснює моніторинг процесу надання адміністративних послуг, збирає статистичні дані та складає звіти про роботу відділу. Ці звіти можуть включати інформацію про кількість наданих послуг, терміни виконання, рівень задоволеності клієнтів тощо.

Специфіка функціонування операційного відділу ЦНАП може варіюватись залежно від конкретної організації та її внутрішніх процедур. Однак, загальна мета полягає у забезпеченні швидкого, зручного та ефективного надання адміністративних послуг громадянам та підприємствам.

Також варто ознайомитися з поясненнями Міністерства цифрової трансформації України (<https://mkrada.gov.ua/news/16162.html>) щодо функціонування деяких особливостей надання адміністративних послуг під час воєнного стану та в період до одного місяця після його закінчення або скасування.

Ці пояснення стосуються таких аспектів:

1. Терміни надання адміністративних послуг.
2. Певні питання, пов'язані з ліцензуванням.
3. Надання послуг у сфері державної реєстрації цивільного стану.
4. Особливості призначення та використання грошової компенсації вартості "пакунок малюка" під час введення воєнного стану.
5. Надання адміністративних послуг соціального характеру.
6. Певні питання, що стосуються пенсійного забезпечення.
7. Певні питання, пов'язані з перетином державного кордону.
8. Реєстрація нерухомості, державна реєстрація юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських формувань, реєстрація прав на нерухоме майно та їх обтяжень.
9. Допуск водіїв до керування транспортними засобами.
10. Реєстрація та продаж транспортних засобів.
11. Застосування електронного документа.
12. Надання одноразової матеріальної допомоги в розмірі 6500 грн в рамках Програми "єПідтримка".

13. Заборона або обмеження вибору місця проживання осіб на території, де діє воєнний стан.

Роз'яснення Міністерства цифрової трансформації України нададуть детальну інформацію про ці питання та допоможуть зрозуміти процедури та обмеження, які відносяться до адміністративних послуг у цей період [11]. В цьому випадку варто зазначити деякі нюанси, які стосуються роботи ЦНАПів:

1. Організація юридичних структур, фізичних осіб-підприємців та громадських утворень, а також реєстрація власних прав на нерухоме майно та їх обтяжень (далі - державна реєстрація) здійснюється виключно уповноваженими посадовими особами - реєстраторами юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців, реєстраторами прав на нерухоме майно та їх обтяжень (далі - державні реєстратори), а також уповноваженими посадовими особами Міністерства юстиції та його територіальних органів (далі - посадові особи), які зазначені в затвердженому Міністерством юстиції переліку державних реєстраторів та посадових осіб (далі - перелік). Під час воєнного стану цим посадовим особам надається доступ до Державного реєстру прав на нерухоме майно та/або Єдиного державного реєстру юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських утворень (далі - реєстри).

2. Посадові особи мають право здійснювати реєстраційні процедури для фізичних осіб-підприємців, різних видів юридичних осіб та громадських утворень, а також приймати рішення щодо державної реєстрації прав на нерухоме майно та їх обтяжень, якщо відповідні обмеження (умови) не передбачені у переліку.

3. Державна реєстрація юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців та громадських утворень може проводитися на підставі поданих заявником документів у формі електронних документів, які відповідають вимогам законодавства про електронні довірчі послуги та електронний документообіг, або електронних копій документів у паперовій формі. Приймання електронних копій документів у паперовій формі передбачає наявність підпису заявника, здійсненого з використанням кваліфікованого електронного підпису.

4. Державна реєстрація здійснюється негайно після отримання всіх необхідних документів для реєстрації.

5. Державна реєстрація здійснюється незалежно від місцезнаходження нерухомого майна, місцезнаходження юридичних осіб, фізичних осіб-підприємців або громадських утворень, якщо відповідні обмеження (умови) не передбачені у переліку.

6. Збір адміністративного збору не стягується за державну реєстрацію благодійних організацій, громадських об'єднань, які надають допомогу Збройним Силам, іншим військовим формуванням, правоохоронним (спеціальним) органам, органам цивільного захисту, добровільним формуванням територіальних громад, іншим особам, які забезпечують національну безпеку і оборону, відсіч і стримування збройної агресії іноземної держави, а також особам, які постраждали або можуть постраждати від такої збройної агресії.

7. Сплата адміністративного збору може бути підтверджена електронною копією (включаючи скановану копію) відповідного платіжного документа.

8. Вимоги законодавства, що передбачають обов'язкове нотаріальне засвідчення справжності підпису на документі для державної реєстрації, не застосовуються, якщо такий підпис було зроблено в присутності державного реєстратора, посадової особи, з встановленням особи підписанта на підставі документа, який посвідчує особу, передбаченого Законом України "Про Єдиний державний демографічний реєстр та документи, що підтверджують громадянство України, посвідчують особу або її спеціальний статус", якщо відповідні обмеження (умови) не передбачені у переліку.

9. Вимоги законодавства, що передбачають обов'язкове використання для державної реєстрації інформації з реєстрів, автоматизованих інформаційних систем, які належать державним органам, не застосовуються у разі тимчасової недоступності таких реєстрів (систем). Електронні копії документів (повідомлень) технічних адміністраторів реєстрів (систем) або державних органів, які підтверджують відсутність доступу, а у випадку відсутності таких документів - скріншоти веб-сторінок недоступних реєстрів (систем), завантажуються до реєстру.

10. Документи для державної реєстрації створення громадських утворень, крім громадських об'єднань, не приймаються, а розгляд раніше поданих документів зупиняється на час дії воєнного стану.

Для отримання доступу до реєстру, державні реєстратори/органи місцевого самоврядування/ЦНАПи повинні виконати певні процедури. Інструкцію з дій для отримання доступу до Єдиних та Державних реєстрів можна ознайомитися на сайті <https://kyivobljust.gov.ua/>.

Нещодавно було відновлено доступ до Державного земельного кадастру, але, згідно з наказом № 140 від 09.06.2022, функціонування Державного земельного кадастру було призупинено. Щоб дізнатися про відновлення роботи ДЗК, слід періодично перевіряти офіційний веб-сайт. У зв'язку з цим, наразі неможливо зареєструвати землю або нерухомість, яка знаходиться на ній. Однак, було відновлено видачу витягів з ДЗК згідно з наказом № 141 від 09.06.2022.

## **2.2. Розробка діаграм взаємодій**

Уніфікована мова моделювання (Unified Modeling Language, UML) — це універсальний інструмент для створення моделей, які описують об'єкти. UML підходить для широкого спектру проектів у програмному забезпеченні, різних сферах застосування, типів організацій, рівнів кваліфікації та розмірів проектів. Завдяки одному синтаксису, UML дозволяє описувати об'єкти у єдиному форматі, що розуміється всіма, хто знайомий з цією графічною мовою, навіть за межами країни.

Одним з головних призначень UML є забезпечення засобів комунікації всередині команди та замовником. Розглянемо різні можливості використання діаграм у цьому контексті.

1. Проектування. UML-діаграми є корисним інструментом для моделювання архітектури великих проектів, де можна об'єднати як загальні, так і детальні складові, створивши основу (скелет) програми. На основі цієї структури потім буде розроблятися код.
2. Реверс-інжиніринг. Цей процес полягає в створенні UML-моделі на основі існуючого коду програми. Він особливо корисний у випадках підтримки проектів, де код уже написаний, але документація відсутня або неповна.
3. Документування. З моделей, створених у UML, можна витягти текстову інформацію, що дозволяє генерувати зрозумілі тексти, які слугують документацією. Такий підхід поєднує в собі текст і графіку, доповнюючи один одного.

UML, як будь-яка мова, має свої правила структури та синтаксису моделей. За допомогою графічної нотації UML можна візуалізувати систему, об'єднати всі компоненти у єдину структуру та уточнювати модель протягом процесу роботи. На загальному рівні графічна нотація UML містить чотири основні типи елементів:

1. Фігури.
2. Лінії.
3. Значки.
4. Написи.

UML-нотація є практично стандартом у галузі розробки програмного забезпечення, IT-інфраструктури та бізнес-систем. Вона широко використовується та визнана в цих галузях.

Для розуміння роботи ЦНАП необхідно розробити діаграму взаємодії. Діаграма взаємодії є графічним зображенням взаємодії між об'єктами в системі або процесі. Це тип діаграми, який використовується в моделюванні програмного забезпечення та аналізі бізнес-процесів.

Діаграма взаємодії показує, як об'єкти взаємодіють один з одним шляхом обміну повідомленнями або викликів. Вона може використовуватися для відображення послідовності подій, розподілу відповідальностей між об'єктами, управління станами та інших аспектів взаємодії. На рис. 2.1. зображена діаграма взаємодії для ЦНАП.

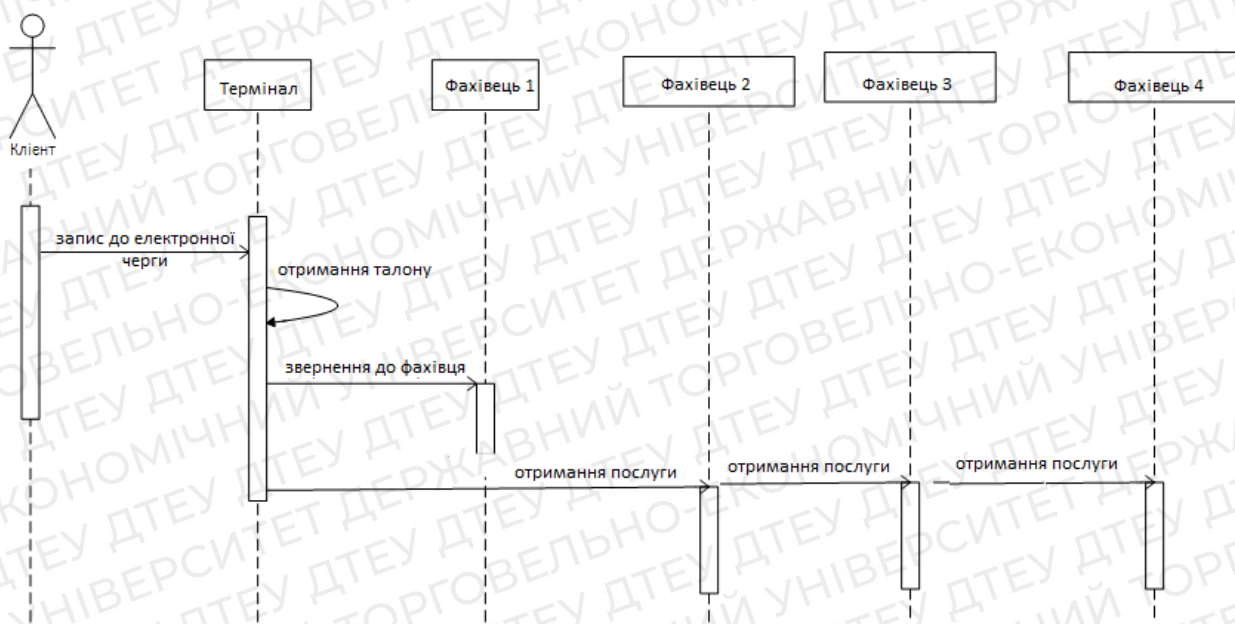


Рис. 2.1. Діаграма взаємодії клієнта із ЦНАП

### **2.3. Розробка імітаційної моделі операційного відділу центру надання адміністративних послуг**

Побудова імітаційних моделей - це процес створення комп'ютерної моделі, яка моделює реальну систему або процес з метою аналізу їхньої поведінки та передбачення результатів. Специфіка побудови імітаційних моделей може варіюватися залежно від конкретних вимог і характеристик модельованої системи, але загалом процес складається з кількох основних етапів:

1. Визначення мети моделювання. Цей етап включає розуміння проблеми або системи, яку необхідно дослідити, та встановлення конкретної мети моделювання. Наприклад, це може бути вивчення ефективності процесу, оптимізація розкладу роботи, аналіз ризиків тощо. Встановлення конкретної мети для виконання задачі з моделювання закладається в оптимізації часу очікування для клієнтів, аналіз впливу різних факторів на продуктивність ЦНАПу тощо. Також важливо визначити область моделювання, яку було взято за основу при побудові такої моделі. В конкретному випадку всю увагу зосереджено на конкретних послугах, а також потоках клієнтів та процесах.

2. Збір даних. Для побудови імітаційної моделі необхідно зібрати відповідні дані про систему або процес, який моделюється. Це може включати статистичні дані, спостереження, експертні оцінки тощо. Важливо забезпечити якість та достовірність зібраних даних. У даному випадку збір даних стосується ЦНАП, який знаходиться за адресою вулиця Ярослава Мудрого, 38/12, Біла Церква, Київська обл., 09100. Для моделювання ЦНАП були зібрані відповідні дані про організацію, такі як середня кількість клієнтів на день, час обслуговування для кожного типу послуг, розподіл прибуття клієнтів тощо. Ці дані були отримані шляхом спостережень, опитування клієнтів або аналізу існуючих статистичних даних. На основі даних про цю організацію буде розроблено імітаційну модель.

3. Вибір математичної моделі. На цьому етапі розробляється відповідна математична модель для моделювання системи. Це може бути система диференціальних рівнянь, стохастична модель, симуляційна модель тощо. Вибір залежить від складності системи, типу даних, що моделюються, та мети моделювання. Для моделювання роботи

ЦНАПу можна використовувати різні математичні моделі, такі як чергові системи, мережеві моделі, моделі масового обслуговування тощо. Вибір моделі залежить від складності системи та характеристик, які необхідно дослідити. В цьому випадку було прийнято рішення використовувати модель масового обслуговування.

4. Розробка комп'ютерної програми. Для реалізації імітаційної моделі необхідно розробити комп'ютерну програму, яка виконує розрахунки та симуляції на основі обраної математичної моделі. Ця програма повинна враховувати всі розрахункові алгоритми та правила, які описують поведінку системи. На цьому етапі необхідно розробити комп'ютерну програму, яка виконуватиме імітаційне моделювання роботи ЦНАПу. Розроблена програма враховує потоки клієнтів, розподіл часу обслуговування, можливість затримок та інші фактори, що впливають на роботу ЦНАПу.

5. Валідація та верифікація моделі. Цей етап включає перевірку правильності роботи імітаційної моделі шляхом порівняння її результатів з експериментальними даними або знаннями експертів. Якщо модель не дає задовільних результатів, вона може бути вдосконалена або змінена. На цьому етапі була проведена перевірка роботи імітаційної моделі шляхом порівняння результатів моделювання з реальними даними або експертними оцінками. Якщо під час аналізу виявляється, що модель не дає достатньо точних результатів, вона може бути вдосконалена або змінена.

6. Експерименти та аналіз. За допомогою побудованої імітаційної моделі можна провести різні експерименти для аналізу поведінки системи. Можна модифікувати вхідні параметри, досліджувати різні сценарії розвитку подій та аналізувати отримані результати. За допомогою імітаційної моделі можна проводити різні експерименти для аналізу роботи ЦНАПу. Наприклад, можна модифікувати кількість обслуговуючого персоналу, впровадити нові процеси обслуговування, аналізувати вплив різних факторів на час очікування клієнтів та загальну ефективність роботи.

7. Документування та звітність. Після завершення моделювання важливо документувати всі кроки та прийняті рішення. Це допоможе зберегти знання та досвід для подальшого використання, а також представити результати моделювання іншим користувачам або зацікавленим сторонам.



Варто зазначити, що побудова імітаційних моделей може бути складним та ітеративним процесом, який вимагає математичних знань, розуміння модельованої системи та програмування.

Оскільки для моделювання було обрано моделі масового обслуговування, варто зазначити, що теорія масового обслуговування вивчає процеси, в яких з одного боку розглядаються запити на виконання будь-яких вимог на обслуговування, а з другого вивчаються можливості їх задоволення. Метою теорії масового обслуговування є розробка математичних методів, за допомогою яких можна оцінити ефективність функціонування систем масового обслуговування, тобто їх якість при різних варіантах організації.

Виходячи з загального опису процесу, на його основі побудована імітаційна модель для ЦНАП. За необхідності можна деталізувати кожен з етапів та врахувати конкретні вимоги та особливості ЦНАПу, який планується моделювати. Саме на основі цього плану була побудована наступна модель. Таким чином, на рис. 2.1. зображена структурна схема ЦНАПа за адресою вулиця Ярослава Мудрого, 38/12, Біла Церква, Київська обл., 09100. В цьому ЦНАП працює кілька спеціалістів:

- 3 фахівці по роботі з паспортами (закордонними і українськими, видача нових і продовження попередніх);
- фахівець з видачі документів;
- 2 фахівці з видачі довідок (реєстрація, видача довідок ВПО, тощо)

Виходячи з цього були встановлені відповідні параметри, на основі яких проведено експеримент і побудуємо імітаційну модель. Імітаційна модель для ЦНАП (Центр надання адміністративних послуг) може створена для аналізу та оптимізації роботи такого центру, його потоків клієнтів та процесів обслуговування. Основна мета такої моделі - дослідження ефективності ЦНАПу, прогнозування часу очікування та вирішення проблем, пов'язаних з недостатньою пропускнуою здатністю або незадовільною якістю обслуговування.

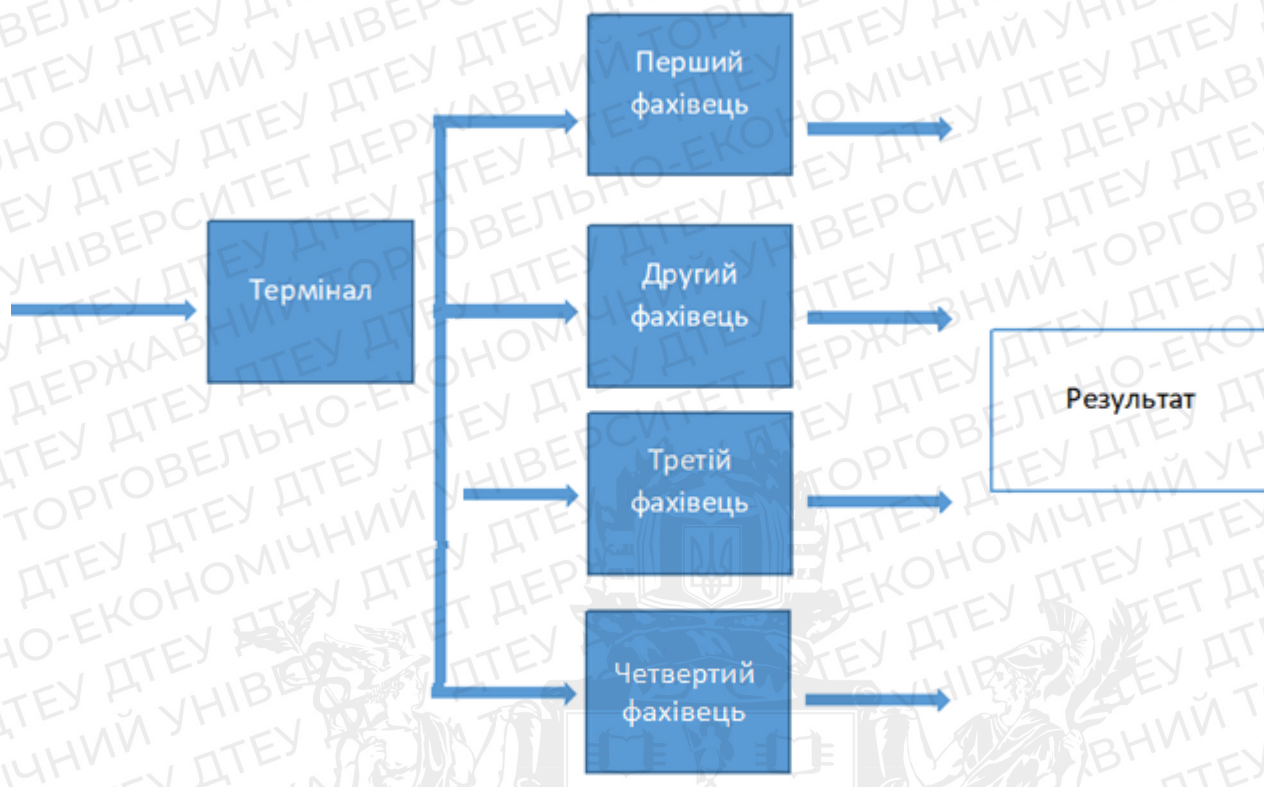


Рис. 2.2. Структурна схема ЦНАП

На структурній схемі зображені наступні елементи модельованої системи:

- термінал для запису;
- перший фахівець, що забезпечує вирішення питань з видачі документів;
- другий фахівець, що забезпечує вирішення питань з видачі довідок;
- третій фахівець по роботі з паспортами.
- четвертий фахівець, який робить фото на документи.

Користувачі звертаються до послуг системи кожні  $5 \pm 2$  хв. Якщо чергу до терміналу перевищує 25 осіб, то всі наступні користувачі отримують відмову.

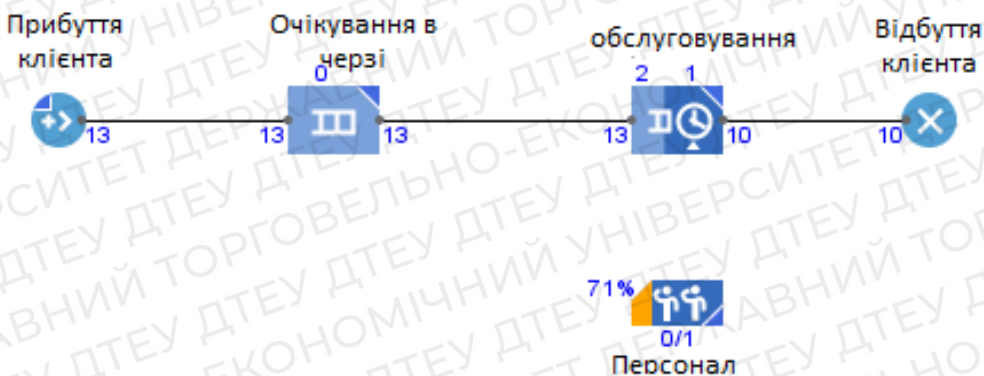


Рис. 2.3. Загальна діаграма роботи ЦНАП

*Висновок по другому розділу:*

У даному розділі була проведена розробка моделі операційного відділу Центру надання адміністративних послуг. Досліджено основні аспекти функціонування такого відділу, його завдання, процеси та структуру. В процесі дослідження було виявлено ключові компоненти операційного відділу, такі як реєстрація заявок, обробка документів, видача готових послуг та ведення обліку. Застосування моделі операційного відділу дозволяє забезпечити ефективну та організовану роботу всього центру надання адміністративних послуг.

Основними перевагами розробленої моделі є зменшення часу виконання процесів, покращення якості обслуговування клієнтів, оптимізація використання ресурсів та підвищення продуктивності праці співробітників. Крім того, модель операційного відділу сприяє забезпеченню високої рівня безпеки та конфіденційності обробки даних. Результати дослідження можуть бути використані для впровадження розробленої моделі операційного відділу у роботу Центру надання адміністративних послуг. Пропонується провести пілотний проект для перевірки ефективності моделі та її впливу на роботу центру.

## РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ОПЕРАЦІЙНОГО ВІДДІЛУ ЦЕНТРУ НАДАННЯ АДМІНІСТРАТИВНИХ ПОСЛУГ

### 3.1. Специфіка побудови імітаційних моделей

Протягом моделювання системи використовувала дві бібліотеки : «Бібліотека

моделирования процессов»  та « Статистика» . Використовувала наступні блоки для проектування системи:



**Source** Створює агентів. Зазвичай використовується в якості початкової точки потоку агентів



**SelectOutput** Об'єкт направляє входящих агентів в один из двух выходных портов в зависимости от выполнения заданного (детерминистического или заданного с помощью вероятностей)

условия. Условие может зависеть как от агента, так и от каких-то внешних факторов.

Поступивший агент покидает объект **SelectOutput** в тот же момент времени.



**Queue** Об'єкт Queue моделює чергу агентів, які очікують прийому об'єктами, такими за даними в потоковій діаграмі, або ж сховище агентів загального призначення. При необхідності ви можете задати максимальний час очікування агента в черзі. Ви також можете програмно витягувати агентів з будь-яких позицій в черзі.



**Delay** затримує агентів на заданий період часу. Час затримки обчислюється динамічно, може бути випадковим, залежатиме від поточного агента або від якихось інших умов.



**Sink** Знищує надійшли агентів. Зазвичай використовується в якості кінцевої точки потоку агентів.

### 3.2. Реалізація імітаційної моделі в середовищі AnyLogic

В середовищі AnyLogic створюємо нову модель. «Файл >Создать (Модель)». Називаємо її «Модель ПК», обираємо «Єдиниці модельного времени – минути». Готово.

З палітри Библиотека моделирования процессов та палітри Агент перетягнула блоки (рис. 3.2)

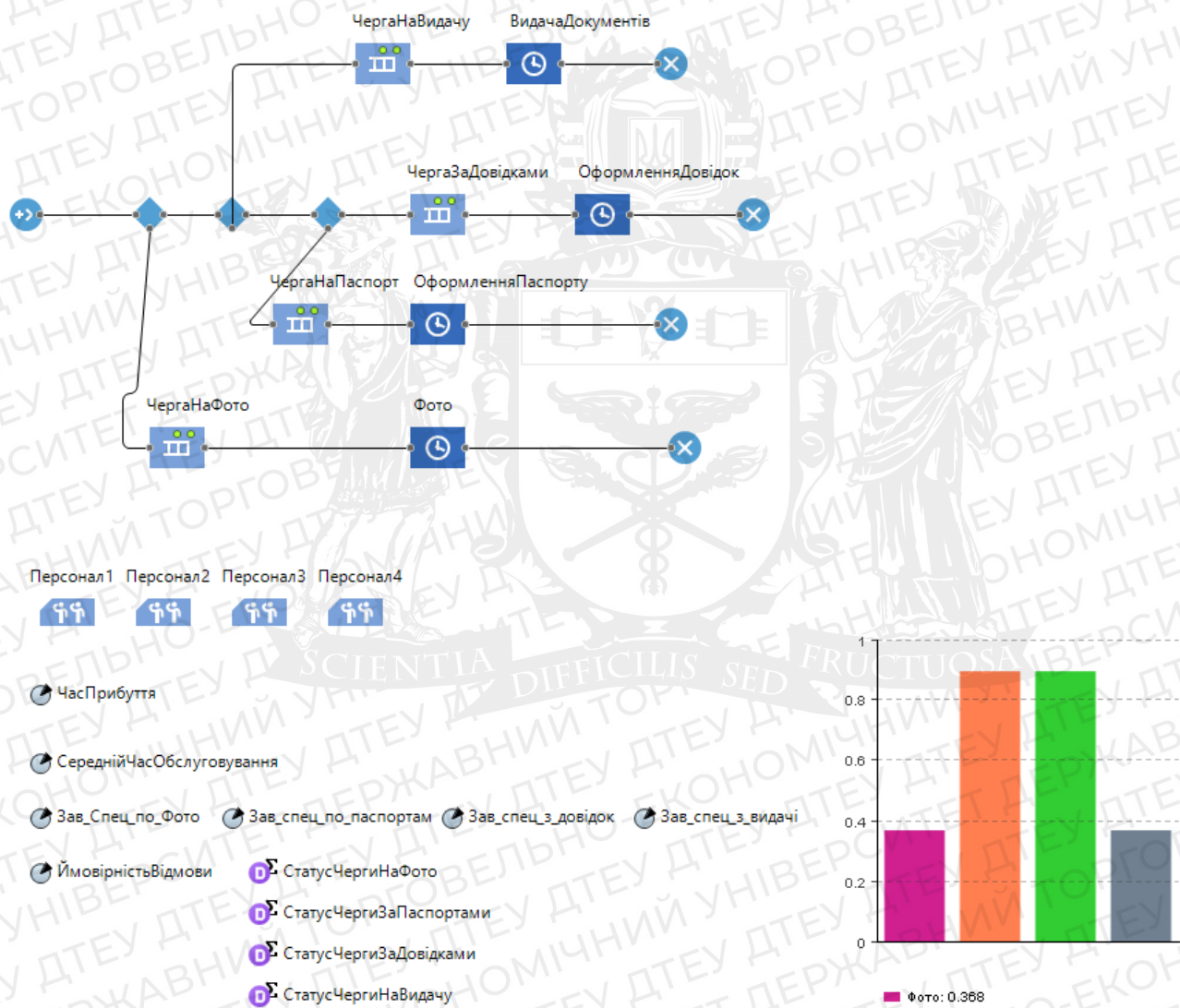

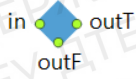








Рис. 3.1. Імітаційна модель

Тепер необхідно змінити властивості блоків, що формують діаграму агента Main(Рис. 3.2), у відповідності до змісту таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Перелік використаних блоків

Блок	Значення	Властивості
	Source	Створює агентів. Зазвичай використовується як початкова точка потоку агентів.
	SelectOutput	Блок направляє вхідних агентів в один із двох вихідних портів залежно від виконання заданої (детерміністичної або заданої за допомогою ймовірностей) умови. Умова може залежати як від агента, і від якихось зовнішніх чинників. Агент, що надійшов, залишає блок SelectOutput в той же момент часу.
	Queue	Блок Queue моделює чергу агентів, які очікують прийому блоками, наступними за даними в потоковій діаграмі, або сховище агентів загального призначення. За потреби ви можете задати максимальний час очікування агента в черзі. Ви також можете програмно витягувати агентів з будь-яких позицій у черзі.
	Delay	Затримує агентів на заданий час. Час затримки визначається динамічно, може бути випадковим, залежати від

		поточного агента або від якихось інших умов.
	Sink	Знищує агентів, що надійшли. Зазвичай використовується як кінцева точка потоку агентів.
	ResourcePool	Задає набір ресурсів, які можуть захоплюватися та звільнятися агентами за допомогою блоків Seize, Release, Assembler та Service.
	TimeMeasureStart	Задає початкову точку, він запам'ятовує момент часу, коли агент проходить через цей блок.
	TimeMeasureEnd	Обчислює для кожного агента, що до нього надійшов, різницю між поточним моментом часу і моментом, запам'ятованим блоком TimeMeasureStart, на який посилається цей блок

В даній діаграмі source моделює надходження клієнтів, які звертаються до ЦНАП кожні  $5 \pm 2$  хв. Звернення, що надійшли перевіряються в блоці SelectOutput на виконання умови щодо того, до якого фахівця звернення. З ймовірністю 0,25 відбувається робота з оформлення паспортів, з ймовірністю 0,25 – оформлення довідок, 0,50 оформлення інших документів. У кожному блоці Queue моделюємо чергу, що не повинна перевищувати 10 осіб, якщо черга більше 10 тоді процес закінчується в блоці Sink. В іншому випадку моделюємо процес доступу до послуг через блок delay. Доступ до послуг ЦНАПу відбувається  $2 \pm 1$  хв. Після того як модель встановила зв'язок з потрібною категорією послуг і передається запит на послугу, виконується наступна дія – отримання паспорта. Для виконання кожної операції модель втрачає  $6 \pm 4$  хв, а у

випадку з фото на документи -  $3 \pm 2$  хв. Виведення результатів відбувається в блоці delay і на це витрачаємо 1 хв. Кожен процес закінчується в блоці sink.

Запускаємо модель і споглядаємо наступне (Рис 3.3):

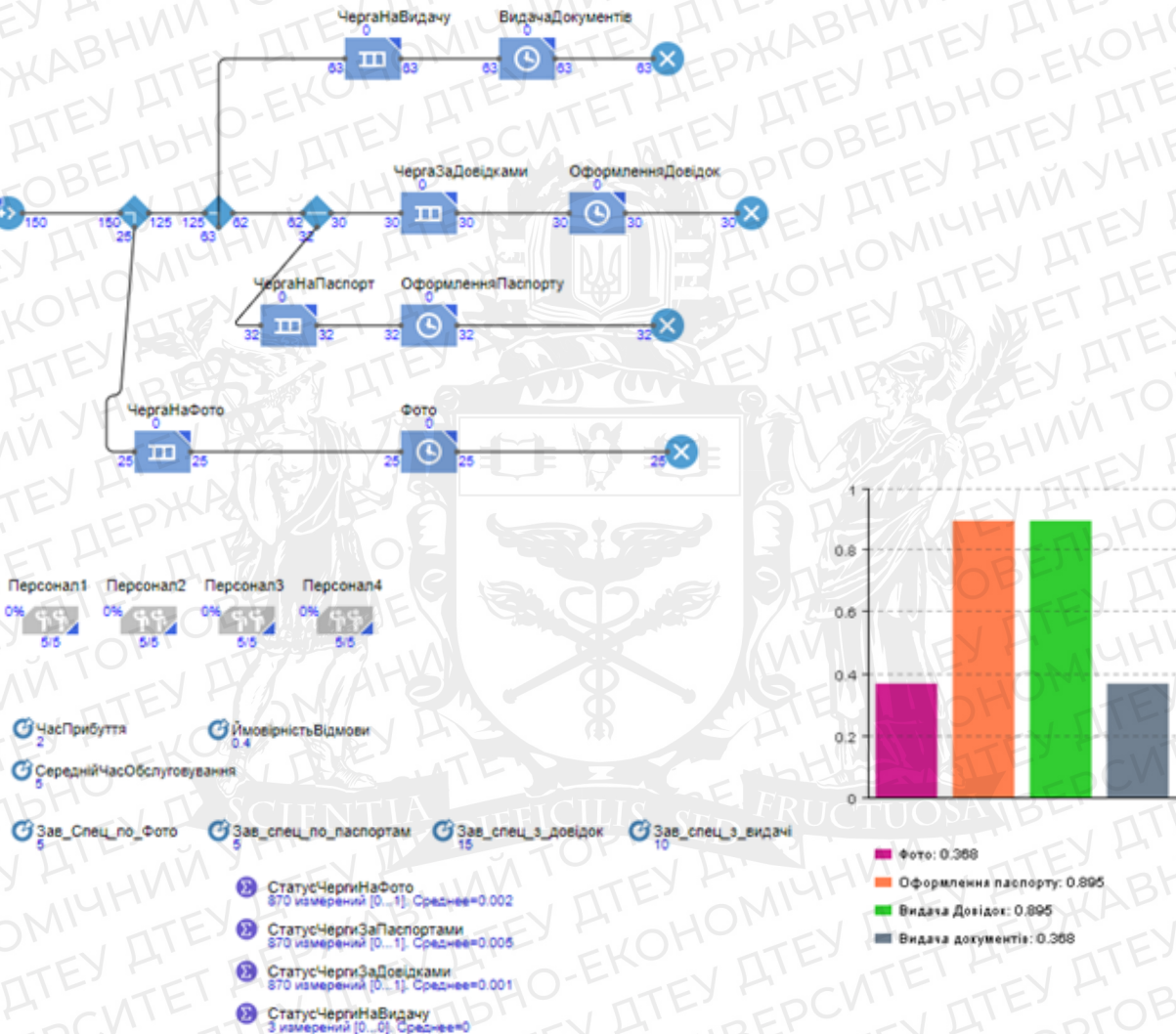


Рис. 3.2. Запуск моделі

Виходячі з результатів запуску моделі робимо висновок, що час прибуття нового клієнта складає кожні 2 хв. В середньому на обслуговування 1 клієнта необхідно 5 хвилин, але час може змінюватись в залежності від послуги. Ймовірність відмови в



наданні послуги 0,4, або 40%. Виходячі з графіку, для отримання кожної послуги кожні 2 хвилини прибуває 3 людини на фото, для оформлення паспорту 8 людей, для оформлення довідки 8 людей і для отримання вже оформлених документів – 3 людей. Завантаженість кожного фахівця складає 5 людей на 1 спеціаліста.

### **3.3. Визначення статистичних характеристик системи**

Оптимізаційний експеримент при імітаційному моделюванні є процесом використання алгоритмів оптимізації для знаходження найкращих значень параметрів моделі з метою досягнення заданої мети. Цей процес включає в себе наступні етапи:

**Визначення мети.** Спочатку потрібно чітко визначити мету оптимізаційного експерименту. Наприклад, це може бути максимізація або мінімізація певного показника продуктивності моделі.

**Визначення змінних.** Наступним кроком є визначення змінних, які можна змінювати для досягнення мети. Ці змінні можуть бути параметрами моделі, такими як розмір пакета даних, швидкість навчання, архітектура моделі тощо.

**Вибір алгоритму оптимізації.** Після визначення змінних потрібно вибрати алгоритм оптимізації, який буде використовуватися для пошуку оптимальних значень цих змінних. Популярними алгоритмами є генетичні алгоритми, еволюційні стратегії, методи оптимізації з частинками (PSO) та інші.

**Встановлення метрик.** Наступним кроком є визначення метрик, за допомогою яких будуть оцінюватися різні комбінації параметрів моделі. Ці метрики повинні бути зв'язані з визначеною метою. Наприклад, якщо метою є максимізація точності моделі, метрикою може бути середня точність на валідаційному наборі даних.

**Запуск експерименту.** Запускайте модель з різними комбінаціями параметрів та реєструйте значення метрик для кожної комбінації. Важливо зберігати інформацію про використані параметри для подальшого аналізу результатів.

**Аналіз результатів.** Після закінчення експерименту необхідно проаналізувати отримані результати та оцінити значення метрик для кожної комбінації параметрів.

Таким чином, фінальна модель виглядає як на рис. 3.4.

Під час проведення оптимізаційного експерименту для пришвидшення роботи ЦНАПу було додано новий елемент – термінал. Термінал використовується для запису в електронну чергу. Для проведення експерименту враховувались такі моменти:

1. Коефіцієнт зайнятості пристрою обслуговування. Термінал повністю задіяно для запису в чергу, для нього встановлюємо коефіцієнт зайнятості – 1.
2. Середня кількість вимог у кожній черзі. Для черги до кожного фахівця є певні вимоги і кількість не має перевищувати 25 клієнтів до кожного спеціаліста.
3. Максимальний та мінімальний час перебування клієнта в черзі. Максимальний час перебування у черзі – 10 хвилин, мінімальний – 2 хвилини.
4. Максимальна довжина черги. Максимальна довжина черги – 25 клієнтів на одну послугу.
5. Середній час очікування в кожній черзі. В середньому кожен новий клієнт очікую в черзі 5 хвилин.
6. Завантаженість кожного пристрою. Для терміналу завантаженість складає 75%, оскільки є можливість записатись до черги через сайт або завчасно взяти талон на конкретну дату.
7. Середній час перебування відвідувача в ЦНАПі. Середній час перебування кожного відвідувача в ЦНАПі з моменту запису в чергу і до отримання послуги складає 15 хвилин.

Оптимізаційний експеримент проводився для визначення середнього часу надання послуг у ЦНАП при максимальному завантаженні. Для цього було побудовано наступну модель:



Рис. 3.3. Модель для оптимізаційного експерименту.

Це загальна модель для ЦНАПу, яка демонструє як змінюються ключові показники, незалежно від типу послуг, за якими звертається клієнт. Додавання терміналу відмінює таке поняття, як черга. Обслуговування клієнтів виконується за пріоритетом. Тобто, при записі через термінал клієнт отримує талон з порядковим номером та часом, коли він може прийти. Завдяки цьому немає необхідності стояти в черзі і чекати, коли до клієнта дійде його черга. Завдяки введенню терміналу скоротився час очікування, завантаженість персоналу та час обслуговування клієнтів. Результати запуску експерименту з терміналом можна подивитись на рис. 3.4.



Рис. 3.4. Оптимізаційний експеримент

В результаті проведеної роботи були побудовані концептуальна схема моделі системи, імітаційна модель системи, проведено збір статистики. Були знайдені наступні параметри системи: середня довжина черги, завантаженість персоналу, загальний час запису до черги, ймовірність відмови в обслуговуванні. Таким чином середній розмір черги складає 0,57 або 57% від зазначеного параметру (25 відвідувачів), завантаженість персоналу складає 84%, середній час обслуговування – 2 хвилини. Таким чином, при додаванні терміналу для запису в електронну чергу зник хаос, з'явилась систематичність

в обслуговування клієнтів, незалежно від типу послуг і скоротився час обслуговування, а також навантаженість персоналу.

Варто зазначити, що з додаванням терміналу швидкість обслуговування клієнтів збільшилась, ймовірність відмови в наданні послуг скоротилась до 20%, завантаженість персоналу зменшилась з 5 осіб до 3. Окрім цього, зникла необхідність стояти в черзі і клієнт може просто прийти у назначений час та отримати необхідну послугу.

*Висновок по третьому розділу:*

У даному розділі було проведено оптимізаційний експеримент при імітаційному моделюванні. Метою експерименту було визначення оптимальних параметрів для покращення ефективності та продуктивності системи. За допомогою імітаційного моделювання була створена математична модель системи, яка дозволяє відтворити її функціонування в умовах реального середовища. Для проведення оптимізаційного експерименту були визначені вхідні параметри, такі як час обробки, пропускна здатність, кількість ресурсів тощо, а також вихідні показники ефективності, наприклад, час очікування, середнє навантаження, використання ресурсів.

Під час експерименту було проведено серію ітерацій, в ході яких змінювалися значення вхідних параметрів з метою знаходження оптимальних комбінацій. Для цього було використано алгоритми оптимізації, такі як генетичні алгоритми, методи градієнтного спуску тощо.

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломної роботи були досягнуті всі поставлені цілі. розроблена імітаційна модель оперативного відділу Центру надання адміністративних послуг. Метою роботи було створення ефективного інструменту для вивчення та аналізу роботи відділу з метою покращення його продуктивності та ефективності. У процесі розробки було проведено детальний аналіз роботи оперативного відділу та визначено його основні функції та процеси. Були зібрані вхідні дані, включаючи інформацію про обсяги роботи, часові параметри, кількість співробітників та інші фактори, що впливають на ефективність відділу.

На основі зібраних даних була розроблена імітаційна модель, яка дозволяє симулювати роботу оперативного відділу в реальному часі. Модель була валідована та перевірена на різних сценаріях, включаючи різні обсяги роботи та різні кількості співробітників. Результати симуляції демонструють, що запропонована модель є реалістичною та відображає реальні умови роботи відділу.

Аналіз результатів симуляції дав змогу виявити деякі недоліки та проблеми в роботі оперативного відділу. На основі цих результатів були запропоновані рекомендації щодо оптимізації роботи відділу, зокрема щодо розподілу завдань між співробітниками, оптимального розміщення ресурсів та планування робочого часу. Отримані результати свідчать про важливість використання імітаційних моделей для аналізу та оптимізації роботи відділів надання адміністративних послуг. Модель може бути використана як інструмент для прийняття рішень щодо покращення ефективності роботи відділу та зменшення часу очікування клієнтів.

У загальному, розроблена імітаційна модель є корисним інструментом для аналізу та оптимізації роботи оперативного відділу Центру надання адміністративних послуг. Рекомендації, отримані на основі симуляції, можуть бути використані для поліпшення роботи відділу та підвищення якості надання адміністративних послуг клієнтам. Дана робота може бути використана як основа для подальших досліджень та вдосконалення імітаційної моделі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Моделювання систем, практикум, Рад Б.Я., Яковлев С.А., 2016.
2. Колеман В.А. "Економіко-математичне моделювання" ЮНИТИ-ДАНА, 2015
3. Поттосіна С. А., Журавльов В. А. "Економіко-математичні моделі і методи" Навчальний посібник для студентів економічних спеціальностей, 2013.
4. Бункіна М.К. Економічні моделі Василя Леонтьєва // Фінансовий менеджмент М., 2012 №1.
5. Томашевський В.Н. «Моделювання систем» 2016 рік.  
Белецкая И.И. Конкурентоспособность в ее современной трактовке / И.И. Белецкая // Актуальні проблеми економіки. – 2004. – №10 – С. 81–88.
6. Казимир В.В МАТЕМАТИЧНЕ ТА ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ Харків 2016.
7. Кисельов М. В. ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ В СЕРЕДОВИЩІ ANYLOGIC Харків 2019.
8. О.Б. Леонтьєв, Т.В. Паращенко Харків ЗАСОБИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ, ЯК ІНСТРУМЕНТ СИНТЕЗУ СТРУКТУРИ ІНЖЕНЕРНО-АВІАЦІЙНОЇ СЛУЖБИ АВІАЦІЙНИХ ЧАСТИН ТА ПІДРОЗДІЛІВ 2018.
9. Лупенко С.А. Теоретичні основи моделювання та опрацювання циклічних сигналів в інформаційних системах Львів 2018.
10. Як змінилась робота ЦНАПів в умовах війни. Результати дослідження. [Електронний ресурс] <https://pravo.org.ua/yak-zminylas-robota-tsnapiv-v-umovah-vijny-rezultaty-doslidzhennya/>
11. Надання адміністративних послуг у період воєнного стану - роз'яснення для громад. [Електронний ресурс] <https://decentralization.gov.ua/news/15084>
12. Реалізація імітаційної моделі. [Електронний ресурс] [https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F\\_%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D1%97\\_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%96](https://wiki.cuspu.edu.ua/index.php/%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D1%96%D0%BC%D1%96%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%96)
13. Пономаренко В.С. Інформаційні системи і технології в економіці. К.:

Академія, 2002. 544 с.

14. Ситник В.Ф. Системи підтримки прийняття рішень. К.: КНЕУ, 2004. 614 с.
15. Вовчак І.С. Інформаційні системи та комп'ютерні технології в менеджменті. Тернопіль: Карт-бланш, 2001. 225 с.
16. Гужва В.М. Інформаційні системи і технології на підприємствах. К.: КНЕУ, 2001. 400 с.
17. Литвин І.С. Інформаційні технології в економіці. Тернопіль: Економічна думка, 2001. 296 с.
18. Ханіф, А., Халід, В.: Обслуговування клієнтів – інструмент покращення якості обслуговування (QoE). З: Конференція IEEE з технологій та суспільства в Азії (T&SA), 2012, сс. 1–6 (2012).
19. Лі С., Віраван Д., Лі Т., Юань Дж. (2021b). Поведінкові зміни багатоканальних клієнтів: їх сталість та фактори, що впливають. Роздрібна торгівля. споживати. Серв. 58, 102335. 10.1016/j.jretconser.2020.102335
20. Рогельберг С.Г., Барнс-Фаррелл Дж.Л., Крімер Ст (1999). Поведінка при обслуговуванні клієнтів: взаємодія схильності до обслуговування та характеристик роботи. Психол. 13, 421-435. 10.1023/A:1022934618445