МІНІСТЕРСТВО ФІНАНСІВ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ПОДАТКОВИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ФІНАНСІВ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І СИСТЕМ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: ВИЗНАЧЕННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ ІТ КОМПАНІЇ ШЛЯХОМ РОЗРОБКИ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ЙОГО ДІЯЛЬНОСТІ

Здобувача вищої освіти другого (магістерського) рівня, ІІ курсу, КМІ-22-1 групи, спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»,
освітня програма «Інформаційні управляючі системи і технології в економіці»

_____ Дегтярьова Філіппа Дмитровича
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник _____ Грищенко Світлана Миколаївна, к.пед.н., ст. досл.
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Керівник освітньо-професійної програми _____ Горбовий Артур Юліанович, д.т.н., професор
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту за рішенням кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем від «28» грудня 2023 № 8

Завідувач кафедри _____ Філоненко Михайло Миколайович, к.фіз.-мат.н., доцент
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Ірпінь – 2024

Реєстрація № 1 29.01.2024 _____
(дата) (підпис відповідальної особи)

Результати перевірки до захисту 29.01.2024 _____
(до захисту, на доопрацювання) (дата) (підпис)

Результат захисту 5 (відмінно) 12.02.2024 _____
(оцінка) (дата) (підпис)

Голова комісії: _____ В.М. Франчук
(підпис)

Члени комісії: _____ А.Ю. Горбовий
(підпис)

_____ О.В. Редич
(підпис)

_____ В.О. Ніжегородцев
(підпис)

БЛАНК ОЦІНЮВАННЯ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ

Об'єкти контролю	Діапазон оцінки в балах	Фактична кількість балів	Примітки	Дата, П.І.Б.: керівника, голови комісії членів комісії,секретаря, (підписи)
ОЦІНЮВАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ КОМІСІЄЮ ПО ЗАХИСТУ				
1. Зміст випускної роботи (якість теоретичного матеріалу, його зв'язок з практичним, вміння представляти матеріал в логічній послідовності, наявність висновків та пропозицій)	від 0 до 30	28		12.02.2024 Франчук В.М. Горбовий А.Ю. Редич О.В. Ніжегородцев В.О. Суховецька Л.П.
2. Дотримання вимог щодо оформлення	від 0 до 10	8		
3. Вчасне виконання роботи на всіх етапах у встановлені кафедрою терміни	від 0 до 5	4		
4. Рецензент	від 0 до 5	5		
РАЗОМ БАЛІВ	від 0 до 50	45		

Оцінювання кваліфікаційної роботи науковим керівником - 45 балів.

ПЕРЕВЕДЕННЯ ОЦІНКИ ЗА 100-БАЛЬНОЮ ШКАЛОЮ ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ ТА ШКАЛИ ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалоюЄКТС	Оцінка за національною шкалою	Дата	П.І.Б.: голови, членів комісії, секретаря, (підпис)
90	A	5 (відмінно)	12.02.2024	Франчук В.М. Горбовий А.Ю. Редич О.В. Ніжегородцев В.О. Суховецька Л.П.

ПРАВИЛА ПЕРЕВЕДЕННЯ ОЦІНОК ДО НАЦІОНАЛЬНОЇ ШКАЛИ ТА ШКАЛИ ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за національною шкалою
90-100	A	5 (відмінно)
80-89	B	4 (добре)
70-79	C	
60-69	D	3 (задовільно)
50-59	E	
35-49	FX	2 (незадовільно)

льтет фінансів та цифрових технологій
дра комп'ютерних та інформаційних технологій і систем
іальність 122 «Комп'ютерні науки»
тня програма «Інформаційні управляючі системи і технології в економіці»

Затверджую
Завідувач кафедри
_____ Філоненко М.М.
«_04_» _04_____2023

Завдання на випускну кваліфікаційну роботу
здобувачу вищої освіти

Дегтярьову Філіппу Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускної кваліфікаційної роботи
Визначення стратегії розвитку ІТ компанії шляхом розробки імітаційної моделі його діяльності
Затверджена наказом ректора від «4» квітня 2023 №362
2. Строк здачі закінченої роботи «20» грудня 2023 року
3. Мета роботи визначення оптимальної стратегії розвитку для компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті" на основі розробки імітаційної моделі її діяльності.
Об'єкт дослідження діяльність та бізнес-процеси компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті"
Предмет дослідження імітаційна модель діяльності компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті".
Орієнтовна база дослідження: компанія ТОВ "Сервіс Ай Ті".
4. Вихідні дані до роботи Дані компанії "Сервіс Ай Ті", дані про ринок, технічні характеристики імітаційної моделі, параметри для сценарійного моделювання, літературні джерела та дослідження, програмне забезпечення для створення імітаційної моделі.
5.Перелік графічного матеріалу 19 знімків екранних вікон.
6. Зміст випускної кваліфікаційної роботи
ЗМІСТ
ВСТУП
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ
1.1.Основні поняття та види імітаційного моделювання. Поняття моделювання як методу
1.2. Застосування та процес розробки імітаційного моделювання
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЇЇ В КОМПАНІЮ ТОВ "СЕРВІС АЙ ТІ"
2.1. Аналіз діяльності компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті" та вибір програмного продукту для імітаційного моделювання
2.2. Моделювання бізнес-процесу «Обслуговування клієнтів»
РОЗДІЛ 3. ВИЗНАЧЕННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ КОМПАНІЇ ТОВ "СЕРВІС АЙ ТІ"
ВИСНОВКИ
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ
ДОДАТКИ

7. Календарний план виконання роботи

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	
		За планом	За фактом
1	2	3	4
1	Вибір теми, підбір літературних джерел, формування структури кваліфікаційної роботи	До 27.12.2022	27.12.2022
2	**І розділ** (розкрити сутність і стан дослідження наукової проблематики роботи, після чого навести її загальну характеристику; огляд літератури за темою і вибір конкретних напрямів досліджень)	26.06.2023	26.06.2023
3	**ІІ розділ** (аналіз експериментальної частини про методики досліджень)	23.10.2023	23.10.2023
4	**ІІІ розділ** (проведені теоретичні і (або) експериментальні дослідження та проектні рішення)	30.11.2023	30.11.2023
5	**Висновки**	10.12.2023	10.12.2023
6	Доопрацювання роботи з урахуванням зауважень наукового керівника	20.12.2023	20.12.2023
7	Отримання відгуку керівника	29.01.2024	29.01.2024
8	Отримання зовнішньої рецензії	01.02.2024	01.02.2024

8. Дата видачі завдання «4» квітня 2023

9. Керівник випускної кваліфікаційної роботи _____ Грищенко С.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

10. Керівник освітньо-професійної програми _____ Горбовий А.Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)

11. Завдання до виконання отримав здобувач вищої освіти _____ Дегтярьов Ф.Д.
(підпис) (прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

Визначення стратегії розвитку IT компанії шляхом розробки імітаційної моделі його діяльності

Мета роботи полягає в визначенні оптимальної стратегії розвитку IT компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті" шляхом створення імітаційної моделі її діяльності та аналізу її ефективності.

Завданнями роботи є:

- Аналіз діяльності компанії "Сервіс Ай Ті",
- Вибір програмного продукту для імітаційного моделювання,
- Моделювання бізнес-процесу "Обслуговування клієнтів",
- Визначення оптимальної стратегії розвитку,
- Надання рекомендацій,
- Оформлення результатів.

Предметом дослідження є діяльність та бізнес-процеси компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті".

Об'єктом дослідження є імітаційна модель діяльності компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті".

Базою дослідження виступає компанія ТОВ "Сервіс Ай Ті".

За результатами дослідження сформульовані рекомендації щодо оптимальної стратегії розвитку компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті", які ґрунтуються на аналізі імітаційної моделі та сценарійному моделюванні.

Одержані результати можуть бути використані для прийняття управлінських рішень компанією ТОВ "Сервіс Ай Ті" щодо подальшого розвитку та стратегії бізнесу.

Кваліфікаційна робота містить 69 сторінок, 0 таблиць, 19 рисунків, список використаних джерел 40 найменувань, 3 додатка.

Ключові слова: IT компанія, розвиток стратегії, імітаційне моделювання, обслуговування клієнтів, стратегічне управління, аналіз діяльності.

Рік виконання кваліфікаційної роботи 2023

Рік захисту роботи 2024

ABSTRACT

Determining the development strategy of an IT company by developing a simulation model of its activities

The purpose of the study is to determine the optimal development strategy of the IT company Service IT LLC by creating a simulation model of its activities and analyzing its effectiveness.

The tasks of the work are:

- Analysis of the activities of the company "Service IT",
- Selection of a software product for simulation modeling,
- Modeling of the business process "Customer service",
- Determination of the optimal development strategy,
- Providing recommendations,
- Presentation of results.

The subject of the study is the activities and business processes of Service IT LLC.

The object of the study is the simulation model of the company "Service IT" LLC.

The basis of the study is the company "Service IT" LLC.

Based on the results of the study, recommendations for the optimal development strategy of Service IT LLC based on the analysis of the simulation model and scenario modeling are formulated.

The obtained results can be used for making management decisions by Service IT LLC regarding further development and business strategy.

The qualification work contains 69 pages, 0 tables, 18 figures, a list of references of 40 titles, 3 appendix.

Keywords: IT company, strategy development, simulation modeling, customer service, strategic management, business analysis.

Year of completion of the qualification work 2023

Year of thesis defense 2024

ЗМІСТ

ВСТУП..... 11

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ..... 14

1.1. Основні поняття та види імітаційного моделювання. Поняття моделювання як методу..... 14

1.2. Застосування та процес розробки імітаційного моделювання..... 20

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЇЇ В КОМПАНІЮ ТОВ "СЕРВІС АЙ ТІ"..... 28

2.1. Аналіз діяльності компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті" та вибір програмного продукту для імітаційного моделювання. 28

2.2. Моделювання бізнес-процесу «Обслуговування клієнтів». 38

РОЗДІЛ 3.ВИЗНАЧЕННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ КОМПАНІЇ ТОВ "СЕРВІС АЙ ТІ"..... 51

ВИСНОВКИ..... 57

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 59

ДОДАТКИ..... 64

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ІМ: Імітаційне моделювання.

ІТ: Інформаційні технології.

ТОВ: Товариство з обмеженою відповідальністю.

ОПТ: Оптимізація.

СМО: Система масового обслуговування.

БП: Бізнес-процес.

РМ: Розробка моделі.

ВД: Вихідні дані.

ПД: Початкові дані.

ВЧ: Виробничий цех.

ПЗ: Програмний засіб.

ТРО: Теоретичні основи.

ЕМ: Емпіричні методи.

РМС: Розробка математичних співвідношень.

СТАТ: Статистичний аналіз.

СТО: Сценарій та обгрунтування.

ДОСЛІД: Дослідження.

ВИСН: Висновок.

ЛР: Літературний джерело.

ОД: Об'єкт дослідження.

ПДС: Предмет дослідження.

БД: База дослідження.

ВСТУП

Актуальність теми. Інформаційна епоха принесла найважливіші зміни у сфері бізнесу, де індустрія інформаційних технологій (ІТ) стала неодмінною складовою майже кожного сучасного підприємства. Швидкі технологічні зміни та зростання конкуренції в цій галузі створюють серйозні виклики для ІТ компаній, які прагнуть залишатися високорентабельними та конкурентоздатними на ринку.

Однією з ключових складових успіху є правильно підібрана стратегія розвитку. Якщо раніше більшість бізнес-рішень базувалася на досвіді та експертному розумінні, то сьогодні зростає попит на аналіз даних та імітаційне моделювання для підтримки стратегічних вирішень.

Магістерська робота має на меті вивчення та впровадження методів імітаційного моделювання для визначення оптимальної стратегії розвитку ІТ компанії на прикладі ТОВ "Сервіс Ай Ті". Використовуючи імітаційну модель, дослідник планує аналізувати різні стратегії розвитку та їхній вплив на ефективність бізнес-процесів, зокрема обслуговування клієнтів.

Ця магістерська робота є актуальною через поєднання швидкого темпу змін у сфері ІТ і потреби компаній у виборі найефективніших стратегій розвитку. Вона пропонує комплексний підхід до аналізу, моделювання та прийняття стратегічних рішень, що може послужити корисною методологією для ІТ компаній та дослідників в галузі стратегічного управління.

Різноманітні інноваційні підходи та особливості розвитку ІТ компаній досліджуються в багатьох працях, як вітчизняних авторів Буртняк І.В. [1], Загвоиська Л. Д. [2], Лобода О. М. [4], Осипчук С. О. [6], так і зарубіжних Anna Burduk, Piotr Popiel [8], Evon Abu-Taieh [9], Jon Santavy [10], Juan M. Duan [11], Mohammad S Jalali [12], Tram Nguyen T. B. [13].

Метою кваліфікаційної роботи є визначення оптимальної стратегії розвитку ІТ компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті" шляхом створення імітаційної моделі її діяльності та аналізу її ефективності.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання, а саме:

- Аналіз діяльності компанії "Сервіс Ай Ті": Провести детальний аналіз бізнес-процесів, фінансового стану, ринкової позиції та інших аспектів діяльності компанії для зрозуміння поточного стану.

- Вибір програмного продукту для імітаційного моделювання: Визначити підходящий програмний продукт для створення імітаційної моделі та підготувати середовище для розробки моделі.

- Моделювання бізнес-процесу "Обслуговування клієнтів": Створити імітаційну модель для бізнес-процесу "Обслуговування клієнтів" компанії "Сервіс Ай Ті", включаючи внутрішні та зовнішні впливи.

- Визначення оптимальної стратегії розвитку: На основі результатів моделювання визначити оптимальну стратегію розвитку для компанії "Сервіс Ай Ті", яка максимізує її конкурентоспроможність та прибутковість.

- Надання рекомендацій: Сформулювати практичні рекомендації компанії щодо реалізації обраної стратегії та підвищення її ефективності.

Об'єкт дослідження - імітаційна модель діяльності компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті", яка створюється для аналізу різних стратегій розвитку та визначення їхнього впливу на бізнес-процеси.

База дослідження - компанія ТОВ "Сервіс Ай Ті".

Предмет дослідження - діяльність та бізнес-процеси компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті", зокрема, обслуговування клієнтів та стратегічний розвиток цієї діяльності.

Методи дослідження – теоретичні – аналіз літературних джерел, системний аналіз, аналіз і порівняння існуючих імітаційних моделей; *емпіричні* – збір та аналіз даних компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті", розробка імітаційної моделі, аналіз та порівняння результатів.

Науково-практична важливість отриманих результатів полягає у можливості надати компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті" конкретні рекомендації щодо оптимальної стратегії розвитку, що покращить її ефективність та конкурентоспроможність, а також служитиме базою для наукових досліджень в галузі стратегічного управління ІТ компаніями.

Практичне значення отриманих результатів полягає у змозі покращити стратегію розвитку компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті", забезпечивши їй більшу ефективність і конкурентоспроможність на ринку інформаційних технологій.

Апробація результатів роботи. Результати дослідження висвітлено в конференції «Цифрова трансформація фінансової системи України та Країн V- 4 в умовах євроінтеграції» (м. Дубляни, 26 квітня 2023 р.).

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

1.1. Основні поняття та види імітаційного моделювання. Поняття моделювання як методу

Моделювання [5] є методом аналізу та вивчення реальних систем, який базується на створенні абстрактних, спрощених представлень цих систем, що називаються моделями. Моделі служать для відтворення ключових аспектів реальних систем з метою вивчення їх функціонування, взаємодії та передбачення поведінки.

Імітаційне моделювання [3], є одним з підтипів моделювання, де створюються віртуальні моделі системи, які детально відтворюють її поведінку в часі. Імітаційні моделі використовують випадкові процеси та стохастичні події для симуляції реальних умов та взаємодії елементів системи.

Імітаційне моделювання включає в себе різні види моделей, які можуть бути використані для вивчення та аналізу систем та процесів. Ось деякі основні види імітаційного моделювання:

- **Системи масового обслуговування (Queueing Systems):** Цей вид моделювання використовується для дослідження процесів обслуговування, таких як черги в банках, обробка заявок у комп'ютерних мережах, обслуговування клієнтів тощо.

- **Символьне моделювання**: Використовує символьні вирази та символьні обчислення для аналізу системи. Цей підхід корисний для аналізу складних аналітичних моделей.

- **Геоспеціальне моделювання**: Використовується для аналізу та прогнозування явищ, що відбуваються у просторі і часі, такі як рух транспорту, розподіл ресурсів тощо.

- **Моделювання подій і станів (Event-State Modeling):** Використовується для аналізу зміни станів системи відповідно до специфікованих подій, що відбуваються в системі.

- Моделювання на основі хаосу і складних систем: Використовує методи хаотичного моделювання та аналізу складних систем для дослідження систем з несправедливими зв'язками та нелінійними динаміками.

- Моделювання інтерфейсів користувача (User Interface Modeling): Дозволяє аналізувати і вдосконалювати споживчий досвід користувачів в інтерфейсах програмних продуктів.

- Моделювання виробничих процесів: Використовується для оптимізації виробничих систем, ліній виробництва, оптимізації логістики та управління запасами.

-Моделювання фінансових ринків: Використовується для прогнозування цін акцій, аналізу ризиків та оптимізації інвестиційних стратегій.

- Моделювання прийняття рішень: Використовується для аналізу процесів прийняття рішень в організаціях та оптимізації стратегій управління.

Етапи імітаційного моделювання можуть змінюватися в залежності від конкретної задачі та об'єкта дослідження, але основні кроки розробки імітаційної моделі для вирішення складної задачі включають такі етапи:

- Визначення мети імітаційного моделювання: Цей етап включає в себе ретельний аналіз задачі та визначення того, що саме потрібно вивчити чи оптимізувати за допомогою моделювання. На цьому етапі визначаються конкретні цілі та параметри, які будуть досліджуватися.

- Збір та аналіз даних: Для створення реалістичної імітаційної моделі потрібно зібрати відповідні дані. Це можуть бути дані про процеси, ресурси, параметри системи та інше. Проводиться аналіз даних для визначення їхньої вірогідності та розподілу.

- Створення математичної моделі: На цьому етапі розробляється математична модель системи, яка включає в себе рівняння, функції та параметри, необхідні для опису системи. Важливо враховувати усі взаємозв'язки та динаміку системи.

- Розробка програмного забезпечення для імітації: Створюється програма або скрипт, який відтворює роботу моделі відповідно до математичних правил та

даних, зібраних на попередніх етапах. Програма дозволяє запустити імітацію та отримувати результати.

- **Параметризація моделі:** Модель налаштовується на основі отриманих даних і параметрів. Це може включати в себе встановлення початкових умов, налаштування параметрів взаємодії, обрання певних розподілів для стохастичних процесів тощо.

- **Валідація та верифікація моделі:** Проводяться перевірки моделі на правильність і відповідність реальному об'єкту. Валідація переконує, що модель вірно відтворює реальність, а верифікація переконує, що програмний код моделі без помилок.

- **Запуск імітації та аналіз результатів:** Модель запускається з встановленими параметрами, імітація відтворює роботу системи протягом певного часу. Після закінчення імітації аналізуються отримані результати. В цьому процесі дослідники вивчають динаміку системи, збирають статистику, вимірюють ключові показники та оцінюють вплив різних факторів на систему.

- **Чутливістьний аналіз:** Проводиться аналіз чутливості моделі до зміни параметрів і початкових умов. Це допомагає визначити, які фактори мають найбільший вплив на систему і дозволяє здійснити оптимізацію чи прийняти кращі рішення.

- **Впровадження результатів:** Отримані з імітації результати можуть бути використані для прийняття управлінських рішень, оптимізації процесів, планування ресурсів та багато іншого. Впровадження моделі в реальну практику допомагає покращити ефективність системи.

- **Документування та звітність:** Важливим кроком є документування всіх етапів розробки моделі, параметрів, результатів і висновків. Це допомагає зберегти і передати знання про модель для подальшого використання та аналізу.

Ці етапи є загальними кроками у процесі розробки імітаційної моделі для складної задачі. Кожен етап вимагає уважності, аналізу та експертного оцінювання, щоб забезпечити достовірність та коректність результатів моделювання.

Імітаційне моделювання є одним із підтипів моделювання, і воно вписується в загальний контекст моделювання, розширюючи можливості аналізу та вивчення реальних систем. Розглянемо, як імітаційне моделювання взаємодіє з загальним контекстом моделювання:

1. Абстракція: Як і у будь-якому іншому виді моделювання, імітаційна модель також використовує абстракцію. Вона виокремлює ключові аспекти реальної системи, спрощуючи їх для подальшого дослідження. Але особливістю імітаційного моделювання є врахування стохастичних (випадкових) факторів, які можуть впливати на систему.

2. Віртуальна реальність: В імітаційному моделюванні створюються віртуальні агенти, об'єкти, події та середовища, які співповідають реальній системі. Ці віртуальні об'єкти взаємодіють між собою та реагують на зміни в системі.

3. Час і події: Імітаційні моделі враховують часові параметри та події. Вони дозволяють відтворити динаміку системи в часі та реагувати на події, які відбуваються у віртуальному середовищі.

4. Експерименти і сценарії: За допомогою імітаційних моделей можна виконувати експерименти та сценарії, щоб вивчити різні альтернативи та вплив різних факторів на систему.

5. Аналіз та прийняття рішень: Імітаційне моделювання дозволяє аналізувати поведінку системи та приймати рішення на основі отриманих результатів. Це може бути корисним для прогнозування, планування та оптимізації реальних систем.

Таким чином, імітаційне моделювання розширює можливості моделювання, дозволяючи враховувати стохастичність та динаміку реальних систем, і воно інтегрується в загальний контекст моделювання як потужний інструмент для аналізу та дослідження складних явищ.

Існують різні типи імітаційних моделей, кожен з яких має свої особливості та застосування в різних галузях. Основні типи імітаційних моделей та їх застосування включають таке:

1. Дискретно-подійні моделі (Discrete-Event Models):

Застосування: Цей тип моделей використовується для моделювання систем, в яких події відбуваються у конкретні моменти часу і можуть впливати на стан системи. Вони застосовуються в логістиці, виробництві, транспорті, телекомунікаціях та інших галузях, де важливо відстежувати потік подій.

2. Континуальні моделі (Continuous Models):

Застосування: Континуальні моделі використовують диференціальні рівняння для опису системи, де зміни в стані відбуваються безперервно відносно часу. Вони застосовуються в фізиці, біології, економіці та інших галузях, де важливо аналізувати неперервну динаміку.

3. Агентно-орієнтовані моделі (Agent-Based Models, ABM):

Застосування: ABM моделі складаються з індивідуальних агентів, які взаємодіють відповідно до заданих правил. Вони застосовуються для вивчення складних систем, таких як поведінка груп людей, екосистеми, ринки інновацій тощо.

4. Системні динамічні моделі (System Dynamics Models):

Застосування: Ці моделі використовуються для аналізу взаємодії між компонентами системи і динаміки їх станів з часом. Вони корисні для моделювання складних процесів, таких як економічні системи, екологічні системи та стратегічне управління.

5. Гібридні моделі (Hybrid Models):

Застосування: Гібридні моделі поєднують різні типи моделей для вивчення систем з різними аспектами. Вони застосовуються в складних проектах, де необхідно враховувати різноманітні фактори та взаємозв'язки.

6. Моделі мереж (Network Models):

Застосування: Мережеві моделі використовуються для дослідження взаємодії між вузлами або об'єктами у мережах, таких як соціальні мережі, транспортні системи та комунікаційні мережі.

7. Моделі черг (Queueing Models):

Застосування: Ці моделі використовуються для аналізу та оптимізації процесів обслуговування та очікування. Вони застосовуються в галузях обслуговування клієнтів, транспорту, інформаційних системах тощо.

Кожен з цих типів імітаційних моделей має свої сильні сторони та застосування у відповідних галузях. Вибір конкретного типу моделі залежить від конкретного завдання дослідження та специфікацій системи, яку необхідно вивчити.

Моделювання, як метод [35], є процесом створення спрощених абстракцій реального об'єкта або системи, які дозволяють аналізувати та розуміти їхню поведінку, властивості та взаємозв'язки. Цей метод використовується для дослідження, опису, передбачення та оптимізації різних аспектів реального світу без необхідності проведення реальних експериментів.

Основні аспекти поняття моделювання як методу [36] включають:

- **Спрощення реальності:** Моделі спрощують складні реальні об'єкти чи системи, відокремлюючи ключові аспекти та взаємозв'язки, що дозволяє зосередитися на суттєвих деталях.

- **Представлення:** Моделі надають абстрактні представлення об'єктів чи систем, які можна досліджувати та аналізувати.

- **Аналіз та експерименти:** Моделі дозволяють виконувати різноманітні аналітичні та експериментальні дослідження, включаючи прогнозування поведінки, реакції на зміни та оцінку впливу різних факторів.

- **Оптимізація:** Використання моделей дозволяє визначити оптимальні рішення, стратегії та управлінські рішення для досягнення поставлених цілей.

- **Економія ресурсів:** Моделювання дозволяє зекономити час, гроші та інші ресурси, оскільки не потрібно проводити дорогі та складні реальні експерименти для отримання необхідної інформації.

Моделювання використовується в різних галузях, включаючи науку, інженерію, економіку, медицину та багато інших. Відповідно до конкретних завдань та дослідницьких цілей, моделі можуть бути математичними, фізичними, комп'ютерними, статистичними та іншими. Моделювання допомагає

вдосконалювати наше розуміння світу та приймати кращі рішення на основі аналізу і дослідження.

1.2. Застосування та процес розробки імітаційного моделювання

Процес розробки імітаційних моделей [7] є системним та багатоетапним процесом, що включає в себе кілька фаз і використання різних методів. Розглянемо цей процес докладно, включаючи його етапи та методи.

Етапи розробки імітаційної моделі:

- Визначення цілей та завдань: Перший етап - це визначення конкретних цілей та завдань імітаційної моделі. Важливо чітко сформулювати, що саме хочемо вивчити або вирішити за допомогою моделі.

- Збір даних: На цьому етапі необхідно зібрати дані про реальну систему, яку ви моделюєте. Це може включати в себе статистичні дані, спостереження, інтерв'ю та інші джерела інформації.

- Аналіз та абстракція: На цьому етапі аналізуємо зібрані дані та виокремлюємо ключові параметри та взаємозв'язки системи. Також визначаємо рівень абстракції, тобто визначаємо, які деталі потрібно ігнорувати, а які важливо включити в модель.

- Розробка структури моделі: На цьому етапі створюємо загальну структуру моделі, визначаючи основні компоненти та їх взаємозв'язки. Це може бути графічним або текстовим представленням моделі.

- Розробка логіки моделі: Тут визначаємо правила та логіку, за якими будуть функціонувати компоненти моделі. Це може включати в себе визначення рішень, дій агентів та реакції на події.

- Програмування та реалізація: На цьому етапі реалізовуємо модель за допомогою програмування. Використовуються мови програмування, такі як Python, Java, або спеціалізовані імітаційні платформи.

- Валідація та верифікація: Після реалізації моделі важливо перевірити, чи відтворює вона реальну систему достатньо точно. Це включає в себе порівняння результатів моделі з реальними даними та перевірку правильності логіки.

- **Експерименти та аналіз:** За допомогою моделі проводяться різні експерименти та сценарії для аналізу та вивчення системи. Результати експериментів допомагають висунути висновки та приймати рішення.

- **Документування:** Важливо детально задокументувати модель, її структуру, логіку та результати. Це полегшує роботу іншим дослідникам та використання моделі в майбутньому.

- **Поширення та використання:** Зроблену модель можна використовувати для рішення практичних завдань, навчання, аналізу та подальших досліджень.

Методи розробки імітаційних моделей:

- **Математичні методи:** Використовуються для опису різних аспектів моделі за допомогою математичних рівнянь. Це включає в себе диференціальні рівняння, імовірнісні моделі та інші математичні підходи.

- **Програмування:** Модель реалізується за допомогою програмування, що дозволяє відтворити логіку та взаємодію компонентів системи.

- **Статистичні методи:** Використовуються для аналізу та інтерпретації статистичних даних, які можуть бути використані для підтвердження правильності моделі.

- **Візуалізація імітаційних моделей:** Важливий метод для створення візуальних подань моделі, що допомагає в зрозумінні та валідації її роботи. Графічна візуалізація дозволяє аналізувати результати експериментів та сприяє комунікації результатів із зацікавленими сторонами.

- **Методи аналізу даних:** Включають статистичний аналіз, машинне навчання та інші методи обробки та аналізу результатів моделювання.

- **Методи верифікації та валідації:** Для підтвердження коректності та достовірності моделі використовуються методи верифікації (перевірка на відповідність специфікаціям) та валідації (перевірка на відповідність реальному об'єкту).

- **Методи експериментування:** Включають проведення різних сценаріїв та експериментів з моделлю для аналізу її поведінки та вивчення системи.

- Методи оптимізації: Використовуються для пошуку оптимальних рішень або параметрів системи, що максимізують певний показник ефективності.

- Методи аналізу впливу та чутливості: Дозволяють визначити, як зміни в параметрах моделі впливають на її результати та допомагають ідентифікувати ключові фактори.

Ці методи використовуються на різних етапах розробки імітаційних моделей для створення точних та корисних інструментів для дослідження та прийняття рішень у різних галузях, включаючи бізнес, науку, інженерію та інші.

Імітаційне моделювання застосовується в різних галузях та сферах діяльності для вивчення та аналізу різних систем, процесів та явищ. Нижче подано кілька прикладів застосування імітаційного моделювання [38]:

1. Бізнес і управління:

- Стратегічне планування: Імітаційні моделі допомагають бізнес-керівництву визначити оптимальні стратегії розвитку та приймати рішення на основі різних сценаріїв.

- Оптимізація процесів: Моделювання дозволяє оптимізувати бізнес-процеси, наприклад, управління запасами, логістику, виробництво тощо.

2. Медицина:

- Моделювання поширення хвороб: Для прогнозування поширення захворювань, вивчення впливу протиепідемічних заходів та стратегій лікування.

- Симуляція лікування: Для вивчення ефективності лікувальних методів та оптимізації розподілу ресурсів у медичній системі.

3. Транспорт і логістика:

- Оптимізація транспортних маршрутів: Моделі можуть допомогти визначити найбільш ефективні шляхи та розпорядження транспортом.

- Симуляція трафіку: Для аналізу руху на дорогах та визначення впливу різних інфраструктурних змін.

4. Екологія та природокористування:

- Екосистемні дослідження: Моделі дозволяють вивчати вплив змін у природному середовищі на екосистеми та види.

- Управління ресурсами: Для розробки стратегій ефективного використання природних ресурсів.

5. Виробництво та інженерія:

- Симуляція виробничих ліній: Для оптимізації процесів виробництва та зменшення витрат.

- Розробка нових продуктів: Імітаційні моделі можуть допомогти у вивченні властивостей матеріалів, конструкцій та проектуванні нових виробів.

6. Соціальні науки:

- Моделювання поведінки споживачів: Для аналізу споживчої поведінки, маркетингових стратегій та прогнозування ринкових тенденцій.

- Соціальні симуляції: Для вивчення соціальних явищ, включаючи демографічні зміни, міграцію та інші процеси.

7. Фінанси і інвестиції:

- Портфельний аналіз: Для вивчення ризиків та доходності різних інвестиційних портфелів.

- Моделі ринкової поведінки: Для аналізу руху цін на фінансових ринках.

Імітаційне моделювання дозволяє аналізувати складні системи та взаємодії між їх компонентами, розробляти та вдосконалювати стратегії, а також робити прогнози та приймати рішення на основі результатів симуляцій. Цей метод є важливим інструментом для дослідження та оптимізації великої кількості областей та проблем.

Теоретичні основи імітаційного моделювання [37] включають в себе ряд ключових аспектів, які допомагають розуміти і побудовувати імітаційні моделі більш ефективно. Ось кілька нових аспектів:

- Верифікація та валідація моделі: Важливо враховувати, що імітаційна модель - це абстракція реальної системи. Один із важливих аспектів - це перевірка правильності роботи моделі через процеси верифікації (перевірки на відповідність специфікаціям) та валідації (перевірки на відповідність реальному об'єкту). Це важливо для того, щоб мати довіру до результатів моделювання.

- Сценарійний аналіз: Дослідження різних сценаріїв є важливою частиною імітаційного моделювання. Замість обмеженняся одним сценарієм, важливо визначити та проаналізувати різні можливі варіанти розвитку подій та їх наслідки.

- Часовий аспект: Імітаційне моделювання часто включає часовий аспект, де події та зміни відображаються впродовж певного періоду. Це дозволяє досліджувати динаміку системи та ефективності стратегій на різних етапах часу.

- Випадковість та стохастичність: Багато реальних систем мають стохастичний характер, тобто вони визначаються випадковими подіями чи параметрами. У теоретичних основах імітаційного моделювання важливо враховувати цю стохастичність та розвивати моделі, які можуть моделювати випадкові процеси.

- Застосування мов програмування: Моделірование може виконуватися за допомогою різних мов програмування та інструментів, що спеціалізуються на імітаційному моделюванні, таких як AnyLogic, Simul8, або засоби програмування, такі як Python. Важливо вибрати відповідну платформу та інструменти для конкретної задачі.

- Теоретичні основи динамічних систем: Деякі моделі розглядаються як динамічні системи зі своєю структурою та залежностями. Знання теорії динамічних систем допомагає краще розуміти та аналізувати поведінку таких моделей.

- Застосування мультиагентного моделювання: У випадках, коли важливо моделювати взаємодію окремих агентів (наприклад, людей, транспортних засобів, компаній), використовують підходи мультиагентного моделювання, де кожен агент має власну стратегію та поведінку.

Враховуючи ці аспекти, дослідники імітаційного моделювання можуть більш ефективно створювати моделі, які відображають складні реальні системи та дозволяють досліджувати різні сценарії та стратегії.

Засоби імітаційного моделювання [39] дозволяють досліджувати різноманітні параметри об'єкта, які можуть бути важливими для аналізу та

прийняття рішень. Ось кілька прикладів параметрів об'єкта, які можна досліджувати за допомогою імітаційного моделювання:

1. Часові параметри:

- Час настання подій або завершення процесів.

- Динаміка зміни параметрів з плином часу.

2. Ресурси та потоки:

- Використання ресурсів (наприклад, робочої сили, матеріалів).

- Розподіл потоків (наприклад, клієнтів, замовлень) в часі та просторі.

3. Стан системи:

- Параметри, що вказують на стан системи (наприклад, рівень запасів, стан обладнання).

- Залежність стану системи від різних факторів.

4. Поведінка суб'єктів:

- Рішення та стратегії, які приймають суб'єкти (наприклад, споживачі, працівники, агенти).

- Реакція на різні події і впливи.

5. Розподіл імовірностей:

- Імовірність виникнення різних подій або станів системи.

- Розподіл імовірностей відображає стохастичний характер деяких параметрів.

6. Взаємодія та мережі:

- Моделювання взаємодії між агентами або вузлами мережі.

- Аналіз комунікацій, обміну інформацією та впливу.

7. Параметри виходу та результати:

- Результати процесу моделювання, такі як час виконання, ефективність, витрати.

- Вимірювання відповідей на питання, які стосуються об'єкта дослідження.

8. Чинники ефективності та якості:

- Фактори, які впливають на ефективність роботи об'єкта, якість продукції або обслуговування клієнтів.

- Оцінка різних стратегій для покращення результатів.

Дослідження цих параметрів дозволяє виявити та аналізувати різні аспекти роботи об'єкта та розробляти оптимальні стратегії управління ним.

Постановка задачі моделювання [40] - це визначення цілей і обмежень моделі, які ви хочете створити за допомогою імітаційного моделювання. Це важлива частина процесу розробки моделі, оскільки вона визначає, що саме ви хочете вивчити та аналізувати за допомогою моделі. Основними елементами постановки задачі моделювання є:

- **Мета моделювання**: Визначити, що саме хочемо досягнути за допомогою моделі. Наприклад, це може бути аналіз ефективності поточного процесу, прогнозування майбутніх подій або оптимізація ресурсів.

- **Об'єкт дослідження**: Визначити, який об'єкт або систему хочемо досліджувати за допомогою моделі. Наприклад, це може бути процес виробництва, логістична система, бізнес-процес, тощо.

- **Часовий горизонт**: Встановити період часу, на який розгортається модель. Це може бути короткостроковий аналіз або довгостроковий прогноз.

- **Змінні та параметри**: Визначити змінні та параметри, які будуть використовуватися в моделі. Це можуть бути числові значення, параметри розподілу, імовірності, тощо.

- **Сценарії та вхідні дані**: Описати різні сценарії або вхідні дані, які будуть використовуватися для тестування моделі. Це допоможе провести різні експерименти та аналізувати результати.

- **Обмеження та умови**: Встановити обмеження та умови, які повинні бути враховані в моделі. Це можуть бути фінансові обмеження, обмеження на ресурси, обмеження на час, тощо.

- **Вимоги до точності та достовірності**: Визначити, наскільки точно та достовірно повинна бути модель. Це важливо для визначення потреби в даних та ресурсах для створення моделі.

- **Метрики успіху**: Встановит метрики, за якими будемо оцінювати успішність моделі. Це можуть бути критерії ефективності, точності прогнозів, вартості оптимізації тощо.

Постановка задачі моделювання допомагає зрозуміти, які саме аспекти системи вас цікавлять і як ви плануєте використовувати модель для досягнення ваших цілей. Це створює основу для подальших етапів розробки імітаційної моделі.

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ЇЇ В КОМПАНІЮ ТОВ "СЕРВІС АЙ ТІ"

2.1. Аналіз діяльності компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті" та вибір програмного продукту для імітаційного моделювання.

На ринку представлено багато компаній, які займаються розробкою програмного забезпечення та консалтингом в галузі імітаційного моделювання бізнес-процесів. Розглянемо діяльність компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті", бо саме там було проходження практики та здійснено аналіз та вибір програмного продукту для імітаційного моделювання.

Веб-сайт компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті" представлено за посиланням: http://www.service-it.com.ua/

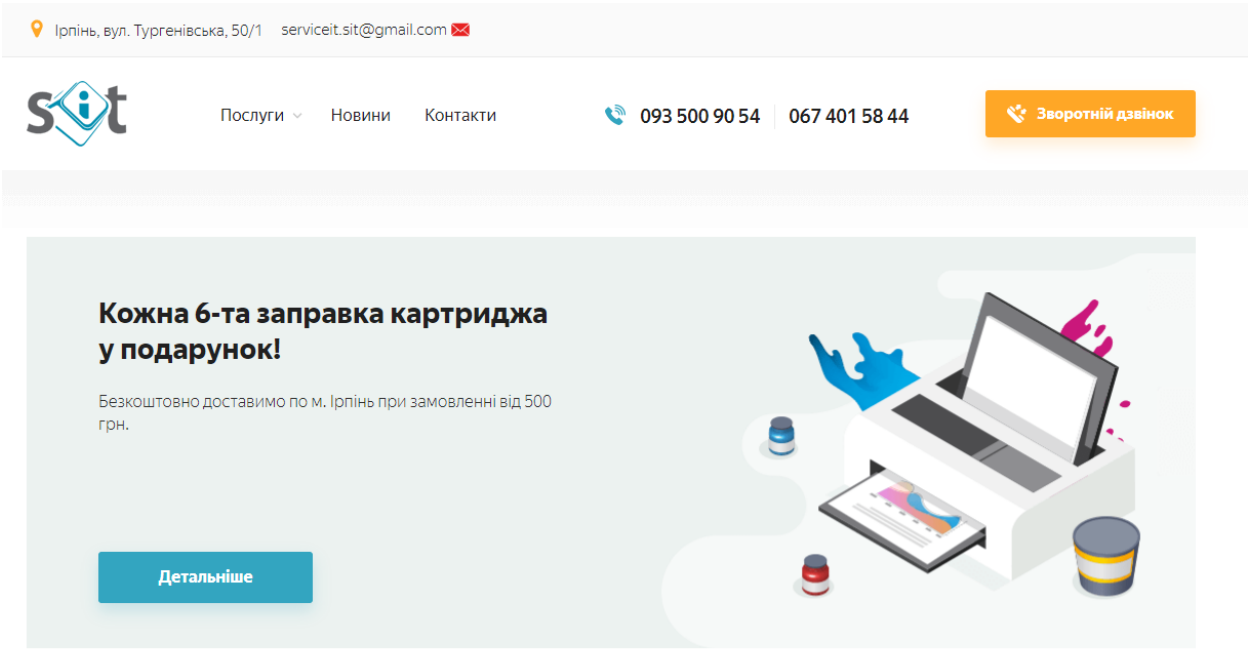


Рис. 2.1. Веб-сайт компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті"

Компанія пропонує своїм клієнтам популярні послуги:

- Заправка картриджів
- Ремонт ігрових приставок

- Ремонт ноутбуків (будь-якої складності)
- Ремонт принтерів / БФП
- Ремонт комп'ютерів
- Ремонт моніторів
- Ремонт ДБЖ, інверторів, зарядних станцій
- Ремонт дрібної побутової техніки
- Складання ПК
- Модернізація ПК та ноутбуків

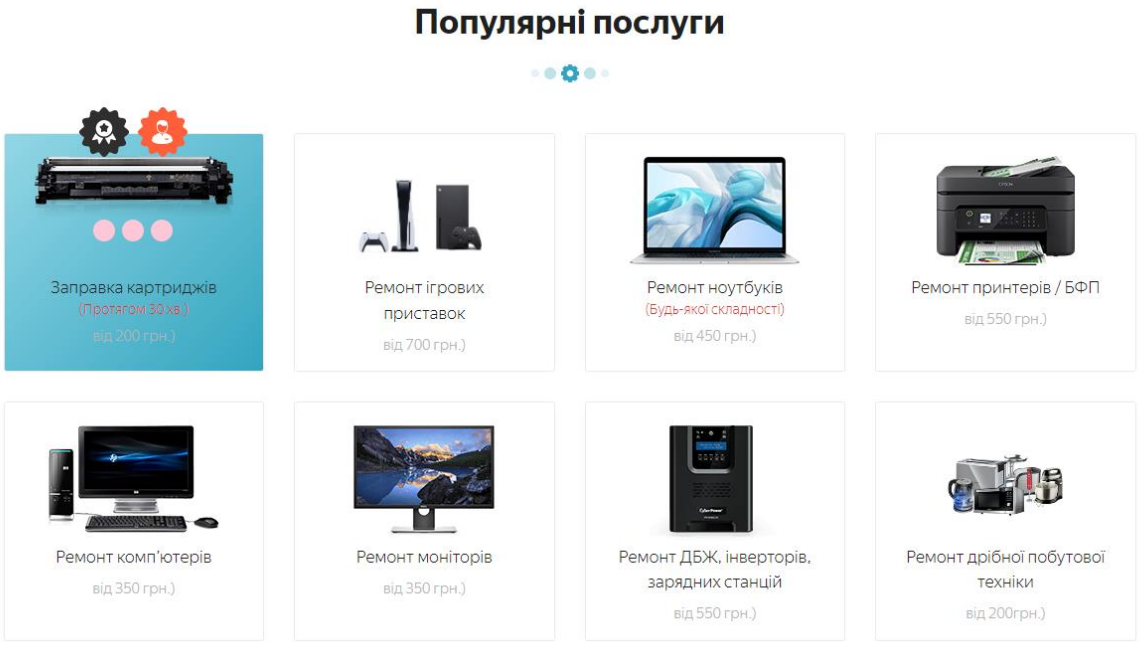


Рис. 2.2. Популярні послуги компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті"

Веб-сайт компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті" з сервісним обладнанням представлено за посиланням: https://s4u.com.ua/

Компанія пропонує своїм клієнтам комплексні рішення і перераховує каталог товарів, який включає:

- Конфігуратор онлайн.
- Блейд сервера.
- Товари під замовлення.
- Системи зберігання даних (СЗД).
- Дизель-генератори (ДБЖ).

- Мережеве обладнання.
- Комплектуючі для комп'ютерів.
- Персональні комп'ютери (ПК).

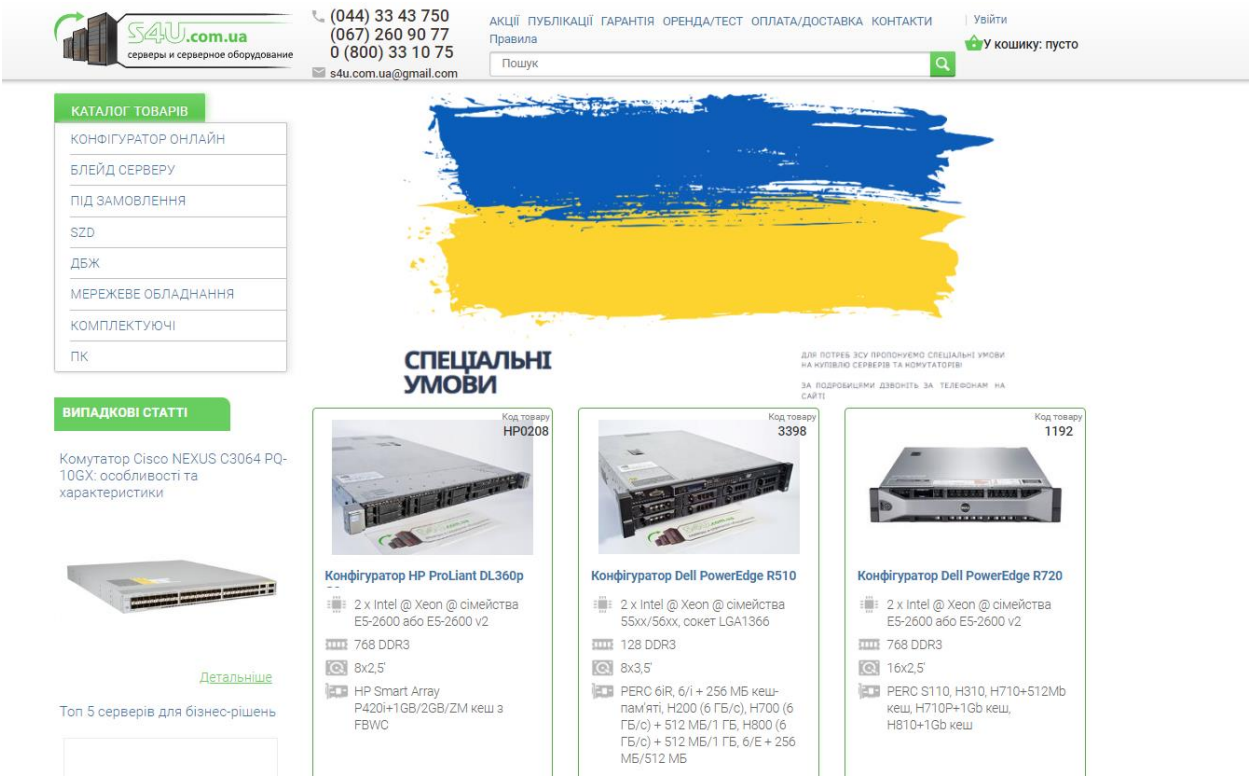


Рис. 2.3. Каталог товарів компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті"

Аналіз діяльності компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті' потребує масштабного та систематичного підходу для отримання повної картини про бізнес-процеси [14], та фактори, що впливають на них.

В цьому аналізі можна використовувати різні методи та інструменти.

Аналіз ситуації в ТОВ 'Сервіс Ай Ті' було розпочато з наступних кроків:

1. "Збір та обробка даних" - є важливим етапом підготовки до розробки імітаційної моделі діяльності компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті'.

Спочактку визначили, які дані необхідні для створення імітаційної моделі. Ці дані можуть включати в себе інформацію про бізнес-процеси компанії, структуру клієнтської бази, робочий графік працівників, обсяги роботи, фінансову звітність, дані про технічну інфраструктуру тощо.

Після визначення потрібних даних розпочали збір інформації. Зробили опитування співробітників, аналіз внутрішніх документів та звітів, взяття

відомостей з баз даних, вивчення літератури тощо. Важливо забезпечити достовірність та актуальність даних.

Після збору даних їх обробили. Дана процедура включала в себе очищення даних від помилок та дублікатів, перетворення даних у вигляд, який може бути використаний для моделювання, та структурування даних у вигляді таблиць, списків, графіків тощо.

Перед використанням даних для створення імітаційної моделі, вони були перевірені на відповідність та точність. Це важливо, оскільки недостовірні дані можуть призвести до неточностей у моделі.

Однією з важливих аспектів є збереження оброблених даних. Забезпечили безпеку та доступність цих даних для всіх учасників проекту.

2. "Аналіз операційних процесів" - цей аналіз допомагає розібратися у внутрішніх операціях компанії, визначили їхню ефективність та ідентифікували можливість для оптимізації.

Почали зі збору інформації про операційні процеси компанії. Це включало в себе опис процесів виробництва, постачання, обслуговування клієнтів, управління персоналом та інші важливі аспекти діяльності.

Ретельно розглянули поточні операційні процеси. Визначили, як вони працюють, які ресурси використовуються та які результати досягаються. Оцінили ефективність цих процесів.

Визначили проблеми, які можуть виникати в операційних процесах. Розглянули причини, які призводять до проблем у операційних процесах. Це включало в себе погане управління ресурсами, відсутність автоматизації, недостатню кваліфікацію персоналу тощо.

На основі аналізу розробили оптимізаційні заходи, які допоможуть вирішити виявлені проблеми та покращити операційні процеси. Це включало в себе впровадження нових технологій, процесів або організаційних змін.

Встановили механізми моніторингу та контролю за виконанням оптимізаційних заходів. Відстежували їхню ефективність та при необхідності вносили корективи.

Після впровадження оптимізаційних заходів відзвітували про їхній результат та поділилися цією інформацією з відповідними структурами в компанії та зацікавленими сторонами.

3. "Аналіз клієнтів та споживачів" - цей аналіз допомагає зрозуміти, хто є клієнтами компанії, їхні потреби, побажання та поведінку.

Почали зі збору даних про клієнтів компанії. Це включало в себе інформацію про їхні профілі, демографічні характеристики, історію покупок та інші важливі дані.

Визначили, які потреби та очікування мають клієнти щодо продуктів або послуг компанії. Це включало в себе якість, ціну, обслуговування та інші аспекти.

Розглянули побажання та скарги клієнтів, які бути отримані через різні канали, такі як веб-сайт, соціальні мережі, листи тощо. Це допомогло виявити проблемні моменти та можливості для покращення.

Розділили клієнтську базу на сегменти зі схожими потребами та характеристиками. Це дозволило краще спрямовувати маркетингові зусилля та послуги на кожний сегмент окремо.

Використовуючи імітаційну модель, прогнозували поведінку клієнтів в різних сценаріях та умовах. Це включало в себе прогнозування обсягів продажів, конверсії та інші показники.

На основі аналізу розробили персоналізовані рішення та пропозиції для різних сегментів клієнтів. Це покращило їхнє задоволення та лояльність.

Розробили стратегії для залучення нових клієнтів та утримання існуючих. Це включало в себе маркетингові акції, програми лояльності, покращення обслуговування та інші заходи.

Систематично моніторили та аналізували клієнтську базу, їхню реакцію на зміни та ефективність прийнятих стратегій.

4. "Аналіз внутрішніх ресурсів та кадрів" - цей аналіз допомагає визначити сильні та слабкі сторони компанії, оцінили її потенціал для розвитку та підготували стратегію.

Розглянули технічні можливості компанії, включаючи обладнання, технологічну базу, програмне забезпечення та інфраструктуру. Визначили, наскільки ці ресурси відповідають потребам бізнесу.

Оцінили кадровий потенціал компанії, включаючи кваліфікацію та досвід персоналу. Розглянули, які навички та знання присутні серед співробітників та чи вистачає їх для виконання поставлених завдань.

Виокремили сильні та слабкі сторони компанії на основі аналізу внутрішніх ресурсів. Це були особливі технічні переваги, якість продукції, ефективність виробництва, але також можливі проблеми, наприклад, нестабільність фінансів або недостатній кадровий потенціал.

На основі аналізу визначили можливості для покращення сильних сторін і роботи над усуненням слабкостей. Це включало в себе інвестиції у покращення технічної бази, навчання персоналу або оптимізацію фінансового управління.

На основі проведеного аналізу розробили стратегію розвитку, яка враховує можливості та обмеження компанії. Визначили, яким чином внутрішні ресурси можна максимально використовувати для досягнення цілей.

5. "Аналіз імітаційної моделі"- включає в себе оцінку самої створеної імітаційної моделі компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті' та її відповідність меті та завданням дослідження.

Переконалися, що створена імітаційна модель відповідає цілям і завданням дослідження. Вона була спрямована на аналіз розвитку компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті' та визначення стратегії розвитку.

Оцінили, наскільки імітаційна модель відтворює реальні процеси та явища в компанії. Це важливо для того, щоб результати аналізу на основі моделі були достовірними.

Провели аналіз результатів, отриманих за допомогою імітаційної моделі. Дослідили, які висновки можна зробити щодо стратегії розвитку компанії на основі цих результатів.

Після аналізу імітаційної моделі підготували звіт, в якому висвітлили результати аналізу, зроблені висновки та рекомендації щодо стратегії розвитку компанії.

З урахуванням результатів аналізу готувалися до подальших етапів дослідження, включаючи визначення конкретних кроків для розвитку компанії на практичному рівні.

6. "Визначення стратегічних переваг" - є ключовим етапом у розвитку компанії, оскільки воно визначає напрямок подальших дій і допомагає конкурувати на ринку ефективніше.

Визначили, для якої аудиторії призначені продукти чи послуги, і яким чином можемо задовольнити їхні потреби краще, ніж конкуренти.

Вивчили діяльність конкурентів, їхні стратегії та слабкі сторони. Це допомогло визначити можливості для виходу вперед та отримання конкурентних переваг.

Визначили, які фактори можуть визначити успіх компанії на ринку. Це були якість продукції, цінова політика, маркетингова стратегія тощо.

На основі проведеного аналізу визначили оптимальну стратегію розвитку компанії. Це були, стратегія диференціації, стратегія лідерства за вартістю, стратегія росту чи стратегія стабільності.

Розробили докладний план дій для реалізації обраної стратегії. Включили в нього конкретні кроки, відповідальних за їх виконання, терміни та ресурси.

Після впровадження стратегії систематично моніторили її результати та вчасно коригували, якщо це було необхідно, для досягнення стратегічних цілей.

7. "Завершення аналізу" – є наступний етапом, який допомагає підсумувати всі отримані дані та висвітлити ключові аспекти дослідження. Результати цього етапу були використані для подальших стратегічних рішень та розробки імітаційної моделі.

Провели підсумки всіх аналізів, які були виконані, включаючи аналіз фінансових показників, операційних процесів, ринку, конкурентів, клієнтів та внутрішніх ресурсів.

Сформулювали основні висновки, які були зроблені на основі проведеного аналізу. Визначили ключові проблеми та можливості для компанії.

На основі зібраних даних та аналізу визначили стратегію розвитку компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті'. Розкрили, яким чином компанія може використовувати свої переваги та мінімізувати недоліки.

Підготували докладний звіт, в якому були відображені всі зібрані дані, проведений аналіз, висновки та рекомендації. Звіт був структурованим та легкозрозумілим для членів команди та керівництва компанії.

З урахуванням результатів аналізу готувалися до подальших етапів дослідження, включаючи розробку імітаційної моделі та визначення стратегії розвитку.

Після аналізування ситуації в ТОВ 'Сервіс Ай Ті' потрібно було вирішити який програмний продукт нам підходить.

Існує багато програмних інструментів і середовищ для розробки імітаційних моделей, які можуть використовуватися в дослідженнях та аналізі бізнес-процесів. Деякі з найпопулярніших програмних інструментів та середовищ [16]:

Simul8: Simul8 - це інструмент для дискретно-подійного моделювання, спрямований на оптимізацію бізнес-процесів. Він використовується для аналізу потоків роботи, розкладів, оптимізації виробничих процесів та інших завдань.

Arena: Arena - це інструмент для моделювання подійної диспетчеризації, який використовується для аналізу та оптимізації бізнес-процесів у виробництві, логістиці, обслуговуванні клієнтів та інших сферах.

ExtendSim: ExtendSim - це інструмент для дискретно-подійного моделювання, який використовується для аналізу і оптимізації різних бізнес-процесів, включаючи виробництво, логістику, проектування та інші галузі.

MATLAB: MATLAB - це мова програмування та середовище для наукових обчислень, яке може бути використано для розробки імітаційних моделей в поєднанні з різними пакетами додатків.

ProModel: ProModel - інструмент для дискретно-подійного моделювання, який спеціалізується на аналізі та оптимізації бізнес-процесів в різних галузях.

Vensim: Vensim - це інструмент для системного динамічного моделювання, який використовується для аналізу складних систем та динамічних процесів.

Simio: Simio - інструмент для моделювання систем, який поєднує дискретно-подійне моделювання з агентно-орієнтованим підходом.

Кожен з цих інструментів має свої переваги і особливості, але для нашої роботи було обрано програмний продукт – **Simul8**, саме він ідеально підходить для вирішення різних задач в **ТОВ 'Сервіс Ай Ті'.**

Simul8 - це програмний продукт, спрямований на моделювання та оптимізацію бізнес-процесів. Вона дозволяє візуалізувати та аналізувати різноманітні процеси, від управління ланцюгом постачання до оптимізації роботи великих офісів. Simul8 надає можливості створення моделей, де можна симулювати роботу компанії, установи чи виробництва. Програма дозволяє вирішувати питання ефективності процесів, оптимізації витрат та ресурсів, оцінки впливу різних стратегій на бізнес. Серед можливостей - аналіз шляхів оптимізації, моделювання змінних обсягів роботи, експерименти з різними сценаріями, а також візуалізація та аналіз результатів.

Ця програма дозволяє створювати моделі на основі потоків даних та ресурсів, симулювати роботу працівників, оптимізувати логістику та роботу складів, оцінювати ефективність різних бізнес-стратегій та приймати обґрунтовані рішення на основі аналізу отриманих даних.

Основні характеристики Simul8 [17], та як вони підходять для задачі імітаційного моделювання бізнес-процесу обслуговування клієнтів саме в **ТОВ 'Сервіс Ай Ті':**

Багатометодність:

Опис: Simul8 підтримує різні методи моделювання, такі як агентно-орієнтований, дискретно-подійний та системи диференціальних рівнянь. Це означає, що користувачі можуть вибирати метод, який найкраще підходить для їхньої конкретної задачі моделювання.

Застосування: Багатометодність дозволяє моделювати різні типи систем, від складних агентних систем до неперервних динамічних процесів. Використовуючи

потрібний метод, користувачі можуть точно відтворити систему, яку вони аналізують.

Графічний інтерфейс:

Опис: Simul8 має інтуїтивний графічний інтерфейс, що дозволяє користувачам створювати моделі, перетягуючи та налаштовуючи компоненти за допомогою миші. Він також надає можливість налаштування параметрів моделі через інтерфейс без необхідності програмування.

Застосування: Графічний інтерфейс спрощує процес розробки моделей для користувачів будь-якого рівня експертизи, включаючи бізнес-аналітиків та менеджерів.

Можливість інтеграції з даними:

Опис: Simul8 дозволяє інтегрувати зовнішні дані та джерела інформації, такі як бази даних, ексель-файли, текстові файли і API, в модель для використання реальних даних у моделюванні.

Застосування: Інтеграція з даними дозволяє користувачам створювати реалістичні моделі та аналізувати реальні дані, що робить імітаційне моделювання більш точним і дієвим.

Симуляція рішень:

Опис: Simul8 дозволяє проводити симуляцію рішень, тобто тестувати різні стратегії та варіанти розвитку системи, а потім аналізувати їх вплив на результати. Це допомагає приймати обґрунтовані рішення на основі моделей.

Застосування: Симуляція рішень дозволяє користувачам визначити оптимальні стратегії, передбачити можливі наслідки рішень і вдосконалювати бізнес-процеси.

Аналіз результатів:

Опис: Simul8 надає засоби для аналізу результатів моделювання, включаючи статистику, графіки, діаграми та звіти. Це допомагає користувачам зрозуміти результати моделювання та зробити висновки.

Застосування: Аналіз результатів дозволяє здійснити обґрунтовану оцінку ефективності бізнес-процесів та прийняти рішення для їх покращення.

Підтримка командної роботи:

Опис: Simul8 дозволяє багатьом користувачам спільно працювати над проектами моделювання, надаючи можливість обміну моделями та даними між учасниками команди. Користувачі можуть спільно вирішувати завдання, аналізувати результати і вносити зміни до моделей.

Simul8 є потужним інструментом для моделювання бізнес-процесів [18], включаючи обслуговування клієнтів, оскільки воно поєднує в собі легкість використання та гнучкість у виборі методів моделювання. Використовуючи цей інструмент, можна досліджувати та оптимізувати бізнес-процеси для досягнення стратегічних цілей компанії.

2.2. Моделювання бізнес-процесу «Обслуговування клієнтів».

Розробка імітаційної моделі бізнес-процесу "Обслуговування клієнтів" [19], в програмному інструменті Simul8 включає наступні кроки:



Рис. 2.4. Програмний інструмент Simul8

Створення моделі виконане, використовуючи бібліотеку моделювання процесів Simul8.

Це імітаційна модель центру обслуговування клієнтів. Запити надходять до центру, а потім можуть бути оброблені на різних рівнях підтримки.

Основні терміни та поняття в моделі включають:

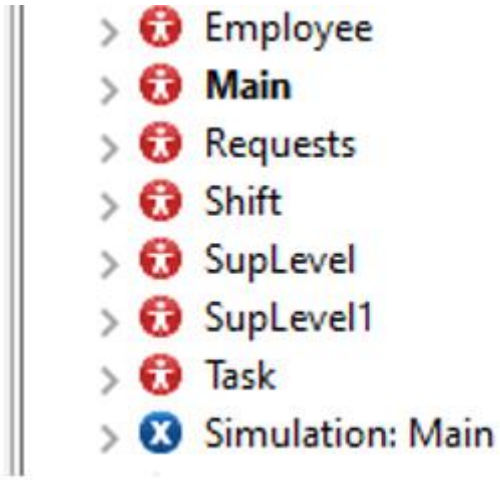


Рис. 2.5. Ключові поняття моделі

Початковий етап процесу Заявки включає в себе наступні запити:

- Запити надходять з двух різних областей: дзвінки, електронні листи.

- Кожен запит має кілька завдань.

- Складність кожного завдання може варіюватися від 1 до 3 балів і визначатися як програмне або апаратне забезпечення.

- Телефонний дзвінок має найвищий пріоритет і на нього слід відповісти швидко, щоб клієнт не розчарувався і не поклав слухавку.

- Наступний рівень пріоритету - це електронні листи. Ця категорія має довший час очікування.

- У напружений час доби час надходження запитів буде довшим, а вночі - коротшим.

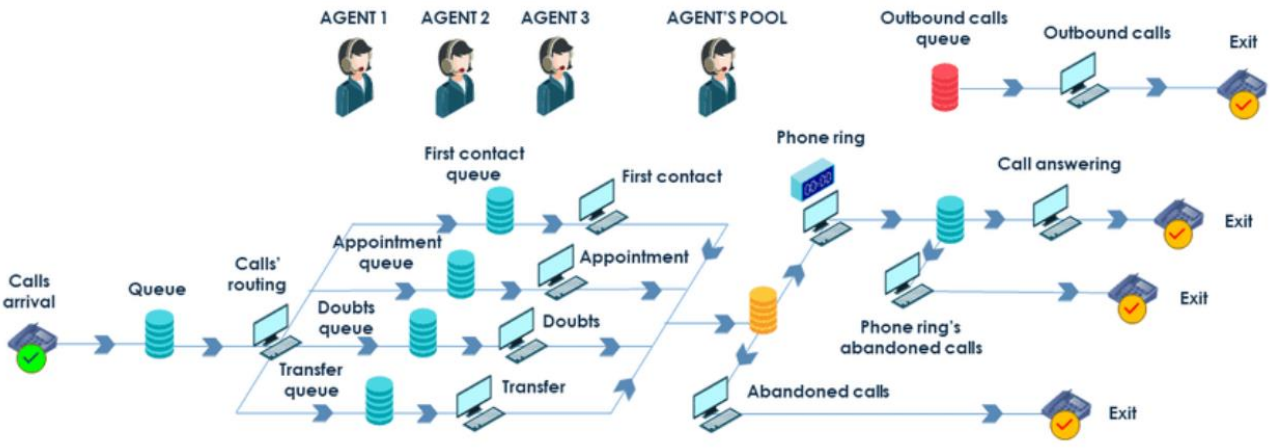


Рис. 2.6. Модель центру обслуговування клієнтів

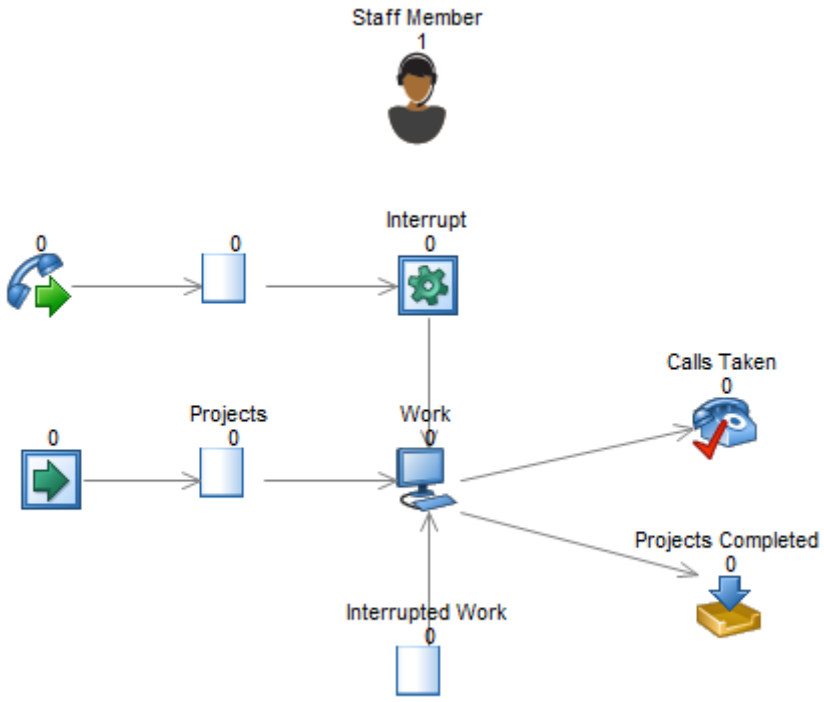


Рис. 2.7. Модель запиту

Метою цього моделювання є дослідження різних аспектів бізнес-процесу обробки запитів, включаючи ефективність, пріоритети та ресурси, необхідні для забезпечення задоволення клієнтів і оптимізації роботи компанії. Модель дозволяє проводити експерименти та вносити зміни для покращення бізнес-процесу обробки запитів. Цей опис допоможе провести аналіз і оптимізацію бізнес-процесу.

На основі цього процесу написано код для моделювання описаного процесу заявок на мові програмування Python (Додаток А.)

Цей код створює модель імітації бізнес-процесу обробки запитів із двух різних джерел: дзвінків та електронних листів. Після запуску симуляції бачимо повідомлення про обробку кожного запиту разом із інформацією про тип запиту, пріоритет і складність. Симуляція відтворює обробку запитів випадковим чином і вказує час, коли кожний запит був оброблений.

Розширив код, додавши більше ресурсів та логіки для обробки пріоритетів та завдань різної складності. Врахував час надходження запитів у різні часи доби. **Код представлено (Додаток А).**

В результаті роботи коду, виводяться повідомлення щодо надходження та обробки запитів, включаючи дату та час, тип запиту, пріоритет і складність. Таким чином, цей код дозволяє моделювати обробку запитів в умовах змінної навантаженості з різними часами надходження та характеристиками запитів.

Робочий персонал:

- Існує три відповідні рівні працівників для кожного типу пріоритету клієнта, а також працівник нульового рівня, який проходить навчання для того, щоб працівник нульового рівня, який навчається, щоб стати працівником першого рівня.

- Кожен працівник спеціалізується на одному з типів продуктів. Якщо співробітникам доручати завдання, які не є їхньою спеціалізацією, це займе більше часу на обробку запиту.

- Також слід враховувати, що працівники компанії перебувають на різних етапах розвитку навичок, і працівники також просуватимуться на різні рівні на різні рівні в різний час.

- Чотири зміни працівників забезпечать наявність принаймні однієї робочої зміни та трьох змін для відпочинку.

- У нічні зміни працюватиме менше працівників.

- На різних рівнях існує плинність кадрів з різною швидкістю.

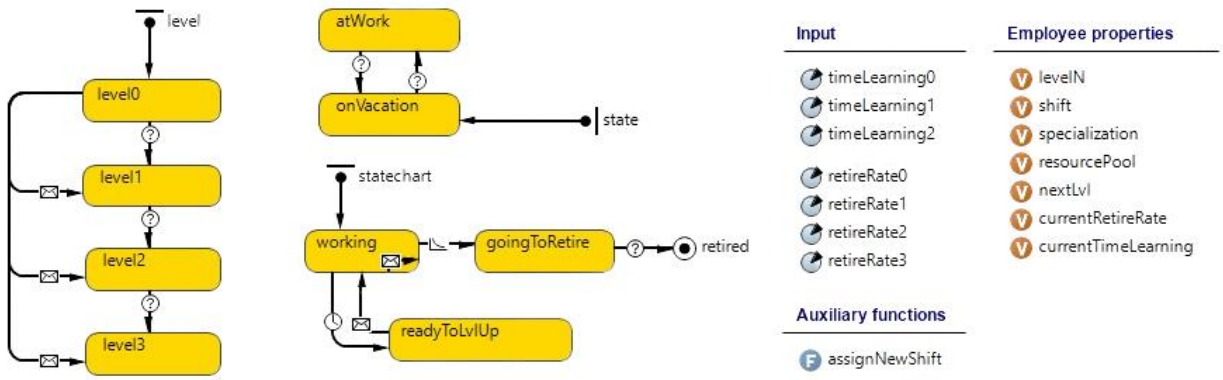


Рис. 2.8. Модель робочого персоналу

В цілому, це моделювання дозволяє дослідити, як різні рівні навичок та спеціалізації працівників впливають на обробку запитів з різними пріоритетами та складностями в організації. Воно також враховує графік роботи та різницю в робочому часі впродовж доби, що допомагає реалістично моделювати роботу бізнес-процесу. Цей опис відображає реалістичні умови та процеси компанії щодо обслуговування клієнтів.

На основі цього процесу написано код для моделювання описаного процесу робочого персоналу на мові програмування Python (Додаток Б).

Цей код моделює роботу працівників на різних рівнях та змінах і допомагає досліджувати, як розподіл працівників впливає на обробку запитів у вказаних умовах. За допомогою цього коду провів імітаційні експерименти для аналізу та оптимізації бізнес-процесу "Обслуговування клієнтів".

Для проведення імітаційних експериментів та аналізу бізнес-процесу "Обслуговування клієнтів" змінив параметри моделі і спостерігав, як це впливає на продуктивність та час очікування клієнтів. Розглянув два сценарії: збільшення кількості працівників та змін у робочих змінах для оптимізації бізнес-процесу.

Збільшення кількості працівників:

Додав більше працівників на кожному рівні та зміні для підвищення продуктивності.

Оптимізація робочих змін:

Змінив розподіл працівників на різних рівнях та змінах таким чином, щоб було більше працівників у нічний час, коли час очікування клієнтів коротший.

Код для збільшення кількості працівників (Додаток Б).

Цей код моделює роботу групи працівників у багаторівневій організації.

Код для оптимізації робочих змін (Додаток Б).

Цей код моделює роботу групи працівників з різною кількістю на кожному рівні і в кожній зміні, а також демонструє, як вони розпочинають і завершують свою роботу протягом певного часу моделювання.

Процес обробки:

- Коли запит надходить, він не може пропустити перший рівень, але може бути вирішений на будь-якому рівні.

- Якщо завдання вважається завданням третього рівня, воно автоматично переходить з першого рівня на третій, пропускаючи другий рівень.

- Запити поштою працюють аналогічно до телефонних запитів і переходять з рівня на рівень залежно від від типу продукту або спеціалізації.

- Дзвінок може бути перенаправлений на співробітника вищого рівня, тільки якщо є хтось, хто може відповісти на дзвінок. Якщо на момент переадресації немає вільного співробітника, співробітники повинні тримати абонента на телефоні, поки не з'явиться співробітник вищого рівня. Якщо є кілька доступних працівників, дзвінок буде переведений на працівника з відповідною спеціалізацією.

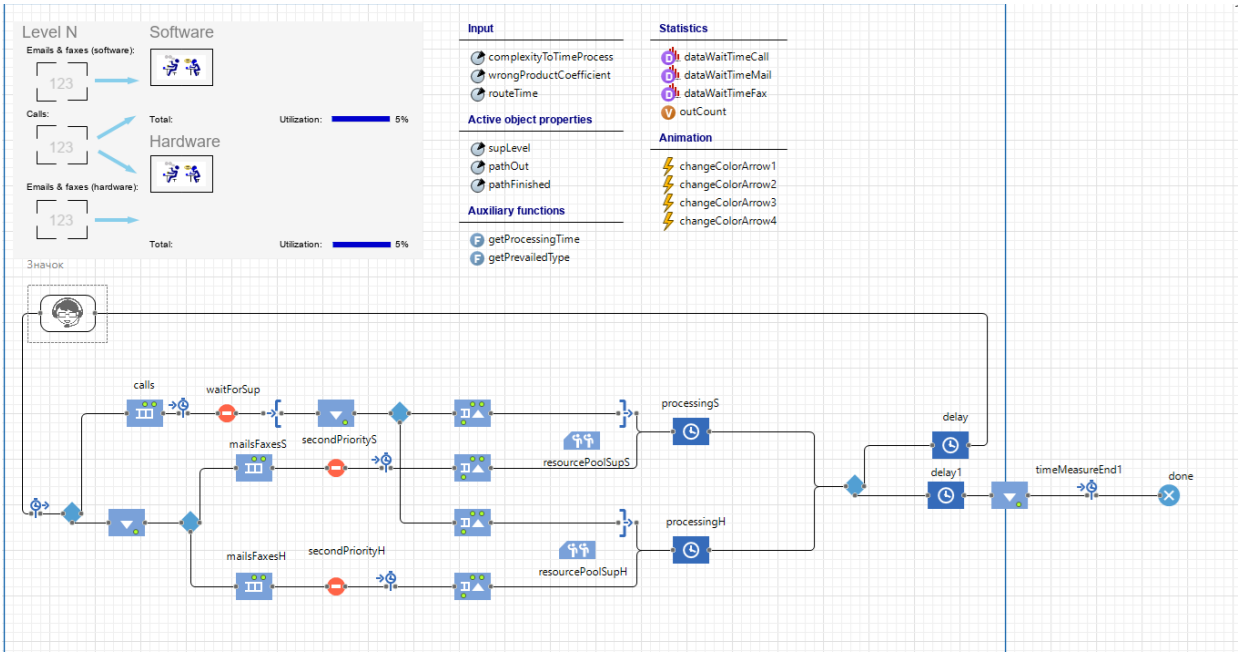


Рис. 2.9. Модель надрівня 2

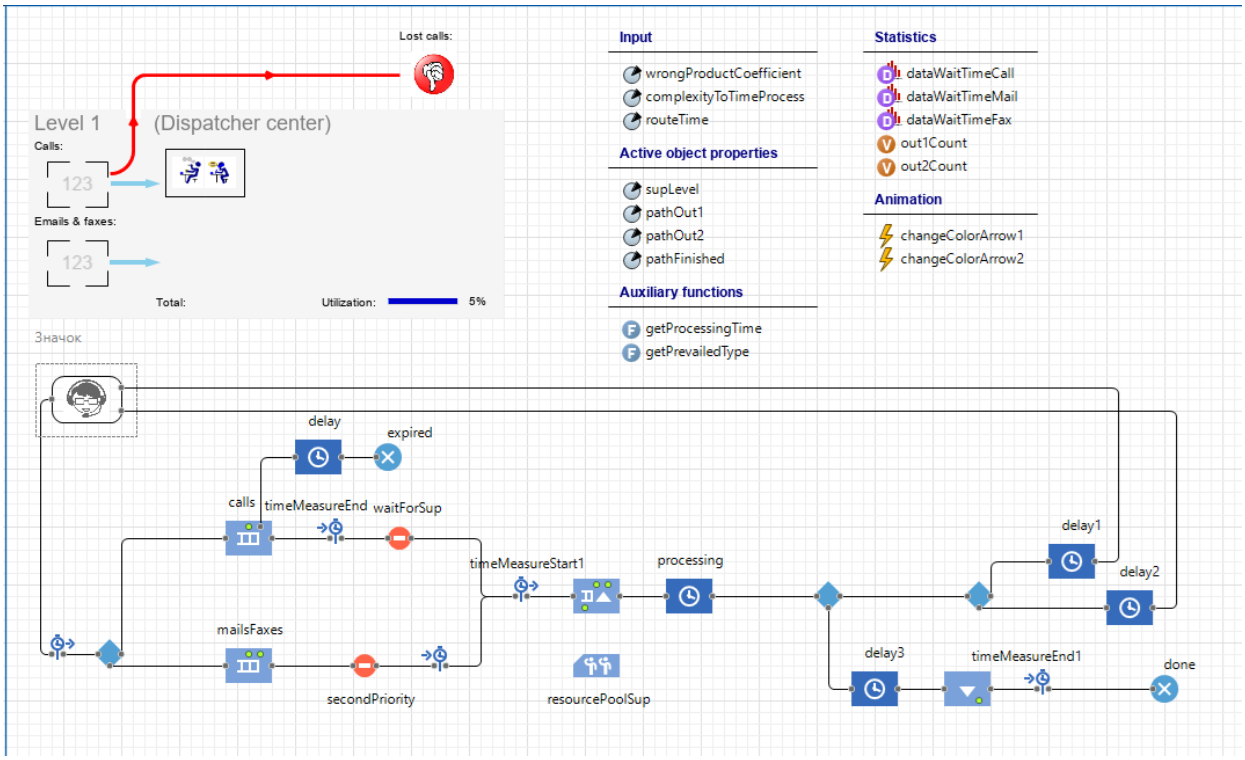


Рис. 2.10. Модель надрівня 1

Ця модель дозволяє ефективно керувати різними типами запитів та їхньою обробкою в організації, забезпечуючи, що важкі чи важливі завдання будуть вирішені належним чином та за потреби перенаправляються на вищі рівні для надання належної уваги.

На основі цього процесу було зроблено код для моделювання описаного процесу переробка на мові програмування Python (Додаток В).

Цей код моделює бізнес-процес обробки клієнтських запитів з різним пріоритетом та складністю завдань на двух рівнях обслуговування.

Наступний код створює імітаційну модель обслуговування клієнтів на основі опису процесу переробки. Час виконання буде залежати від кількості клієнтів, їх типу (дзвінок, електронний лист) та складності завдань. У кожного клієнта є випадковий час обробки запиту, і весь процес буде тривати, доки не буде виконано умову завершення.

Код представлено (Додаток В.)

Цей код моделює процес обробки клієнтських запитів на різних рівнях пріоритету та складності завдань у середовищі імітації.

Ці коди моделюють бізнес-процес обробки клієнтських запитів у компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті". Вони можуть бути корисними для компанії у такий спосіб:

1. Оптимізація ресурсів: Ці коди допомагають оптимізувати використання ресурсів компанії, таких як робочі зони та працівники різних рівнів пріоритету. Вони дозволяють ефективно розподілити клієнтські запити відповідно до їхнього пріоритету та складності завдань.

2. Зменшення часу очікування клієнтів: Імітація дозволяє компанії передбачити, як краще організувати обробку запитів, щоб зменшити час очікування клієнтів, особливо тих, які мають високий пріоритет, наприклад, дзвінки.

3. Складність обробки: Коди допомагають керувати складністю обробки завдань. Наприклад, завдання третього рівня автоматично переходять на третій рівень, а це дозволяє зберегти час і зусилля, які б інакше витрачалися на надсилання на другий рівень.

4. Моніторинг та статистика: Ці коди надають можливість компанії вести моніторинг роботи та збирати статистику. Вони можуть вимірювати загальну кількість клієнтів, середній час обробки та інші показники продуктивності.

Для впровадження цих кодів у компанії ТОВ "Сервіс Ай Ті", вже зроблено такі кроки:

1. Аналіз поточного бізнес-процесу: Перш ніж впроваджувати коди, компанія повинна ретельно проаналізувати свій поточний бізнес-процес обробки клієнтських запитів.

2. Параметризація кодів: Коди можуть бути параметризовані для відображення особливостей компанії, таких як кількість рівнів пріоритету, кількість працівників тощо.

3. Навчання та тестування: Персонал компанії повинен бути навчений користуватися цими кодами та участь у тестуванні їх функціональності для забезпечення правильної роботи.

4. Запуск кодів у виробництво: Після навчання та тестування коди можуть бути впроваджені в реальний бізнес-процес компанії.

5. Моніторинг та оптимізація: Після впровадження важливо моніторити роботу імітації та збирати дані для подальшої оптимізації бізнес-процесу.

З впровадженням цих кодів компанія ТОВ "Сервіс Ай Ті" може покращити ефективність та продуктивність обробки клієнтських запитів, зменшити час очікування клієнтів та покращити якість обслуговування. Результати представлено на рис. 2.11- 2.19.

Результати імітаційної моделі

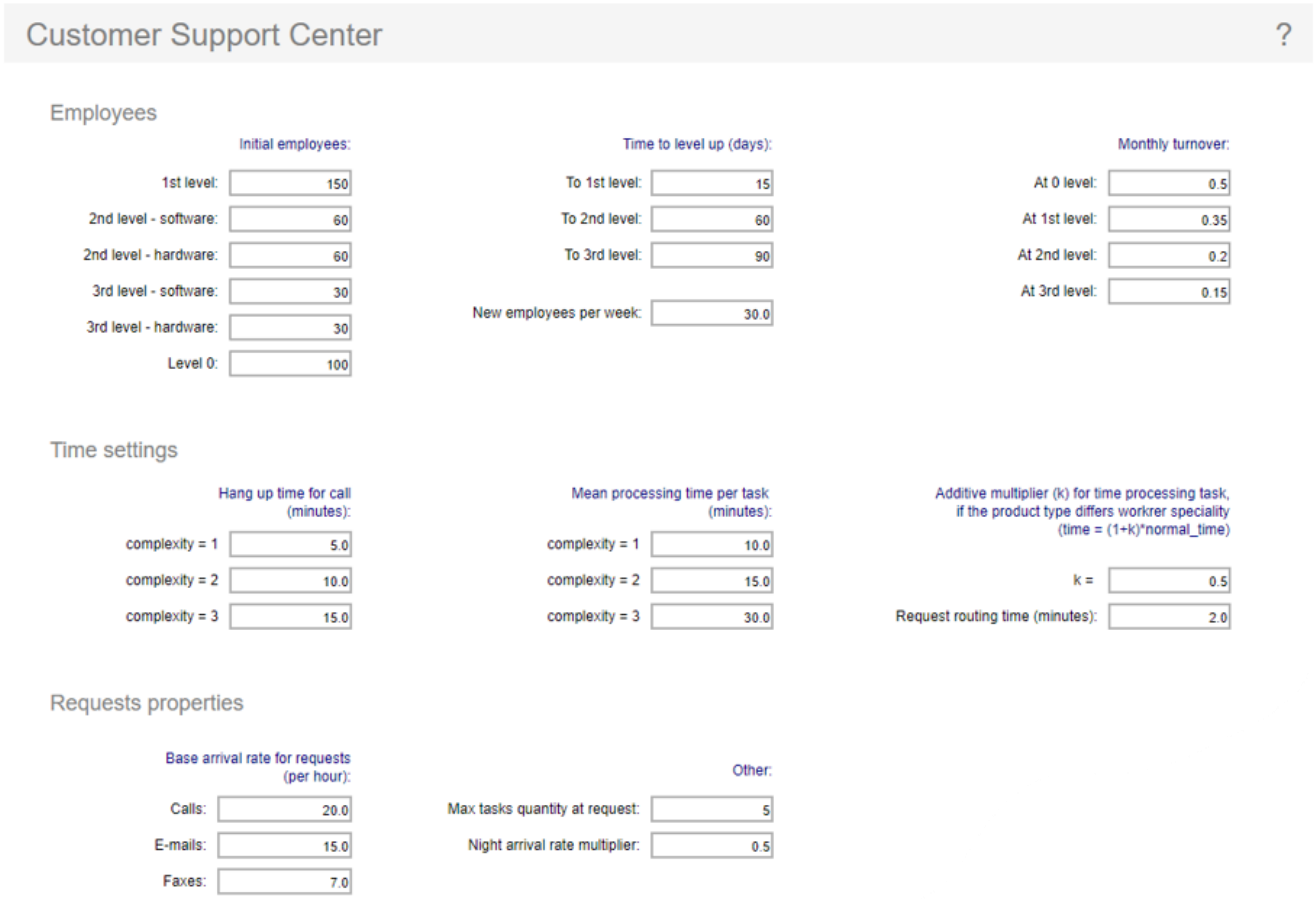


Рис. 2.11. Симуляція моделі



Рис. 2.12. Анімація моделі

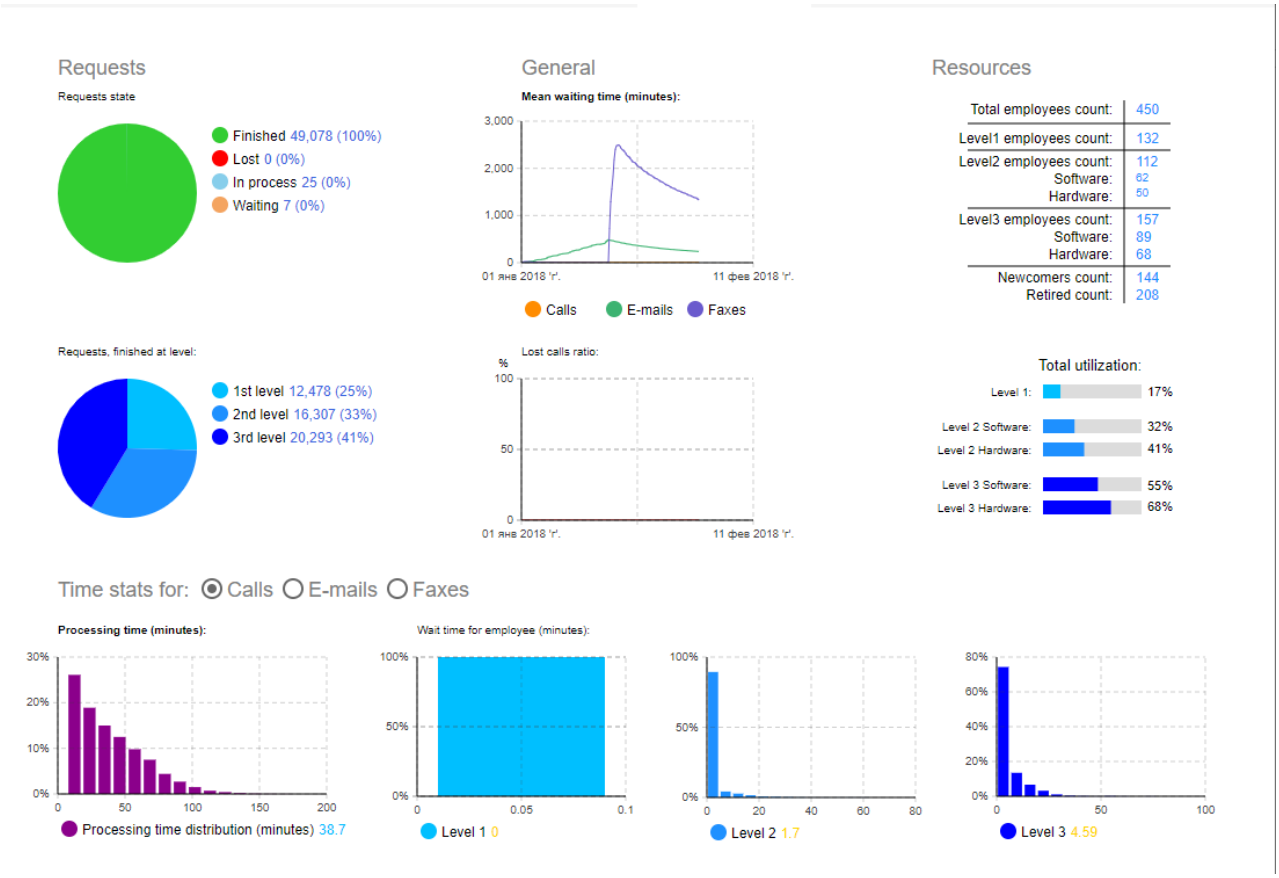


Рис. 2.13. Статистика моделі

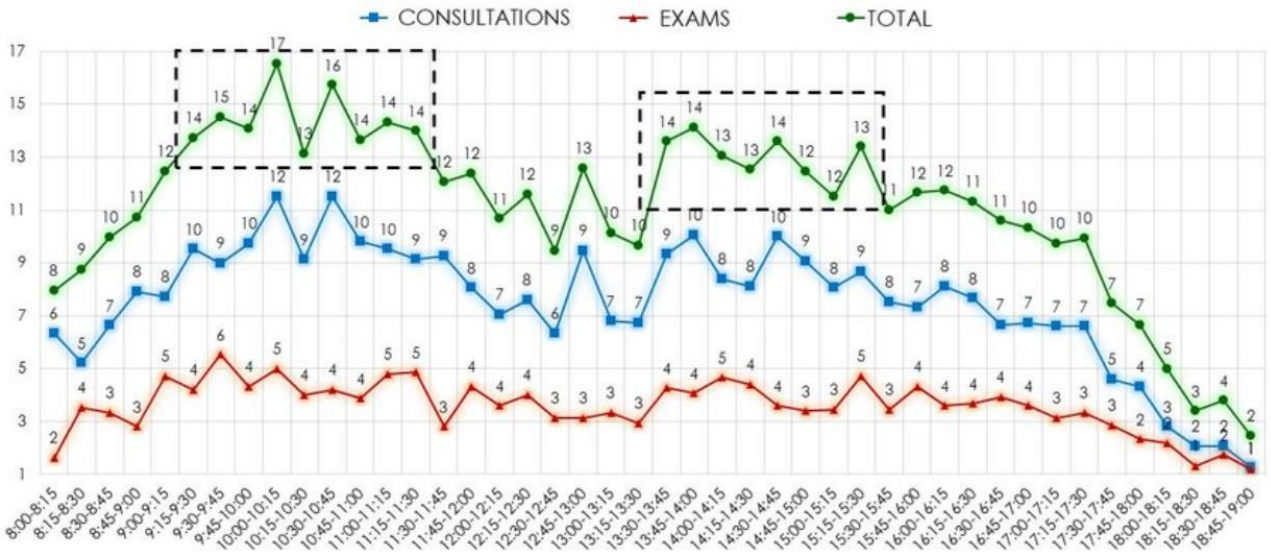


Рис. 2.14. Статистика дзвінків

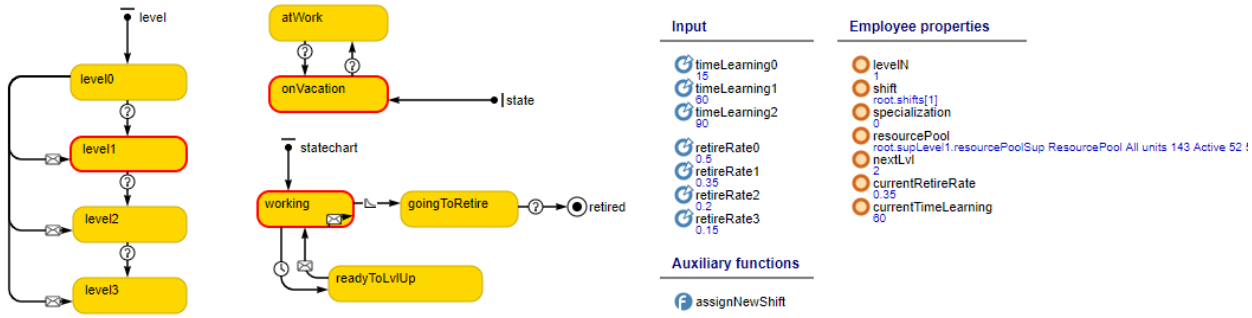


Рис. 2.15. Результат моделі працівників

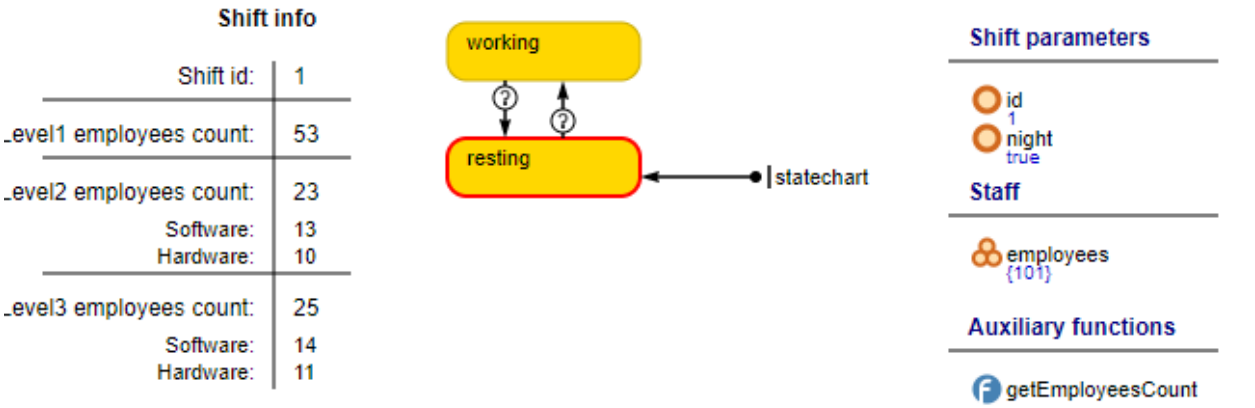


Рис. 2.16. Результат параметрів зсуву

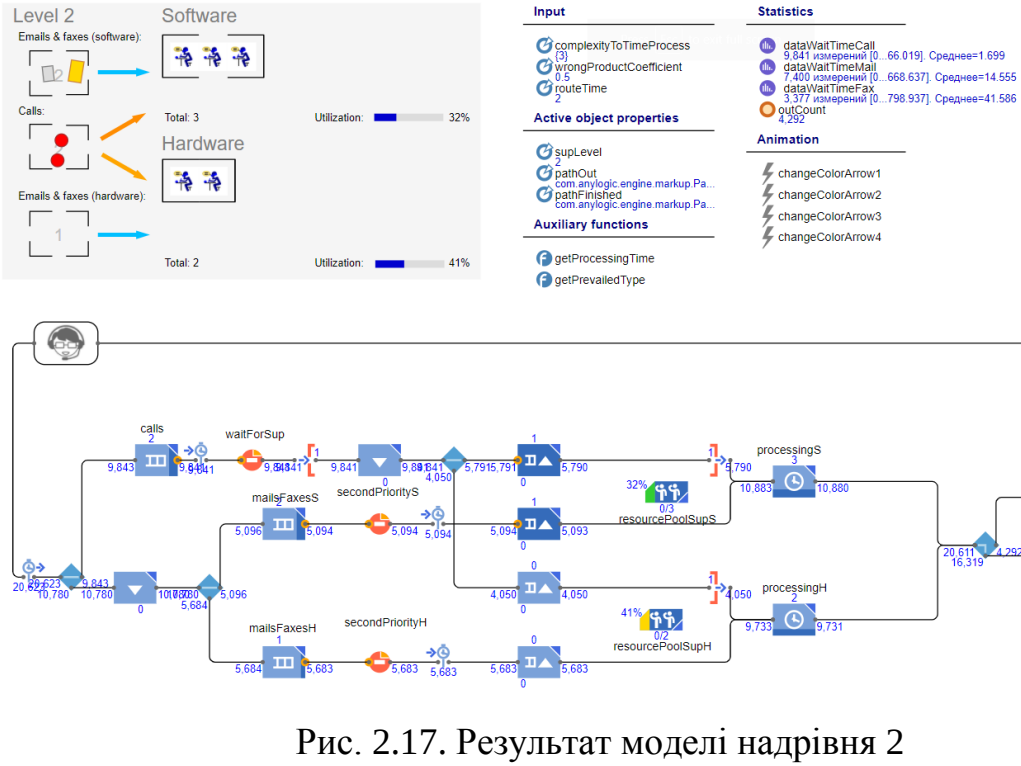


Рис. 2.17. Результат моделі надрівня 2

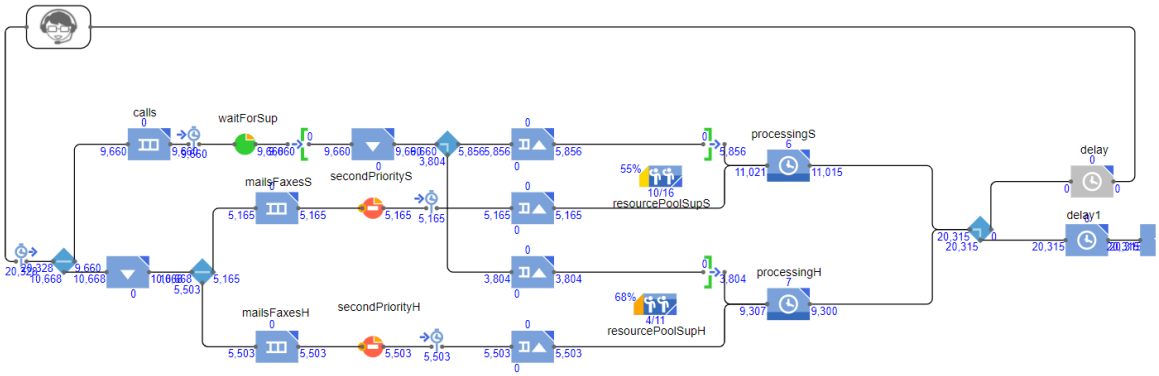


Рис. 2.18. Результат моделі надрівня 3

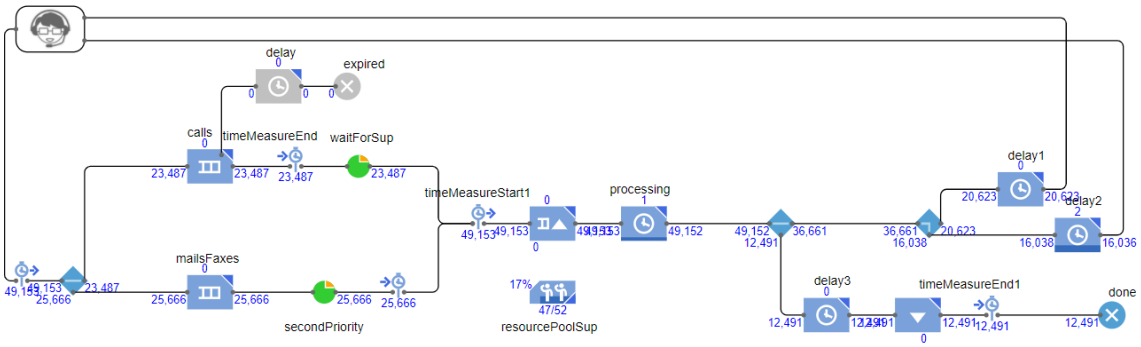


Рис. 2.19. Результат моделі надрівня 1

За наданим описом, модель "Обслуговування клієнтів" відтворює аспекти реального бізнес-процесу, а саме отримання та обробку запитів від клієнтів у форматі дзвінків та електронних листів з різними рівнями пріоритету, а також

розподіл цих запитів між працівниками з різними навичками та рівнями пріоритету.

Цю імітаційну модель обслуговування клієнтів, можна впровадити в компанію ТОВ 'Сервіс Ай Ті'.

РОЗДІЛ 3.ВИЗНАЧЕННЯ СТРАТЕГІЇ РОЗВИТКУ КОМПАНІЇ ТОВ "СЕРВІС АЙ ТІ"

Аналіз впливу імітаційної моделі на діяльність компанії:

Аналіз впливу створеної імітаційної моделі на діяльність компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті' [21], включає в себе оцінку, як модель може покращити або вплинути на різні аспекти бізнес-процесу.

- **Покращення обробки запитів:** Імітаційна модель дозволяє оптимізувати процес обробки клієнтських запитів, дотримуючись пріоритетів і розподіляючи завдання ефективно між працівниками. Це призводить до скорочення часу очікування для клієнтів і покращення їхнього задоволення.

- **Ефективне використання ресурсів:** Модель допомогає оптимізувати використання працівників і розподіляє їх відповідно до навичок та спеціалізації [28]. Це зменшить неефективність та зайве перекриття завдань, що призведе до зниження витрат.

- **Підвищення рівня обслуговування:** Завдяки точній розподілі завдань і пріоритетів, компанія підвищує якість обслуговування клієнтів. Більш точна і швидка реакція на важливі запити (наприклад, телефонні дзвінки) позитивно позначається на репутації компанії.

- **Оптимізація витрат:** Модель дозволяє компанії ефективніше використовувати ресурси, включаючи робочу силу [22]. Це призводить до зменшення витрат на зарплату і підвищує рентабельність.

- **Аналіз часу надходження запитів:** Модель допомогає компанії аналізувати час надходження запитів і приймати стратегічні рішення щодо графіків роботи працівників, наприклад, вночі або під час пікових годин.

- **Аналіз навчання і розвитку персоналу:** Модель служить інструментом для оцінки рівнів навичок працівників і їхнього навчання. Вона допомогає визначати, коли працівник готовий перейти на вищий рівень.

- **Моніторинг та аналітика:** Модель забезпечує дані для моніторингу ефективності бізнес-процесу та можливості аналізу для подальшого вдосконалення [29].

Удосконалення та оптимізація бізнес-процесу:

На основі результатів моделювання бізнес-процесу "Обслуговування клієнтів" виявляє ряд можливостей для оптимізації та покращення цього процесу [23].

Вдосконалення розподілу завдань: При розподілі завдань серед працівників враховує їхню спеціалізацію та рівень навичок.

Врахування часу надходження запитів: Оскільки час надходження запитів варіюється, розглянув можливість регулювання графіків роботи працівників для оптимального використання ресурсів.

Автоматизація деяких завдань: Певні типи завдань, які відповідають критеріям низького рівня складності і повторюваності, бувають автоматизовані. Це заощадить час працівників для більш важливих завдань.

Відслідковування та аналіз продуктивності: Використовували імітаційну модель для постійного моніторингу продуктивності працівників та робочого процесу. Аналізували дані для ідентифікації можливих тенденцій та слабких місць.

Зменшення часу очікування клієнтів: Досягнення найважливіших клієнтів, таких як телефонні дзвінки, має високий пріоритет. Забезпечує можливість якнайшвидшої відповіді на такі запити.

Співпраця з клієнтами: Розглянули можливість впровадження системи відстеження запитів для клієнтів, яка б дозволила їм слідкувати за статусом своїх запитів та отримувати сповіщення про їхню обробку.

Регулярний аудит імітаційної моделі: Треба регулярно аудитувати та оновлювати імітаційну модель, враховуючи зміни в бізнес-процесі та поправки.

Залучення працівників до оптимізації: Запропонували працівникам брати активну участь у процесі оптимізації бізнес-процесу. Вони можуть надавати важливу інформацію і спостереження з першої руки.

Розгляд можливостей для розширення: Якщо модель успішно впроваджується і призводить до покращень, треба розглянути можливість розширення її застосування на інші бізнес-процеси в компанії.

Аналіз результатів імітаційного моделювання для компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті' вказує на кілька важливих висновків та можливих дій:

Час обробки запитів: Модель показала, що у напружені години доби час обробки запитів збільшується, особливо для телефонних дзвінків. Це вказує на необхідність підвищення кількості працівників у цей період або впровадження ефективних стратегій обробки.

Ресурси та спеціалізація: За допомогою моделі визначається оптимальний розподіл працівників за рівнями пріоритету та спеціалізацією. Це допомогає уникнути перевантаження та підвищити якість обслуговування.

Запити різних типів: Результати показали, що телефонні дзвінки мають найвищий пріоритет. Таким чином, рекомендовано виділити додаткові ресурси для обробки цих запитів.

Планування розвитку: Імітаційна модель допомагає у прогнозуванні розвитку компанії та визначенні оптимальних стратегій. Наприклад, якщо компанія планує розширення, вона може використовувати модель для оцінки впливу цього рішення на продуктивність та витрати.

Якість обслуговування: Модель дозволяє аналізувати різні сценарії та визначати, як можна підвищити якість обслуговування клієнтів. Наприклад, впровадження додаткової підготовки працівників може позитивно вплинути на цей показник.

Загалом, імітаційне моделювання стало потужним інструментом для компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті' у розумінні і покращенні своєї діяльності. Результати дослідження допоможуть виявити області для оптимізації та вдосконалення бізнес-процесів, а також вирішити питання стратегії розвитку.

На основі результатів імітаційного моделювання та аналізу впливу на діяльність компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті', можемо надати наступні рекомендації:

Оптимізувати розподіл ресурсів:

- Приділити більше уваги вищому пріоритету телефонних дзвінків. Розглянути можливість збільшення кількості працівників, які відповідають на дзвінки у періоди пікового навантаження.

- Перерозподілити працівників відповідно до їхньої спеціалізації, щоб забезпечити кращу ефективність обробки запитів.

Вдосконалити планування робочого часу:

- Розробити оптимальний графік робочих змін працівників, з урахуванням варіабельності часу надходження запитів.

- Звернути увагу на планування робочого часу в нічний період, де може бути потрібно менше працівників.

Підвищити якість обслуговування:

- Проводити навчання працівників для покращення їхніх навичок та зменшення часу обробки запитів.

- Ввести систему перевірки якості обслуговування та збору відгуків від клієнтів.

Стратегія розвитку:

- Врахувати результати моделювання при плануванні стратегії розвитку компанії. Розглянути можливості розширення бізнесу та вплив цього рішення на потребу у ресурсах.

- Вивчити можливості впровадження нових послуг або продуктів, щоб розширити свій ринок.

Система контролю та відстеження: Розробити систему контролю та відстеження ефективності запропонованих змін та покращень, щоб переконатися, що вони досягають мети.

Стратегічні рішення: Враховувати результати імітаційного моделювання при прийнятті стратегічних рішень щодо розвитку бізнесу, розподілу ресурсів та залученні нових клієнтів.

Внутрішні процеси: Провести аудит внутрішніх процесів компанії, щоб виявити можливі області оптимізації та автоматизації.

Аналіз конкурентів: Вивчити, які стратегії та підходи використовують конкуренти у галузі обслуговування клієнтів. Це дозволить знайти нішу для покращення та диференціації бізнесу.

Надійність системи інформаційної підтримки: Впевнитися, що інформаційні системи працюють надійно та забезпечують швидкий доступ до інформації, необхідної для обслуговування клієнтів.

Співпраця зі спеціалізованими партнерами: Розглянути можливість співпраці зі спеціалізованими компаніями або партнерами, які можуть надавати додаткові послуги, такі як навчання персоналу або консультації з покращення обслуговування клієнтів.

Заохочення та мотивація персоналу: Створити систему заохочення та мотивації для персоналу. Задачею є підвищення задоволеності працівників та підтримка їхньої відданості компанії.

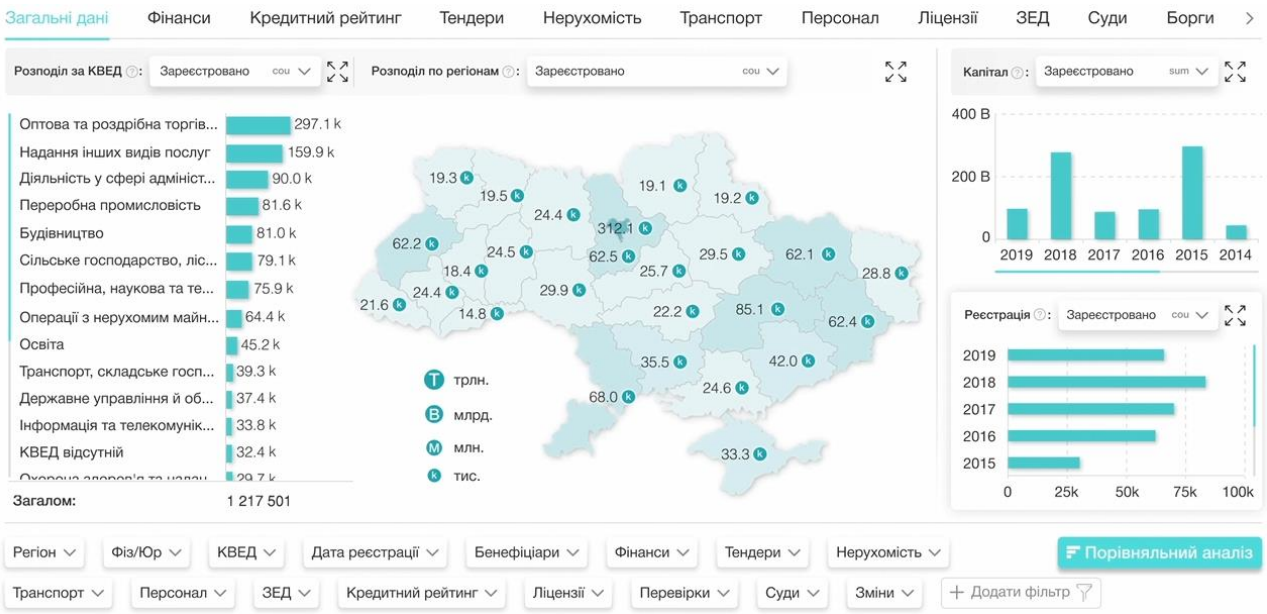


Рис. 3.1. Аналіз ринку компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті'

Реалізація цих рекомендацій допоможе компанії покращити якість обслуговування клієнтів, підвищити ефективність та підвищити конкурентоспроможність на ринку.

Завдяки імітаційному моделюванню ТОВ 'Сервіс Ай Ті' може раціонально планувати та управляти своєю діяльністю, покращити якість обслуговування клієнтів та досягти більшої ефективності в веденні бізнесу.

ВИСНОВКИ

Магістерська робота, присвячена моделюванню бізнес-процесу обслуговування клієнтів у компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті', становить значущий внесок у сферу покращення обслуговування клієнтів і підвищення конкурентоспроможності компанії. Імітаційне моделювання виявилося потужним інструментом для аналізу бізнес-процесів та визначення оптимальних стратегій розвитку.

У розділі 1 була проведена загальна характеристика теми магістерської роботи, обґрунтована її актуальність і визначено мету дослідження. Було проведено аналіз стану питання та сформульовані завдання для виконання дослідження. Крім того, було оголошено структуру магістерської роботи та визначено методи дослідження.

У розділі 2 була детально розглянута діяльність компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті', зокрема бізнес-процес обслуговування клієнтів. Визначено ключові поняття та параметри моделі, включаючи рівні обслуговування, пріоритети та спеціалізацію працівників. Було створено імітаційну модель, що відтворює процеси обробки запитів та взаємодії працівників на різних рівнях. Модель була використана для аналізу результатів обслуговування та визначення факторів, що впливають на продуктивність та якість обслуговування клієнтів.

За допомогою імітаційного моделювання було виявлено ряд суттєвих факторів, які впливають на продуктивність та якість обслуговування клієнтів. Основні результати включають:

- Розподіл робочої сили та ресурсів відповідно до типу запитів та їхньої складності дозволяє оптимізувати час обробки і покращити реакцію на важкі запити.

- Виділення ролі навчання та розвитку працівників допомагає підготувати висококваліфіковані кадри, які здатні забезпечити високу якість обслуговування клієнтів.

- Моделювання також показало, що маркетингові заходи мають великий вплив на обсяги запитів. Слід надавати пріоритет маркетинговим кампаніям, які привертають клієнтів з менш вимогливими запитами.

- Використання системи звітності дозволяє контролювати результати обслуговування та швидко реагувати на виниклі проблеми.

У розділі 3 проводився аналіз впливу імітаційної моделі на діяльність компанії. Виявлено, що моделювання дозволило оптимізувати алокацію ресурсів, підвищити кваліфікацію персоналу, ефективно вплинути на результати маркетингових заходів та поліпшити систему звітності. Імітаційна модель стала потужним інструментом для визначення стратегій розвитку компанії та підвищення її конкурентоспроможності.

Імітаційне моделювання має великий потенціал для оптимізації обслуговування клієнтів у компанії ТОВ 'Сервіс Ай Ті'. Воно дозволяє покращити реакцію на запити клієнтів, підвищити якість обслуговування та ефективність внутрішніх процесів. Результати дослідження можуть бути використані для розробки та впровадження стратегій розвитку компанії з метою збільшення її успішності на ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буртняк. І.В. Імітаційне моделювання: методичні рекомендації методичні рекомендації для студентів спеціальності економічна кібернетика. Івано-Франківськ: 2019. 97 с.. URL: http://surl.li/lbllh (дата звернення: 05.09.2023).

2. Гузенко С. Бізнес-процеси інтернет-магазину та їх оптимізація. 2023. URL:https://wezom.com.ua/ua/blog/biznes-processy-internet-magazina-i-ih-optimizaciya (дата зверення: 02.10.2023).

3. Етапи імітаційного моделювання. 2023. URL: http://surl.li/mnokq (дата звернення: 27.10.2023).

4. Загвойська Л. Д. Імітаційне моделювання у дослідженні складних систем. 2021. URL:https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsiyne-modelyuvannya-u-doslidzhenni-skladnih-sistem/viewer (дата звернення: 05.09.2023).

5. Імітаційне моделювання. 2019-2022.
URL: http://ni.biz.ua/5/5_3/5_32577_imitatsionnoe-modelirovanie.html
(дата звернення: 25.10.2023).

6. Імітаційне моделювання. Поняття імітаційного моделювання та імітаційної моделі.
URL:https://pns.hneu.edu.ua/pluginfile.php/293334/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%B0%2023.pdf (дата звернення: 11.09.2023).

7. Лобачева І. Ф. Моделювання ефективності використання фінансових ресурсів підприємства / Лобачева І. Ф., Даценко Г.В., Кудирко О.М. // Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління / Бухгалтерський облік, аналіз та аудит (за видами діяльності). № 7 (2023). URL: https://reicst.com.ua/pmt/article/view/2023-7-09-01 (дата звернення: 25.10.2023).

8. Лобода О. М. Застосування імітаційного моделювання. 2020. URL: http://www.tnv-econom.ksauniv.ks.ua/index.php/journal/article/view/200/197
DOI: 10.32851/2708-0366/2021.9.16 (дата звернення: 25.10.2023).

9. Лобода О. М. Застосування імітаційного моделювання та програмних комплексів при реалізації інноваційних проектів в економічних системах / Лобода О. М. // Ефективна економіка.
URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/11_2020/61.pdf DOI: 10.32702/2307-2105-2020.11.59 (дата звернення: 06.09.2023).

10. Моделювання. Моделювання бізнес-процесів.
URL:https://www.ibm.com/blog/business-process-modeling/
(дата звернення: 11.09.2023).

11. Оптимізація бізнес-процесів підприємства. 2020.
URL:https://pns.hneu.edu.ua/pluginfile.php/514719/mod_resource/content/0/%D0%A24_%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F.pdf
(дата звернення: 03.10.2023).

12. Основні етапи побудови імітаційної моделі. URL: http://surl.li/mnoni (дата звернення: 27.10.2023).

13. Прокопенко М. О. Удосконалення класифікації бізнес-процесів підприємств / Прокопенко М. О.// Ефективна економіка. 2021.
URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2021/204.pdf DOI: 10.32702/2307-2105-2021.12.202 (дата звернення: 25.10.2023).

14. Соколовська З. М. Імітаційні моделі діяльності ІТ-фірм на платформі Anylogic / Соколовська З. М., Яценко Н.В. // СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ МОДЕЛЮВАННЯ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ. Матеріали XI міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції. Братислава-Харків-2019. Електронне видання. Збірка тез доповідей конференції. URL: https://mpsesm.org/book/2019/thesis04-787.html (дата звернення: 03.10.2023).

15. Сутність імітаційного моделювання. 2020
URL: http://surl.li/mnmyt (дата звернення: 25.10.2023).

16. Управління бізнес-процесами.
URL:https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/business-process-management-bpm (дата звернення: 01.10.2023).

17. Уривський Л. О., МошинськаА. В.,Осипчук С. О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях.2022.
URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48473/1/Imit_model.pdf (дата звернення: 06.09.2023).

18. Analysis of Simulation Results. Frontline Solvers. URL: https://www.solver.com/simulation-analysis (date of application: 25.10.2023).

19. Anna B., Piotr P. Simulation Modeling in Production Effectiveness Improvement–CaseStudy.2020-2021.
URL: http://surl.li/nocwp (date of application: 07.09.2023).

20. Business Process Modelling.
URL:https://www.businessballs.com/performance-management/business-process-modelling/ (date of application: 02.10.2023).

21. Business process analysis (BPA) explained. 2022.
URL: https://asana.com/ru/resources/business-process-analysis
(date of application: 01.10.2023).

22. Evon Abu-Taieh. Simulation Modelling Practice and Theory. 2019. URL: https://www.intechopen.com/chapters/65287 (date of application: 07.09.2023).

23. Jairo A Martins. What is a Model, Method and Technique in a project. 2020.
URL:https://www.linkedin.com/pulse/what-model-method-technique-project-jairo-aparecido-martins (date of application: 30.10.2023).

24. Jason A. Typical Applications of Simulation Software. 2023. URL: https://www.goodfirms.co/simulation-software/blog/typical-applications-simulation-software (date of application: 30.10.2023).

25. Jon S. Expert Simulation Modeling Best Practices. 2021.
URL:https://www.simwell.io/en/blog/simulation-best-practices
(date of application: 08.09.2023).

26. Juan M. Duan. What is a Simulation Model? 2020.
URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s11023-020-09520-z
(date of application: 08.09.2023)

27. Kurt C. Types of simulation models used in data analytics. 2023. URL: https://www.techtarget.com/searchbusinessanalytics/tip/Types-of-simulation-models-used-in-data-analytics (date of application: 27.10.2023).

38. Modeling and simulation. 2019. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Modeling_and_simulation (date of application: 30.10.2023).

29. Modelling & Simulation. 2023. URL:https://www.tutorialspoint.com/modelling_and_simulation/modelling_and_simulation_quick_guide.htm (date of application: 30.10.2023).

30. Mohammad S Jalali. Evolution and Reproducibility of Simulation Modeling in Epidemiology and Health Policy Over Half a Century. 2021. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8763126/ (date of application: 09.09.2023).

31. Phases of a simulation project. 2021. URL: https://softwaresim.com/blog/the-9-phases-of-a-simulation-project/ (date of application: 30.10.2023).

32. Ronald S. How to improve and optimize business processes, step by step. 2022. URL:https://www.techtarget.com/searchcio/tip/How-to-improve-and-optimize-business-processes-step-by-step (date of application: 03.10.2023).

33. Simulation Software. URL:https://www.trustradius.com/simulation#:~:text=Best%20Simulation%20Software%20include%3A,Anylogic%20and%20Ansys%20SCADE%20Suite. (date of application: 01.10.2023).

34. Simul8. URL: https://www.enginsoft.com/solutions/simul8.html (date of application: 02.10.2023).

35. Simul8 Professional. URL: https://www.simul8healthcare.com/products/professional (date of application: 02.10.2023).

36. The Model Formulation. 2021. URL: https://www.lindo.com/downloads/LINGO_text/Chapter4.pdf (date of application: 30.10.2023).

37. Theory and foundations of modeling and simulation. 2023. URL: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/00375497231171140 (date of application: 30.10.2023).

38. The process of developing simulation models. 2020 // Modeling and Simulation of Processes in a Factory of the Future. URL: https://www.mdpi.com/2076-3417/10/13/4503 (date of application: 12.09.2023).

39. Tram Nguyen T. B. Simulation modeling -An effective method in doing business and management research / Tram Nguyen T. B. // HO CHI MINH CITY OPEN UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE - ECONOMICS AND BUSINESS ADMINISTRATION. December 2021. 12(1). URL:https://www.researchgate.net/publication/357240749_Simulation_modeling_-An_effective_method_in_doing_business_and_management_research. DOI:10.46223/HCMCOUJS.econ.en.12.1.1916.2022. 2021. (date of application: 10.09.2023).

40. What Is a Customer Service Model. 2022. URL:https://www.indeed.com/career-advice/career-development/customer-service-model (date of application: 02.10.2023).

ДОДАТКИ

Додаток А

```python
import simpy
import random

# Функція, яка симулює обробку запиту
def process_request(env, request, resource):
    yield env.timeout(random.randint(1, 5))  # Моделюємо час обробки
    print(f"Запит оброблено: {request} на ресурсі {resource} в час {env.now}")

# Функція для генерації запитів
def generate_requests(env, resources):
    request_id = 1
    while True:
        yield env.timeout(random.expovariate(1.0 / 5))  # Моделюємо час між запитами
        request_type = random.choice(resources)
        request_priority = random.randint(1, 3)
        request_task_complexity = random.randint(1, 3)
        print(f"Надійшов запит {request_id}: Тип - {request_type}, Пріоритет - {request_priority}, Складність - {request_task_complexity}")
        env.process(process_request(env, request_id, request_type))
        request_id += 1

# Створення середовища моделювання
env = simpy.Environment()

# Список доступних ресурсів
resources = ['дзвінки', 'електронні листи', 'факси']

# Запуск генератора запитів
env.process(generate_requests(env, resources))

# Запуск симуляції
env.run(until=20)  # Моделюємо роботу протягом 20 одиниць часу
```

Код процесу заявок

Результат коду

```
Надійшов запит 1: Тип - дзвінки, Пріоритет - 1, Складність - 3
Запит оброблено: 1 на ресурсі дзвінки в час 5.4598299222738085
Надійшов запит 2: Тип - дзвінки, Пріоритет - 2, Складність - 3
Запит оброблено: 2 на ресурсі дзвінки в час 10.866876261810871
Надійшов запит 3: Тип - дзвінки, Пріоритет - 2, Складність - 1
Надійшов запит 4: Тип - факси, Пріоритет - 1, Складність - 3
Запит оброблено: 4 на ресурсі факси в час 13.78668664372673
Запит оброблено: 3 на ресурсі дзвінки в час 15.071250782729237
Надійшов запит 5: Тип - електронні листи, Пріоритет - 2, Складність - 2
```

Результат коду заявок

```python
import simpy
import random
import datetime

# Функція, яка симулює обробку запиту
def process_request(env, request, resource, priority, complexity):
    yield env.timeout(random.randint(1, 5))  # Моделюємо час обробки
    print(f"{datetime.datetime.now()} - Запит {request} оброблено: Тип - {resource}, Пріоритет - {priority}, Складність - {complexity}")

# Функція для генерації запитів
def generate_requests(env, resources):
    request_id = 1
    while True:
        yield env.timeout(random.expovariate(1.0 / 5))  # Моделюємо час між запитами
        current_time = datetime.datetime.now()
        if 8 <= current_time.hour < 18:  # Напружений час доби з 8:00 до 18:00
            arrival_time = random.uniform(0.5, 2.0)  # Довший час очікування
        else:
            arrival_time = random.uniform(0.1, 1.0)  # Коротший час очікування
        request_type = random.choice(resources)
        request_priority = random.randint(1, 3)
        request_task_complexity = random.randint(1, 3)
        print(f"{current_time} - Надійшов запит {request_id}: Тип - {request_type}, Пріоритет - {request_priority}, Складність - {request_task_complexity}")
        env.process(process_request(env, request_id, request_type, request_priority, request_task_complexity))
        request_id += 1

# Створення середовища моделювання
env = simpy.Environment()

# Список доступних ресурсів
resources = ['дзвінки', 'електронні листи', 'факси']

# Запуск генератора запитів
env.process(generate_requests(env, resources))

# Запуск симуляції
env.run(until=20)  # Моделюємо роботу протягом 20 одиниць часу
```

Розширений код заявок

Результат коду

```
2023-09-27 08:22:30.965559 - Надійшов запит 1: Тип - електронні листи, Пріоритет - 2, Складність - 3
2023-09-27 08:22:30.965756 - Запит 1 оброблено: Тип - електронні листи, Пріоритет - 2, Складність - 3
2023-09-27 08:22:30.965814 - Надійшов запит 2: Тип - дзвінки, Пріоритет - 1, Складність - 3
2023-09-27 08:22:30.968354 - Надійшов запит 3: Тип - факси, Пріоритет - 1, Складність - 2
2023-09-27 08:22:30.968447 - Запит 3 оброблено: Тип - факси, Пріоритет - 1, Складність - 2
2023-09-27 08:22:30.968497 - Запит 2 оброблено: Тип - дзвінки, Пріоритет - 1, Складність - 3
2023-09-27 08:22:30.968535 - Надійшов запит 4: Тип - факси, Пріоритет - 3, Складність - 3
2023-09-27 08:22:30.968611 - Запит 4 оброблено: Тип - факси, Пріоритет - 3, Складність - 3
2023-09-27 08:22:30.968658 - Надійшов запит 5: Тип - факси, Пріоритет - 3, Складність - 2
```

Результат коду

Додаток Б

```python
import simpy
import random

# Створення середовища моделювання
env = simpy.Environment()

# Кількість рівнів працівників та змін
num_levels = 3
num_shifts = 4

# Структура для збереження працівників на різних рівнях та змінах
workers = {level: {shift: [] for shift in range(num_shifts)} for level in range(num_levels)}

# Кількість працівників на кожному рівні та зміні
num_workers = {
    0: [5, 5, 5, 5],  # Нульовий рівень
    1: [10, 10, 10, 10],  # Перший рівень
    2: [7, 7, 7, 7],  # Другий рівень
    3: [3, 3, 3, 3]  # Третій рівень
}

# Функція, яка симулює роботу працівника
def worker(env, level, shift, worker_id):
    while True:
        print(f"Працівник {worker_id} (Рівень {level}, Зміна {shift}) розпочав роботу в {env.now}")
        yield env.timeout(random.randint(4, 8))  # Моделюємо тривалість обробки запиту
        print(f"Працівник {worker_id} (Рівень {level}, Зміна {shift}) завершив роботу в {env.now}")

# Додавання працівників у середовище моделювання
for level in range(num_levels):
    for shift in range(num_shifts):
        for worker_id in range(num_workers[level][shift]):
            worker_process = worker(env, level, shift, worker_id)
            workers[level][shift].append(worker_process)
            env.process(worker_process)

# Запуск симуляції
env.run(until=30)  # Моделюємо роботу протягом 30 одиниць часу
```

Код процесу працівників

Результат коду

```
Працівник 4 (Рівень 1, Зміна 1) розпочав роботу в 10
Працівник 5 (Рівень 1, Зміна 2) завершив роботу в 10
Працівник 5 (Рівень 1, Зміна 2) розпочав роботу в 10
Працівник 9 (Рівень 1, Зміна 2) завершив роботу в 10
Працівник 9 (Рівень 1, Зміна 2) розпочав роботу в 10
Працівник 1 (Рівень 2, Зміна 1) завершив роботу в 10
Працівник 1 (Рівень 2, Зміна 1) розпочав роботу в 10
Працівник 2 (Рівень 2, Зміна 1) завершив роботу в 10
Працівник 2 (Рівень 2, Зміна 1) розпочав роботу в 10
Працівник 2 (Рівень 0, Зміна 0) завершив роботу в 10
Працівник 2 (Рівень 0, Зміна 0) розпочав роботу в 10
Працівник 3 (Рівень 0, Зміна 0) завершив роботу в 10
Працівник 3 (Рівень 0, Зміна 0) розпочав роботу в 10
Працівник 8 (Рівень 1, Зміна 2) завершив роботу в 10
Працівник 8 (Рівень 1, Зміна 2) розпочав роботу в 10
Працівник 4 (Рівень 2, Зміна 1) завершив роботу в 10
Працівник 4 (Рівень 2, Зміна 1) розпочав роботу в 10
Працівник 3 (Рівень 0, Зміна 1) завершив роботу в 11
Працівник 3 (Рівень 0, Зміна 1) розпочав роботу в 11
Працівник 4 (Рівень 2, Зміна 0) завершив роботу в 11
Працівник 4 (Рівень 2, Зміна 0) розпочав роботу в 11
Працівник 0 (Рівень 2, Зміна 1) завершив роботу в 11
Працівник 0 (Рівень 2, Зміна 1) розпочав роботу в 11
Працівник 3 (Рівень 2, Зміна 3) завершив роботу в 11
Працівник 3 (Рівень 2, Зміна 3) розпочав роботу в 11
Працівник 4 (Рівень 0, Зміна 2) завершив роботу в 11
Працівник 4 (Рівень 0, Зміна 2) розпочав роботу в 11
Працівник 2 (Рівень 0, Зміна 2) завершив роботу в 11
Працівник 2 (Рівень 0, Зміна 2) розпочав роботу в 11
Працівник 1 (Рівень 2, Зміна 2) завершив роботу в 11
Працівник 1 (Рівень 2, Зміна 2) розпочав роботу в 11
Працівник 0 (Рівень 0, Зміна 2) завершив роботу в 12
Працівник 0 (Рівень 0, Зміна 2) розпочав роботу в 12
Працівник 9 (Рівень 1, Зміна 0) завершив роботу в 12
Працівник 9 (Рівень 1, Зміна 0) розпочав роботу в 12
Працівник 1 (Рівень 1, Зміна 2) завершив роботу в 12
Працівник 1 (Рівень 1, Зміна 2) розпочав роботу в 12
Працівник 3 (Рівень 1, Зміна 2) завершив роботу в 12
Працівник 3 (Рівень 1, Зміна 2) розпочав роботу в 12
Працівник 1 (Рівень 2, Зміна 0) завершив роботу в 12
Працівник 1 (Рівень 2, Зміна 0) розпочав роботу в 12
Працівник 5 (Рівень 2, Зміна 0) завершив роботу в 12
```

Результат коду працівників

Збільшення кількості працівників:

```
num_workers = {
    0: [10, 10, 10, 10],  # Нульовий рівень
    1: [15, 15, 15, 15],  # Перший рівень
    2: [12, 12, 12, 12],  # Другий рівень
    3: [5, 5, 5, 5]  # Третій рівень
}
```

Код збільшення кількості працівників

Оптимізація робочих змін:

```
num_workers = {
    0: [5, 5, 5, 5],  # Нульовий рівень
    1: [10, 10, 10, 10],  # Перший рівень
    2: [7, 7, 7, 7],  # Другий рівень
    3: [10, 10, 10, 10]  # Третій рівень
}
```

Код оптимізації робочих змін

```python
import simpy
import random

env = simpy.Environment()

num_levels = 3
num_shifts = 4

workers = {level: {shift: [] for shift in range(num_shifts)} for level in range(num_levels)}

num_workers = {
    0: [5, 5, 5, 5],  # Нульовий рівень
    1: [10, 10, 10, 10],  # Перший рівень
    2: [7, 7, 7, 7],  # Другий рівень
    3: [10, 10, 10, 10]  # Третій рівень
}

def worker(env, level, shift, worker_id):
    while True:
        print(f"Працівник {worker_id} (Рівень {level}, Зміна {shift}) розпочав роботу в {env.now}")
        yield env.timeout(random.randint(4, 8))
        print(f"Працівник {worker_id} (Рівень {level}, Зміна {shift}) завершив роботу в {env.now}")

for level in range(num_levels):
    for shift in range(num_shifts):
        for worker_id in range(num_workers[level][shift]):
            worker_process = worker(env, level, shift, worker_id)
            workers[level][shift].append(worker_process)
            env.process(worker_process)

env.run(until=30)
```

Код для збільшення кількості працівників

```python
import simpy
import random

env = simpy.Environment()

num_levels = 3
num_shifts = 4

workers = {level: {shift: [] for shift in range(num_shifts)} for level in range(num_levels)}

num_workers = {
    0: [5, 5, 5, 5],  # Нульовий рівень
    1: [10, 10, 10, 10],  # Перший рівень
    2: [7, 7, 7, 7],  # Другий рівень
    3: [10, 10, 10, 10]  # Третій рівень
}

def worker(env, level, shift, worker_id):
    while True:
        print(f"Працівник {worker_id} (Рівень {level}, Зміна {shift}) розпочав роботу в {env.now}")
        yield env.timeout(random.randint(4, 8))
        print(f"Працівник {worker_id} (Рівень {level}, Зміна {shift}) завершив роботу в {env.now}")

for level in range(num_levels):
    for shift in range(num_shifts):
        for worker_id in range(num_workers[level][shift]):
            worker_process = worker(env, level, shift, worker_id)
            workers[level][shift].append(worker_process)
            env.process(worker_process)

env.run(until=30)
```

Код для оптимізації робочих змін

Додаток В

```python
import simpy
import random

class Customer:
    def __init__(self, env, name, priority, task_complexity):
        self.env = env
        self.name = name
        self.priority = priority
        self.task_complexity = task_complexity

    def process_request(self):
        # Опрацювання запиту клієнта
        yield self.env.timeout(random.randint(1, 5))

def customer_generator(env, num_customers):
    for i in range(num_customers):
        priority = random.choice(["Phone Call", "Email", "Fax"])
        task_complexity = random.randint(1, 3)
        customer = Customer(env, f"Customer {i+1}", priority, task_complexity)
        env.process(customer.process_request())
        yield env.timeout(random.randint(1, 10))  # Задержка перед наступним клієнтом

# Ініціалізація середовища імітації
env = simpy.Environment()

# Додавання робочих зон (рівнів)
level1 = simpy.Resource(env, capacity=3)
level2 = simpy.Resource(env, capacity=3)
level3 = simpy.Resource(env, capacity=3)

def process_request(env, customer):
    if customer.priority == "Phone Call":
        with level1.request() as req:
            yield req
            yield env.process(process_request_at_level1(env, customer))
    elif customer.priority == "Email":
        with level2.request() as req:
            yield req
            yield env.process(process_request_at_level2(env, customer))
    elif customer.priority == "Fax":
        with level3.request() as req:
            yield req
            yield env.process(process_request_at_level3(env, customer))

def process_request_at_level1(env, customer):
    if customer.task_complexity == 3:
        # Завдання третього рівня автоматично переходить на третій рівень
        yield env.process(process_request_at_level3(env, customer))
    else:
        # Опрацювання на першому рівні
        yield env.timeout(random.randint(1, 3))

def process_request_at_level2(env, customer):
    # Опрацювання на другому рівні
    yield env.timeout(random.randint(3, 6))

def process_request_at_level3(env, customer):
    # Опрацювання на третьому рівні
    yield env.timeout(random.randint(2, 5))

# Додавання генератора клієнтів
env.process(customer_generator(env, num_customers=10))

# Запуск імітації
env.run(until=30)
```

Код процесу переробка

```python
import simpy
import random

class Customer:
    def __init__(self, env, name, priority, task_complexity):
        self.env = env
        self.name = name
        self.priority = priority
        self.task_complexity = task_complexity

    def process_request(self):
        # Опрацювання запиту клієнта
        yield self.env.timeout(random.randint(1, 5))

def customer_generator(env, num_customers):
    for i in range(num_customers):
        priority = random.choice(["Phone Call", "Email", "Fax"])
        task_complexity = random.randint(1, 3)
        customer = Customer(env, f"Customer {i+1}", priority, task_complexity)
        env.process(customer.process_request())
        yield env.timeout(random.randint(1, 10))  # Задержка перед наступним клієнтом

# Ініціалізація середовища імітації
env = simpy.Environment()

# Додавання робочих зон (рівнів)
level1 = simpy.Resource(env, capacity=3)
level2 = simpy.Resource(env, capacity=3)
level3 = simpy.Resource(env, capacity=3)

def process_request(env, customer):
    if customer.priority == "Phone Call":
        with level1.request() as req:
            yield req
            yield env.process(process_request_at_level1(env, customer))
    elif customer.priority == "Email":
        with level2.request() as req:
            yield req
            yield env.process(process_request_at_level2(env, customer))
    elif customer.priority == "Fax":
        with level3.request() as req:
            yield req
            yield env.process(process_request_at_level3(env, customer))

def process_request_at_level1(env, customer):
    if customer.task_complexity == 3:
        # Завдання третього рівня автоматично переходить на третій рівень
        yield env.process(process_request_at_level3(env, customer))
    else:
        # Опрацювання на першому рівні
        yield env.timeout(random.randint(1, 3))

def process_request_at_level2(env, customer):
    # Опрацювання на другому рівні
    yield env.timeout(random.randint(3, 6))

def process_request_at_level3(env, customer):
    # Опрацювання на третьому рівні
    yield env.timeout(random.randint(2, 5))
```

```python
# Додавання генератора клієнтів
env.process(customer_generator(env, num_customers=10))

# Зберігання статистики
results = {
    "total_customers": 0,
    "total_processing_time": 0,
}

def collect_statistics(customer):
    results["total_customers"] += 1
    results["total_processing_time"] += customer.env.now

def run_simulation():
    while True:
        yield env.timeout(1)  # Чекаємо 1 одиницю часу
        # Тут можна додати логіку для завершення імітації за певних умов
        if results["total_customers"] >= 10:
            break

# Підключення логіки для збору статистики
env.process(run_simulation())

# Запуск імітації
env.run()

# Виведення результатів
avg_processing_time = results["total_processing_time"] / results["total_customers"]
print(f"Total Customers: {results['total_customers']}")
print(f"Average Processing Time: {avg_processing_time:.2f} units of time")
```

Код імітаційної моделі обслуговування клієнтів