

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет комп'ютерних наук і технологій

(повне найменування факультету)

Кафедра системного аналізу та обчислювальної математики

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему Аналіз та оптимізація функціонування відділу технічної підтримки в
(назва теми)
умовах сучасного підприємства

Виконав: студент 6 курсу, групи КНТз-812м

Спеціальності 124 – Системний аналіз

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

«Інтелектуальні технології та прийняття рішень в складних системах»

МАЛІЄНКО А.В.

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник БАКУРОВА А.В.

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент ЖЕЛДАК Т.А

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет комп'ютерних наук і технологій

Кафедра системного аналізу та обчислювальної математики

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 124 – Системний аналіз

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Інтелектуальні технології та прийняття рішень в складних системах»

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри системного аналізу

та обчислювальної математики

д-р фіз.-мат. наук

доцент Терещенко Еліна Валентинівна

« _____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Малієнка Андрія Вікторовича

1. Тема проєкту (роботи) Аналіз та оптимізація функціонування відділу технічної підтримки в умовах сучасного підприємства

керівник проєкту (роботи) Бакурова Анна Володимирівна, д-р екон. наук, проф.,
затверджені наказом закладу освіти від « _____ » _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 14 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) проведення розрахункового експерименту з використанням імітаційної моделі, алгоритм та програма

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Аналітичний розділ; Інформаційний розділ; Спеціальний розділ;

Проектний розділ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількість слайдів, плакатів) _____

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	Прийняв виконане завдання
1	БАКУРОВА А. В.	01.09.2023	01.09.2023
2	БАКУРОВА А. В.	01.10.2023	01.10.2023
3	БАКУРОВА А. В.	01.11.2023	01.11.2023
4	БАКУРОВА А. В.	01.12.2023	01.12.2023
Нормоконтроль	ШИРОКОРАД Д.В.	12.12.2023	12.12.2023

7. Дата видачі «01» вересня 2023 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітичний розділ	01.10.2023	
2	Інформаційний розділ	01.11.2023	
3	Спеціальний розділ	01.12.2023	
4	Проектний розділ	14.12.2023	

Студент _____

Андрій МАЛІЄНКО

Керівник проекту (роботи) _____

Анна БАКУРОВА

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 94 с., 33 рис., 5 табл., 4 додатки, 17 джерела.

Ринкові відносини сучасних підприємств потребують швидких реакцій та оптимізації роботи всіх відділів за умовами якісного виконання основних вимог замовників. Від сучасного підходу до управління всіма відділами сучасного підприємства залежить якість роботи, її ефективність, своєчасність виконання завдань та задоволення клієнтів.

Об'єкт досліджень: робочі процеси з управління в умовах підприємств ІТ галузі Компанії «Soft-Work».

Предмет досліджень: сучасні методи оцінки роботи, формування резерву кадрового потенціалу підприємства згідно вимог замовника.

Мета досліджень: підвищення ефективності роботи відділу технічної підтримки компанії галузі ІТ шляхом оцінки роботи кваліфікованого персоналу, формуванні резерву кадрів відповідно ринковим умовам праці, запитів замовників в ринкових умовах галузі з використанням сучасних методів аналізу.

В *аналітичному розділі* проведений аналіз та наданий описано основних видів діяльності сучасних компаній та підприємств ІТ галузі в умовах ринкових відносин, розглянуті питання кваліфікованого кадрового складу відповідних відділів ІТ компаній.

В *інформаційному розділі* проведений аналіз та представлена кадрова політика компанії «Soft-Work». Наданий опис та представлена організаційна структура компанії. На базі проведеного аналізу представлені основні задачі відділу та компанії в цілому, а на основі відокремлення відповідних задач виконаний аналіз методів роботи з кадровий потенціалом.

У *спеціальному розділі* на основі проведеного аналізу, опису роботи відділу ІТ компанії виконана постановка задачі та проведена розв'язання задачі як системи масового обслуговування (СМО), сформуванні критерії оцінювати ефективність роботи представленої системи.

В *проектному розділі* описано та проведена розробка інтелектуальної системи на основі особливостей розрахункового експерименту на базі імітаційного моделювання (ІМ), наведений алгоритм та код програми вибору кваліфікаційного персоналу відділу ІТ.

Практична цінність роботи полягає у розробленні експертної системи, яка дозволяє роботодавцю обирати, за заданими їм критеріями (або критеріями замовника), найкращих кандидатів; запропонована модель, яку можна використовувати для оцінки персоналу та встановлення рейтингу; описанні методи для оптимізації роботи з персоналом.

ОЦІНКА ПЕРСОНАЛУ, ПІДБІР ПЕРСОНАЛУ, ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ, КРИТЕРІЇ ВИБОРУ, ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА, РОЗРАХУНКОВИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ, ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

THE ABSTRACT

Explanatory message to diploma work: 94 pages, 5 tables, 33 pictures, 4 additions, 17 literary sources.

Market relations of modern enterprises require quick reactions and optimization of the work of all departments under the conditions of high-quality fulfillment of the main requirements of customers. The quality of work, its efficiency, timeliness of tasks and customer satisfaction depend on a modern approach to managing all departments of a modern enterprise.

Object of research: management work processes in the conditions of enterprises of the IT branch of the Company "Soft-Work".

The subject of research: modern methods of work evaluation, formation of the company's personnel potential reserve according to the customer's requirements.

The purpose of research: increasing the efficiency of the technical support department of an IT company by evaluating the work of qualified personnel, forming a reserve of personnel in accordance with market conditions of work, customer requests in the market conditions of the industry using modern methods of analysis.

In the analytical section, the analysis was carried out and the main types of activities of modern IT companies and enterprises in the conditions of market relations were described, and the issue of qualified personnel of the relevant departments of IT companies was considered.

In the informational section, the personnel policy of the "Soft-Work" company is analyzed and presented. The description and organizational structure of the company is presented. Based on the conducted analysis, the main tasks of the department and the company are presented, and on the basis of the separation of the relevant tasks, an analysis of the methods of working with personnel potential is performed.

In a special section, based on the analysis and description of the work of the company's IT department, the task was formulated, and the task was solved as a mass service

system (MSS), and criteria were formed to evaluate the performance of the presented system.

In the project section, the development of an intelligent system based on the features of a calculation experiment based on simulation modeling (IM), the algorithm and the code of the program for selecting qualified IT department personnel is described and carried out.

The practical value of the work lies in the development of an expert system that allows the employer to choose the best candidates according to the criteria set by them (or the customer's criteria); a proposed model that can be used for personnel evaluation and ranking; described methods for optimizing work with personnel.

PERSONNEL EVALUATION, PERSONNEL SELECTION, WORK OPTIMIZATION, SELECTION CRITERIA, EXPERT SYSTEM, CALCULATION EXPERIMENT, SIMULATION.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ІТ- інформаційні технології

КТ –комп'ютерна техніка

ІС – інформаційна система

БД – бази даних

МЦ – матеріальні цінності

БД –база даних

КІС – корпоративна інформаційна система

ТЗ –технічне завдання

СМО - системами масового обслуговування

ІМ– Імітаційне моделювання

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ.....	2
РЕФЕРАТ	4
THE ABSTRACT.....	6
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	8
ВСТУП.....	11
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	12
1.1 Аналіз діяльності сучасних ІТ компанії в умовах ринкових відносин	12
1.2 Питання кадрового складу відділу ІТ компаній	13
1.3 ІТ галузь в Україні.....	18
2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	25
2.1 Аналіз роботи та структура ІТ-департаменту компанії «Soft-Work»	25
2.2 Визначення процесно-орієнтованої організації ІТ галузі	26
2.2.1 Продуктивність та продукти відділу ІТ компанії «Soft-Work»	27
2.2.2 Завдання ІТ-підрозділів Компанії «Soft-Work» і стратегія розвитку	28
2.2.3 Сучасні процеси відділу ІТ компанії «Soft-Work»	30
2.2.4 Аутсорсинг Компанії «Soft-Work»	31
2.3 Актуальні завдання робочого процесу у компанії «Soft-Work».....	33
2.4 Мотиваційні дії підвищення кваліфікації персоналу компанії «Soft-Work»	35
2.5 Основна кадрова політика компанії «Soft-Work»	37
2.6 Аналіз сучасних методів роботи з персоналом	38
2.7 Проблематика сучасного підприємства та головні питання.....	51
3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	53
3.1 Постановка завдання кваліфікаційної роботи	53
3.2 Системи масового обслуговування	55
3.2.1 Основні елементи систем масового обслуговування.....	55
3.2.2 Аналіз потоків вимог СМО	57
3.2.3 Обслуговування з очікуванням	58
3.3 Критерій ефективності.....	60

3.4 Експертна оцінка	62
3.5 Методика розв’язку поставленої задачі	65
4 ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ.....	85
4.1 Імітаційне моделювання – варіант вирішення поставленого питання	85
4.1.1 Особливості імітаційного моделювання	85
4.1.2 Алгоритм роботи	87
4.1.3 Програмна реалізація та результати	89
ВИСНОВКИ.....	94
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	96
ДОДАТОК А. Блок схема алгоритму програми розрахункового експерименту на остові імітаційного моделювання	98
ДОДАТОК Б. Лістинг програми	103

ВСТУП

Тема дипломної роботи є актуальною задачею на кожному підприємстві та полягає в вирішенні задачі, що виникає на кожному підприємстві незалежно від галузі та роду діяльності. Розвиток і підвищення кадрового потенціалу великих чи малих компаній має величезне значення для подальшого розвитку підприємства в цілому, підвищення його конкурентоспроможності а умовах ринку серед конкурентів, дозволить підприємству найефективніше використовувати наявні трудові ресурси та навчати новий персонал згідно вимог замовників.

Мета цієї роботи: вдосконалення ефективності роботи компанії «Soft-Work» шляхом оцінки роботи кожного працівника, а також формуванні резерву кадрів на заміщення вакантних робочих місць згідно плану заказів замовників

Об'єктом дослідження є процес управління персоналом компанії «Soft-Work». Предметом дослідження є методи оцінювання персоналу і формування резерву кадрів компанії «Soft-Work» згідно заказів замовника .

Для досягнення мети роботи потрібно вирішити такі завдання: проаналізувати роботу ІТ компаній України та компанії «Soft-Work», дослідити методи роботи з персоналом, побудувати експертну систему для пошуку найкращого кандидата на вакантну посаду та розробити систему оцінювання персоналу згідно умов замовника.

Для її вирішення були застосовані 3 методу:

Методом вирішення завдання досягнення нечітко визначеної мети (підхід Беллмана-Заде), Метод згортки, Методом аналізу ієрархій

Процес управління персоналом орієнтований на кадрове забезпечення ефективного досягнення мети, яка поставлена перед компанією «Soft-Work», і на вирішення цілого ряду завдань, пов'язаних з реалізацією цієї цілі.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз діяльності сучасних ІТ компанії в умовах ринкових відносин

Робочі процеси в сучасному світі потребують використання новітніх розробок та технологій. Всі компанії, в незалежності від роду діяльності та галузі потребують використання інформаційних технологій для підтримки конкуренції в умовах широкого використання високотехнологічних рішень сучасного всесвіту. Однак специфіка засобів ІТ і методів їх впровадження, експлуатації і супроводу в залежності від масштабу підприємства може істотно відрізнятися одне від одного. Впровадження та використання набору засобів відділу підтримки, інженерів відділу використання ІТ, на підприємствах з чисельністю до 50 співробітників може вичерпуватися однією автоматизованою системою обліку та одним системним адміністратором, але на великі організації потребують сучасного та комплексного підходу до створення, використання та оновлення своєї інфраструктури – як наслідок, то відокремлення та формування окремого підрозділу.

Виникає питання – для чого ж потрібен ІТ відділ в сучасному підприємстві? Слушне питання, яке потребує пояснення, варто перерахувати нюанси роботи з інформаційними потоками даних, їх аналіз, компоновку та обробку:

- Одного спеціалісту середнього рівня недостатньо для забезпечення необхідного обсягу робіт відповідного профілю, пов'язаних з обслуговуванням ІТ фірми;
- Людина (спеціаліст відповідного напрямку) не може бути висококваліфікованим фахівцем відразу абсолютно у всіх областях ІТ галузі. Таким чином штат ІТ відділу компанії повинен бути сформований з фахівців різного профілю;
- Кожен фахівець відділу зайнятий виконанням и завдання відповідного напрямку своєї спеціалізації, вирішення комплексу яких допоможе вирішити поставлену задачу перед відділом та ІТ інфраструктурою підприємства в цілому;

Таким чином, робочий процес відповідних співробітників свого напрямку (що виконують різнопланову роботу) повинна бути скоординована фахівцем. Цей процес

передбачає залучення до роботи керуючого відділом ІТ, який здатен розуміти всі технологічні процеси, діяльність кожного співробітника та фахівця відповідного напрямку, відповідну ціль та завдання ІТ інфраструктури в рамках діяльності підприємства у відповідний проміжок часу.

Аналіз робочих процесів підприємства показує, що відділ ІТ повинен бути сформований з використанням сучасного системного підходу (системним підбором фахівця, підтвердження та вдосконалення якісної роботи фахівців з різних областей ІТ галузі).

Таким чином, відділ ІТ сучасної компанії - це сукупність процесів та засобів ІТ галузі, з підготовленими фахівцями в області ІТ, цілями якої є:

- забезпечення інформаційними технологіями;
- підвищення ефективності діяльності компанії за допомогою оптимізації отримання та обробки інформаційних потоків.

Виконання основних завдань ІТ відділу компанії включає:

- отримання та формування технічних завдань для проєктної реалізації підприємства в ІТ напрямку;
- реалізація ІТ проєктів;
- забезпечення працездатності інформаційних систем;
- надання керівній ланці компанії відомостей про нові можливості ІТ та сучасні методи, моделі та технології управління ними;
- ведення документообігу відділу, ведення бюджету, облік активів, забезпечення кадрового складу.

1.2 Питання кадрового складу відділу ІТ компаній

Аналіз діяльності та аналіз кадрового складу відділу ІТ сучасних компаній включає в себе співробітників наступних профільних напрямків:

- фахівець з мережевого забезпечення;

- системний аналітик;
- фахівці з програмування (окремий підрозділ – залежить від кількості та використання деяких мов програмування);
- системний адміністратор;
- фахівець з підтримки відповідних користувачів;
- керівник відділу інформаційних технологій;
- веб-майстер або ВЕБ -дизайнер.

Визначення обов'язків кожного фахівця можна представити у відповідному переліку:

- Спеціаліст з мережевого забезпечення визначає проблеми що виникають в ході роботи комп'ютерної мережі; аналізує вимоги відповідних користувачів; координує процес налагодження та підтримки сучасного мережевого обладнання; забезпечує сумісність програмного та апаратного мережевого забезпечення; формує бюджет в підзвітній сфері та забезпечує ефективне використання ресурсів; керує підпорядкованим технічним персоналом.

- Системний аналітик проводить аналіз вимог користувачів для визначення конфігурації програмного та апаратного забезпечення відповідного запиту; готує технічні специфікації, технічні звіти щодо підтримки програмного та апаратного забезпечення персональних та корпоративних комп'ютерів; координує процес випробувань та введення в експлуатацію обладнання та програмного забезпечення; проводить аналіз комплексних питань програмування щодо модифікації програмного коду вже існуючих програм і створення коду для нових програм; проводить координації дій зі всіма часниками та стейкхолдерами процесу.

- Фахівець з програмування (програміст) вирішує комплексні питання написання програмного коду (програмування), що стосуються модернізації, модифікації вже існуючого програмного коду або створення нового програмного коду; готує візуалізацію – графіки та діаграми робочого процесу; встановлює послідовність проведення операцій обробки інформаційних потоків та актуальних даних; контролює проведення тестування та налагодження програмного забезпечення; проводить усунення або зміну «багів» програмного коду після отримання зауважень.

– Системний адміністратор проводить встановлення програмного, апаратного забезпечення; здійснює своєчасний моніторинг та оптимізацію роботи операційних систем обчислювальної техніки; визначає проблеми в програмному забезпеченні; аналізує вимоги користувача, оцінює додаткові можливості щодо поліпшення роботи програмного забезпечення або модернізації.

– Спеціаліст з підтримки користувача відповідає за встановлення, діагностику програмного та апаратного забезпечення; надає технічну підтримку, консультації кінцевим користувачам програмного забезпечення; несе відповідальність за організацію своєчасного ремонту комп'ютерної техніки; забезпечує наявність витратних матеріалів для офісної техніки (комп'ютерної та оргтехніки); консультує користувачів з усіх актуальних технічних питань.

– Керівник відділу ІТ – аналітик або людина яка управляє процесами та будь-якою діяльністю, пов'язаною з обслуговуванням обчислювальної техніки; контролює процес підбору, установки, підтримки програмного та апаратного забезпечення; контролює зв'язки відділу та компанії з партнерами, які надають послуги в сфері ІТ (програмна підтримка, продаж техніки, запчастин); бере участь в процесі підбору, навчання фахівців відділу, аналізує результати їх діяльності; відповідає за процес підвищення кадрового потенціалу відділу та вдосконалення практичних та теоретичних навичок співробітників відділу ІТ та користувачів офісної техніки компанії.

На початку 21-го століття світ отримав найновітнішу технологію передачі інформації – глобальну мережа «Інтернет». Переваги та ролі Інтернету в сучасному бізнесі дуже значущі. Не тільки засіб зв'язку між територіально віддаленими філіями або партнерами підприємствами, але й засіб, за допомогою якого можна відкривати нові ринки, запропонувати потенційним клієнтам свою особливу візитну картку – профільний веб-сайт.

Якщо описати основні типи сайтів та їх особливості, то ми отримаємо:

- **Сайт-візитівка** – то електронна версія/візитівки (веб-сторінка) презентація окремої компанії або особистості (людини), вона чітко надає інформацію та викладає основні пропозиції. Функціонал такої візитки не передбачає запуск та

впровадження електронних торгів або продажу, каталогу послуг або товару та не дає розгорнутої структури сторінок. Сайт візитівку можна створити, як яскраву, красиву для позиціонувати особистості.

- **Корпоративні сайти** – вони створюється не тільки для великих корпорацій, а й сучасними компаніями, охочими заявити про напрямки свого бізнесу в мережі інтернет. Основна відмінність сучасного корпоративного сайту – дизайн (виконується в корпоративних кольорах), дуже докладне надання інформації про види діяльності, структуру, підрозділи, особливості та характеристики товарних груп та послуг які надаються. Пропонуються варіанти зв'язку з компанією (телефон, пошта, соціальні мережі). Корпоративний сайт, це так званий віртуальний офіс компанії – діловий, сучасний, корисний, перспективний.

- **Інтернет-магазин** – доступний, простий, цікавий, актуальний супермаркету з вигідними пропозиціями. Основне завдання сучасного інтернет магазину – реалізація товарних груп: швидко, вигідно та показати перспективи перед конкурентами. Сам процес замовлення, спілкування, консультації та купівлі в інтернет магазині має бути приємним з першого «дотику» – з першої сторінки інтернет магазину. Структура магазину та каталог товарних груп (товару), послуг повинна бути простою, логічною та сучасною. Всі товари повинні мати короткий опис, фото, технічні характеристиками та порівняння з аналогічним товаром. Важливий момент – ціна, вона повинна бути вказана обов'язково. Вибагливий покупець хоче бачити все - та отримати актуальну інформацію.

- **Лендінг пейдж** або, так звані сайти-односторінки. Як правило, такий сайт-простирадло, ці сайти створюються під певну рекламну акцію або під продаж одного товару, або візитка кампанії (представники бізнесу вибирають дизайн «ленду» замість корпоративного сайту). Сайт лендинг має свої певні особливості. Основний його плюс – це візуальний дизайн: фотографії або картинки – великі, яскраві та ефектні, текст – актуальний, лаконічний, наявність великих та привабливих «клавіш» – «подзвонити», «замовити», «запитати», «хочу отримати дзвінок» і т.д. Але є великий мінус стисненого контенту – неможливість надати всю інформацію про актуальний перелік

послуг, товарів від компанії, слабка вага окремого веб-сайти (майданчика), що вимагає постійної фінансового підживлення та розкрутки в мережі.

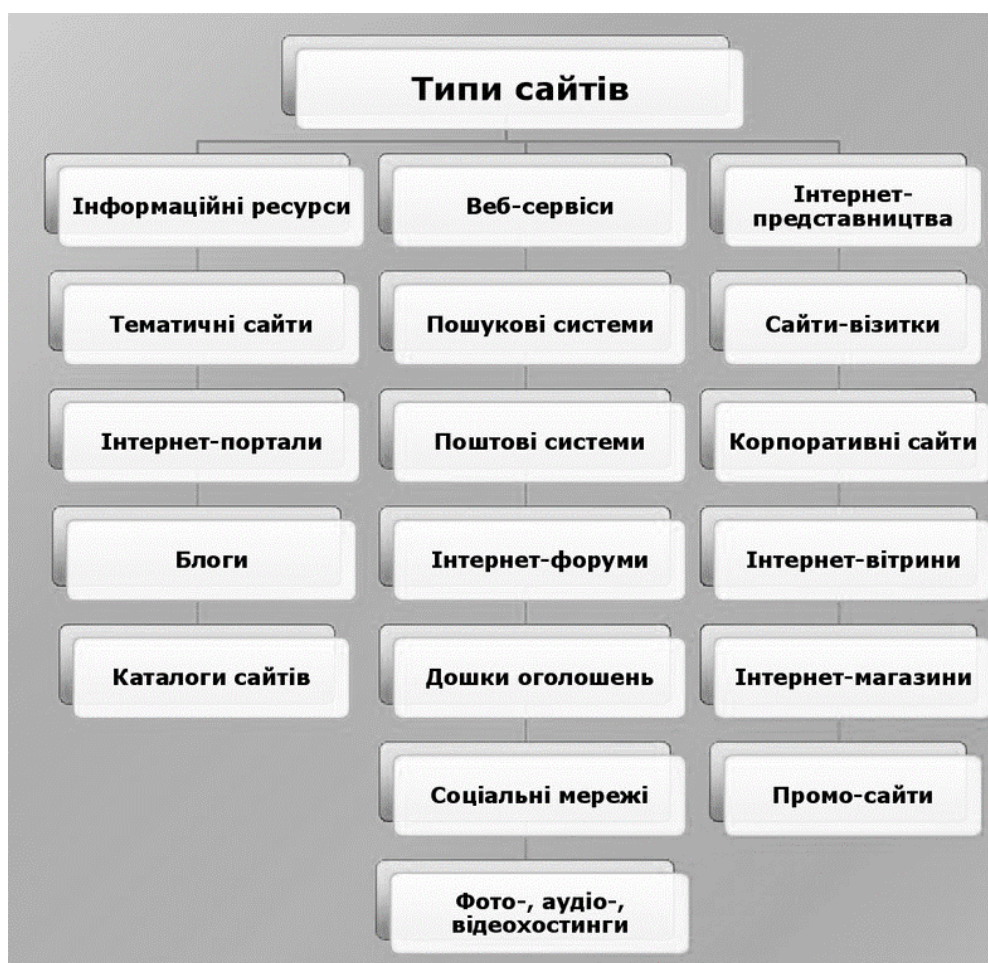


Рисунок 1.1 – Класифікація та типи структур веб сайтів

Проведений аналіз та опис підтвердив, що залежно від типу веб-сайту (сайт-візитівка, інформаційний портал, інтерактивний портал з Інтернет-магазином) кількість необхідних фахівців може істотно змінюватись.

Відділі IT потребує збільшення фахівців:

- PHP / ASP / Perl / JavaScript програмісти зі знанням мови управління базами даних SQL;
- HTML / CSS / Flash верстальник;
- веб-дизайнер, який працює на професійному рівні з сучасними програмами редагування растрової і векторної графіки (Adobe Photoshop, Corel Draw);

- контент-менеджер («копірайтер»), від формує, підбирає, редагує текстову та графічну інформацію для подальшого розміщення на веб-сайті;
- системний адміністратор веб-служб (Apache, cron, sshd, ftpd, sendmail, mysql);
- фахівець по залученню відвідувачів сайту (SEO, реєстрація в тематичних каталогах, замовлення реклами і посилань) – веб-аналітик.

Таким чином – основним завдання створення великого, динамічно-розвинутого Інтернет проекту, який відповідає сучасним вимогам та буде корисний сучасному бізнесу – це дуже актуальна та складна задача. Особливо з урахуванням того, що критерії якості веб-сайтів стають все більш строгими з кожним роком., а замовники стають більш вибагливими. При цьому потреба в кваліфікаційних кадрах дуже важлива.

1.3 ІТ галузь в Україні

Зазначимо, все що ми бачимо, чуємо, все що несе певний та цілком визначений для суспільства сенс, є інформацією. Інформація постійно супроводжує нас, даючи розуміння, що відбувається навколо, допомагає приймати рішення, відповідно реагувати на ту чи іншу ситуацію навколишнього середовища. В умовах збільшення потоків інформації кожна людина стикається з необхідністю отримувати, проводити контроль інформації, обробляти великий її обсяг та відокремлюючи актуальну інформацію, використовувати її в своєму житті та світогляді. Насамперед першою та актуальною задачею управління всією інформацією являє собою узгодженість, взаємодія людей один з одним для досягнута певної мети. У цьому випадку отримана та передана інформація визначає певні дії та підтримує взаємодію в колективі, тому що інформація є відповідним зв'язком між всіма співробітниками (людьми), завдяки якій є можливість узгодження відповідних дій.

Сучасні компанії постійно працюють в інформаційному полі (отримують, обробляють, актуалізують, передають) постійно оновлену інформацію – при плануванні довгострокових стратегічних завдань підприємства, та при постійних «канцелярських справах» кожної доби.

У процесі постійного та бурхливого розвитку ІТ (науки, техніки) з'явилося багато методів та засобів опрацювання інформації, деякі з них настільки складні, що їх застосування, або адаптація до специфіки конкретної умов роботи компанії, умов відокремлення актуальної інформації в конкретних умовах є окремим класом задач, рішення яких потребує залучення спеціалізованих ІТ спеціалістів або організацій.

Сучасне підприємство постійно отримує інформацію із зовнішніх та внутрішніх джерел, з виконанням певних операцій:

- збір інформації;
- первинна обробка;
- відображення;
- кодування або декодування;
- перетворення;
- зберігання у відповідних базах;
- передача;
- захист.

Всі ці операції виконуються за допомогою використання сучасних ІТ. ІТ на основі КТ (комп'ютерної техніки) найбільш актуальні, вони та інтенсивно розвиваються, застосовуються компаніями та підприємствами, що працюють в різних галузях. До сучасних ІТ відносяться апаратна частина, програмне забезпечення інформаційної інфраструктури підприємства. Програмне забезпечення частіше являє собою ІС – це комплекс взаємопов'язаний додатків, які виконують завдання інформаційної підтримки персоналу підприємства на оперативному, тактичному та стратегічному рівні роботи компанії.

До ІС на оперативному рівні можемо віднести EDP (electronic data processing), системи обробки даних. Ці системи застосовуються для швидкого обліку господарських операцій, управління ними, підготовки уніфікованих документів

(рахунки, накладні, платіжні доручення, статистична звітність, розрахунок заробітної плати). Ця система та всі подібні здійснюють функції: введення виведення інформації до БД (бази даних), вибірку, корекцію даних, математичні розрахунки за відповідним алгоритмом. Час для оперативного управління, в процесі якого відбувається: реєстрація та обробка інформація про подію (замовлення, оформлення замовлень, відповідний контроль над виконанням замовлення, надходження та витрати МЦ (матеріальних цінностей), облік робочого часу) - від одного дня до одного робочого тижня. Всі завдання чітко алгоритмізовані та виконуються постійно відповідальними особами підприємства (адміністратор, комірник, робочий напрямку). Всі отримані результати обов'язково вводяться до відповідної БД (бази даних).

MIS (Management Information System, – інформаційні системи управління) – ці системи призначені для підтримки управління на тактичному рівні. Формування та організація робіт протягом відповідного періоду – від декількох тижнів до декількох місяців (включаючи: аналіз, планування поставок та збуту продукції, розрахунки виробничих процесів та програм цих процесів). На даному рівні процеси виконання завдань піддаються прописаними чіткими алгоритмами, також регламентуються відповідними ГОСТами та документами підприємства. Завдання вирішуються на основі отриманої інформації накопиченої в БД, оперативно отриманої інформації відповідними службами підприємства (курівник, начальник відділу матеріально-технічного постачання, начальник відділів збуту готової продукції, начальник відділу логістики, начальники виробничих підрозділів).

DSS (Decision Support System), системи підтримки прийняття рішень – ці системи, використовуються на стратегічному, відповідальному рівні управління підприємством (рада засновників підприємства, керівництво всього підприємства та його філій). Ці системи працюють в рамках тимчасового визначеного діапазону часу – термін дії чи опрацювання від одного року до декількох років визначених дією проекту. Ці системи допомагають при формуванні визначеної стратегічної цілі, плану розвитку та залучення інвестицій на вдосконалення/розвиток/розширення. Велика кількість завдань, в рішенні яких включається DSS, дуже погано або взагалі не піддаються алгоритмізації та регламентації відповідних дій. В таких випадках

характерна невизначеність інформації та брак актуальної інформації відповідно до мети проєкту. Зазначимо, що необхідність вирішення відповідних задач виникає не дуже регулярно та потребує швидкої реакції відповідальної особи чи відділів.

У сфері сучасних ІТ також широко використовують відокремлені сучасні види апаратно-програмного забезпечення – призначені для виконання більш конкретних та специфічних задач (відеоігри, ігрові приставки, медіацентри та інше). Велика кількість та різноманітність таких видів, що не представляється можливим адекватно відобразити його при короткому описі. Але, треба зазначити та відокремити компанії, які використовують, працюють та відносяться до цієї області ІТ індустрії.

Провівши аналіз та вибірковість тематики окремих сайтів треба зазначити – всі дані, розташовані на тематичному напрямку, підібрані з основною метою загострити увагу користувача або відвідувача на сучасній інфраструктурі ІТ та сучасних компаніях ІТ, що працюють на оновленому та широкому ринку інтернет мережі, на його вдосконалення та розвиток. Адже безліч компаній, що працюють в ІТ галузі України, будучи тільки географічно розташованими в Україні, є по суті або R&D офісами зарубіжних компаній, або аутсорсинговими фірмами, що обслуговують замовників з-за кордону (як правило - Європа та США).

Сучасні ІТ компанії України представлені основними галузями ринку:

- ІТ консалтинг;
- змішаний бізнес ІТ індустрії;
- розробка ПО;
- дистрибуція, виробництво комп'ютерної техніки та периферії;
- дистрибуція телекомунікаційного обладнання;
- інтеграція в сфері інформаційної безпеки;
- консультування в напрямку ІТ індустрії.

За інформацією аналітичних агентств, за 2022 рік ІТ галузь ранжується наступним чином:

- інтеграція;
- змішаний бізнес (групи компаній);
- дистрибуція комп'ютерної техніки;

- розробка ПО;
- виробництво комп'ютерної техніки;
- дистрибуція телекомунікаційного обладнання;
- консультування в ІТ;
- інтеграція в сфері ІБ.

Також за результатами аналітичних сайтів (Ukraine Association із посиланням на дані Національного банку України) – 2022 року ІТ-індустрія забезпечила валютні надходження до економіки Української у розмірі \$7,34 млрд. Обсяг експорту збільшився майже на \$400 млн порівняно з довоєнним 2021 роком [1].

Ключові факти які формують надходження:

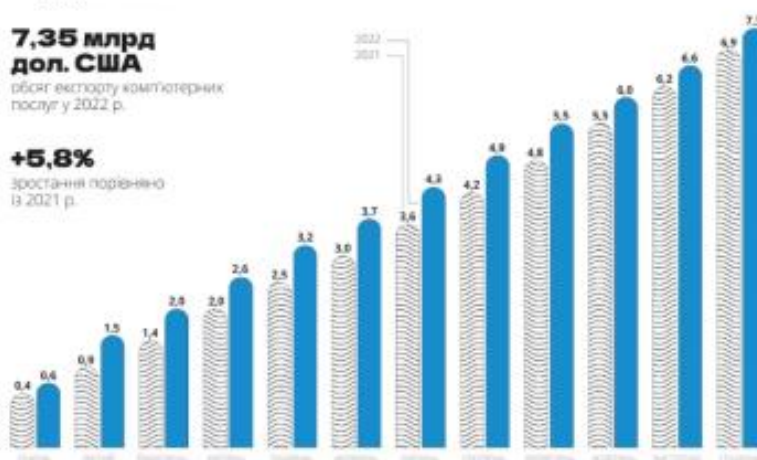
- Станом на 1 січня 2023 року фактична сума податків і зборів до бюджету України, сплачених структурами ІТ-бізнесу дорівнює 32,2 млрд грн, що на 4,4 млрд грн, або на 16%, більше за показники минулого року.
- Фактично збільшилась кількість фізичних осіб підприємців - платників податків за ІТ-КВЕД.

Експорт ІТ-послуг зріс на 5,8%

Експорт комп'ютерних послуг у 2022 порівняно із 2021 р.,
млрд дол. США

**7,35 млрд
дол. США**
обсяг експорту комп'ютерних
послуг у 2022 р.

+5,8%
зростання порівняно
із 2021 р.



Джерело: ІІІІ

IT Ukraine Association TOP LEAD

Рисунок 1.1 – Експорт ІТ послуг України (інфографіка: IT Ukraine Association)

Податки ІТ-галузі зросли на 16%

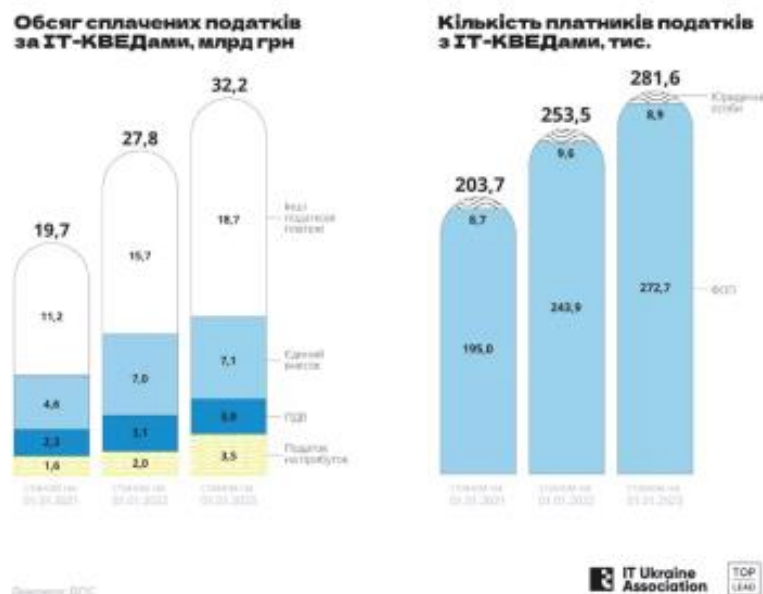


Рисунок 1.2 – Формування податків ІТ галузі (інфографіка: IT Ukraine Association)

– Для експортного ІТ-сектору такі показники були передбаченими, адже компанії запроваджували заходи щодо підтримки безперервності роботи бізнесу та створення умов для всебічної роботи ІТ-спеціалістів (дистанційна робота).

– «Цифра у більш ніж \$7 млрд від експорту комп’ютерних послуг унікальна ще тим, що це найбільший показник за всю історію існування української ІТ-галузі, який досягнутий саме під час війни», – каже виконавчий директор IT Ukraine Association Костянтин Васюк.

Таким чином, за словами заступника міністра економіки Тараса Качки: «Український експорт ІТ-послуг за 11 місяців 2022 року впав на 11%, як порівняти з аналогічним періодом минулого року. Єдиною сферою, що зросла у 2022 році, стала ІТ. Лише у листопаді ІТ-сегмент зріс на 8% за місяць. Загалом за 11 місяців сектор заробив на експорті на 7% більше, ніж за відповідний період торік: \$6,6 млрд проти \$6,2 млрд. Частка ІТ в експорті товарів і послуг збільшилась з 8% торік до 13% у 2022 році. Частка ІТ становить майже половину (45%) всього експорту послуг. Для

порівняння: у 2021-му цей показник сягав 37%. За підсумками 2022 року експорт товарів з України скоротився у грошах на 35%, до \$44,1 млрд, за масою – на 38,4%, до 99,8 млн т.»

Кількість ІТ-фахівців в Україні невпинно зростає, що також свідчить про розвиток індустрії, — кажуть в Асоціації. — Так, за рік повномасштабної війни кількість ІТ-фахівців, зареєстрованих як ФОП, збільшилася на 31 793 особи, або на 13%. За темпами зростання кількості айтивців 2022 рік не відрізнявся від попереднього: у 2021-му кількість ФОП в ІТ теж зросла на 13% [2].

За даними учасників ІТ ринку – ключові події, які впливають на розвиток українського ІТ галузі, за останні десять років є основні ключові чинники/етапи, чітко прив'язані до дат:

1. 2014 рік – російська агресія. Для України це означало повний відхід від російського ринку та розширення співпраці з країнами Заходу та Азії. З одного боку, це могло означати деяку невизначеність через перебудову ринку, але згодом дало поштовх для розвитку українського ІТ, закріплення на нових ринках, зробило українське ІТ більш привабливим для інвестицій.

2. 2021 рік – ковід та бум розвитку технологій. Цей період можна назвати золотою ерою ІТ не лише в Україні, а й у світі. Людство на два роки майже повністю перейшло в онлайн, ІТ-компанії почали активно наймати персонал для обслуговування нового формату бізнесу та сервісу, створювати нові продукти, пришвидшився розвиток технологій, утворилися перші якісні AI-розробки.

3. 2022-2023 роки – повномасштабна війна з росією та загроза загальносвітової рецесії. Війна — основна причина так званого флету показників експорту в Україні. Водночас скорочення у світових ІТ-компаніях, загроза світової рецепції також мають впливають на розвиток ІТ в Україні.

Звідси видно, що компаніям, зайнятим власне розробкою програмного забезпечення належить не найбільша частка ринку інформаційних технологій. Однак розробники програм виконують першорядну роль в індустрії ІТ, так як без розвитку самого програмного забезпечення не може йти мови і про розвиток бізнесу дистриб'юторів, інтеграторів, фахівців із захисту ПО.

2 ІНФОРМАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Аналіз роботи та структура ІТ-департаменту компанії «Soft-Work»

Велика кількість ІТ-компаній (як постачальників ПО, так і системних інтеграторів) побудовані за проектним принципом своєї діяльності, а всі основні корпоративні стандарти направлені на забезпечення підвищеної якості всіх процесів та кінцевого результату. Відсутність зазначеної моделі управління, як правило, визначається можливістю підбору сучасних кваліфікованих співробітників (проектних менеджерів), яких потрібно знайти та залучити до робочого процесу. Компанія «Soft-Work» має невеликий штат співробітників, та організаційна структура направлена на незначний обсяг замовлень.

Перевагою процесно-орієнтованої структури компанії та організації робочих процесів (як структурно-орієнтовного підрозділу) компанії «Soft-Work» є:

- Об'єднання окремих відділів та підрозділів в єдиний технологічний ланцюг.
- Делегування повноважень за окремими задачами відповідним підрозділам та відповідальним особам (зняття навантаження з контролю з керівника – передача відповідальності керівнику проєкту та бізнес аналітику).
- Зняття бар'єрів та функціональних відокремлену роботу, отриманих в результаті так званого принципу дій – "я відповідаю тільки за конкретну задачу", в разі, якщо над досягненням результату працює декілька відділів та підрозділів.
- Чіткий розподіл обов'язків з метою мінімізації всіх можливих ризиків залежно від конкретної особи-виконавця, в тому разі, якщо роботи виконує один співробітник, що містить в собі «відокремлені ВСІ знання» про те, яким чином, що і коли треба зробити (ситуації співпраці бізнес-користувача та розробником ПО безпосередньо).
- Можливість сформулювати загальні вимоги та стандарт до виконавців та операцій, які вони виконують, визначивши відповідний порядок взаємодії співробітників в робочому процесі, тим самим, знижуємо ризик залежності від одного (конкретного) співробітника/виконавця, а не від його навичок та здібностей.

- Можливість збільшити гнучкість виконання робіт, прискорити реагування на зміни зовнішніх вимог, що пред'являються до ІТ.

2.2 Визначення процесно-орієнтованої організації ІТ галузі

Для більш детального опису і аналізу надаємо основні визначень:

Проект - це тимчасові заходи, вжиті для створення унікального продукту або послуги.

Процес - це постійні дії, спрямовані на створення різних однотипних продуктів і послуг та поліпшення їх якості.

Розглянемо основне питання – в чому відмінність визначення робочого процесу від проекту? Насамперед проект це, основні дії, оновлення яких не розглядається при появі необхідності створення нового продукту (це інший проект). Процес - це послідовність відповідного набору дій та операцій, при виконання яких відбувається створення різноманітних унікальних продуктів та/або послуги (під унікальністю маємо надати опис та вміст основного результату), при цьому не змінюючи склад і порядок виконання робіт.

Таким чином процесно-орієнтована організація ІТ в умовах компанії «Soft-Work» - це оптимізація робіт, яка забезпечує всередині підприємства безперервний виробничий процес (розробки, оновлення, впровадження) ІТ-продуктів та послуг, включаючи повне забезпечення контролю якості отриманого результату протягом усього налагодженого процесу виробництва при взаємодії різних співробітників, відділів та підрозділів компанії. Тому сам процес контролю досягнення кінцевого результату, та контроль отриманого результату відповідав вимогам замовників, стає одним з важливих процесів роботи підприємства.

2.2.1 Продуктивність та продукти відділу ІТ компанії «Soft-Work»

Відповідаючи на актуальне питання переліку продуктів та послуг, які надаються відділом ІТ компанії «Soft-Work» слід зазначити, що треба обмежимося найбільш загальним переліком, для подальшого їх класифікування.

Зазначимо, що не всі перераховані (в якості прикладу) продукти та послуги, характерні для відділу ІТ компанії «Soft-Work», яка є об'єктом аналізу даної роботи. Набір продуктів та послуг напряду залежить від величини підприємства, від стратегії розвитку ІТ компанії та ринку на якому вона працює.

Таким чином основними задачами, рішення яких забезпечують підрозділи ІТ-компаній, є:

- Проєктування, реалізація рішень для підтримки нових бізнес- ідей та продуктів.
- Автоматизація електронного документообігу.
- Регламентація операцій (як приклад – робота з автоматизованою банківською системою).
- Впровадження новітніх технологій, навчання користувачів.
- Аналіз та вирішення "технологічних" ситуацій.
- Забезпечення розмежування доступу до інформаційних ресурсів згідно дозволів в компанії.
- Консультації відділів підприємства (компанії, організації) при здійсненні відокремлених операцій за допомогою використовуваного сучасного програмного забезпечення.
- Надання різного роду корпоративних сервісів, організації доступу до мережевих ресурсів (принтера, факси, файл-сервера і т.п.).
- Встановлення обладнання та ПЗ для формування нових робочих місць.
- Організація і забезпечення взаємодії з відділеними підрозділами та філіями.
- Супровід інформаційних систем та порталів підприємства.

При цьому у робочих процесах відділу IT компанії «Soft-Work» виділяємо основні напрямки:

1. Сучасний розвиток, оновлення технологій - процеси, які забезпечують впровадження актуальних рішень, пов'язаних зі зміною технологій проведення сталих операцій всіма відділами підприємства.

2. Супровід оновлених технологій - процеси, які забезпечують підтримку поточної діяльності компанії.

Зазначимо, що в процесно-орієнтованих організаціях діє основний принцип, сформульований паном Хезер Остерлох, який гласить: "Необхідно забезпечити підпорядкування не структури процесам, а процесів стратегії". Тому виділення бізнес-процесів для відділу IT сучасних компаній потрібно розглядати не тільки з точки зору виготовлених продуктів та послуг, але і з точки зору бізнес стратегії розвитку сучасного підприємства.

2.2.2 Завдання IT-підрозділів Компанії «Soft-Work» і стратегія розвитку

На сьогоднішній день велике значення для забезпечення ефективної діяльності підприємства відіграє наявність повнофункціональної єдиної корпоративної інформаційної системи (KIC), яка об'єднує управління фінансами, персоналом, взаємовідносини з клієнтами, а також оптимізує всі існуючі в організації БП.

Основна задача цих систем – досягнення основних цілей реалізованого бізнесу, а саме: поліпшення якості пропонуванних продуктів та послуг, збільшення обсягу послуг що надаються, заняття лідируючих позицій на галузевому ринку. План по досягненню бізнес цілей при використанні IT-рішень компанії «Soft-Work» - як IT-стратегії представлено на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – План по досягненню бізнес цілей компанії «Soft-Work»

Планування розвитку – це чітка та обумовлена робота, яка в разі стратегічної роботи в ІТ галузі дорівнюється до списку проектів, які повинні бути реалізовані для досягнення обраної мети, що була встановлена перед відповідними підрозділами ІТ компанії, які в свою чергу формуються зі стратегії розвитку бізнесу та оновленої організаційної структури підприємства, що реалізує сучасний бізнес. При цьому цілі, що висуваються до ІТ напрямку, необхідно забезпечувати через підтримку оновлення бізнесу при постійній зміні використаних технологій та збільшення взаємозалежності між функціональністю. Основним є – вчасна заміна бізнес оточення, коли вимоги до продукції або послуг диктуються унікальним ринком ІТ напрямку, регіоном надання послуг або потребами кінцевих споживачів, то найбільш підходить звичайно процесна організація виконання робіт.

Хотілось би зазначити, що процес побудови і розвитку сучасних КІС не може розглядатися окремо від технології проведення операцій, не може обмежуватися тільки роботою з прикладними програмами, з системним забезпеченням або з структурним формуванням комп'ютерної техніки.

Коли є ситуація розширення підприємств (відділення, підрозділ, філія), створення фінансових холдингів, роль використання сучасних технологій виходить на перший план. Без сучасного, спеціального та кваліфікованого вибудованого процесу збору достовірної інформації ні CRM, ні MIS систему неможливо збудувати та використовувати.

Таким чином – наслідком зростаючої потреби у впровадженні, розвитку і супроводі КІС є підвищення вимог до всіх відділів ІТ, до персоналу. Більш того, перед відділами ІТ сучасних підприємств, як правило, вже не ставиться мета типу "Підтримка серверів і програм в працездатному стані". Перед ІТ в даному випадку стоїть мета: "Розвиток, поліпшення та супровід сучасних та вдосконалених технологій обслуговування підприємства".

2.2.3 Сучасні процеси відділу ІТ компанії «Soft-Work»

Опис та аналіз бізнес-процесів, представлення цілей сучасних компаній, а також класифікація робіт (розвиток або супровід) та введене поняття технології, дозволяють визначити основні бізнес-процеси, які забезпечує відділ ІТ підприємства: процес розвитку ІТ підприємства, процес її супроводу, які в свою чергу можуть бути розбиті на декілька під-процесів представлені на рисунку 2.2.

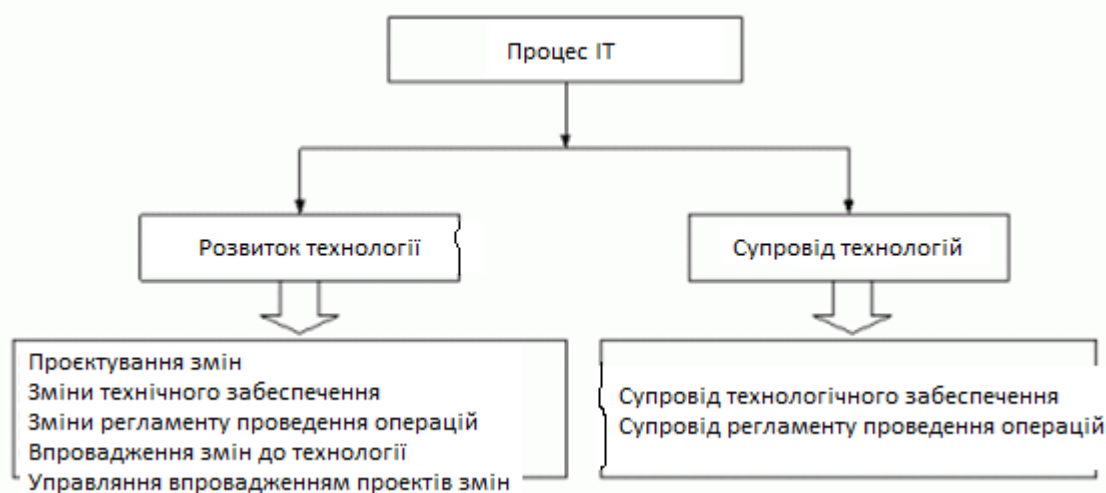


Рисунок 2.2 – Схема бізнес-процесів відділу ІТ сучасного підприємства

Представлені процеси ІТ на рисунку, здатні забезпечити виконання завдань, які стоять сьогодні перед відповідальними особами відділів ІТ. Створена процесно-орієнтована структура підприємств дозволяє оптимізувати управління завданнями, прибрати завжди неприємну для кінцевого замовника "залежність від конкретних

виконавців" або прив'язка до розробника програмного забезпечення або продукту користувача. До цієї структури потрібно включити фахівців різної кваліфікації, до яких входять: технологи, програмісти, відповідні адміністратори, менеджери та керівники проектів, які контролюють проекти та забезпечують якість кінцевого результату.

В ході своєї професійної діяльності Компанія «Soft-Work» не раз здійснювала впровадження сучасних процесів ІТ, розвиток та супровід ІТ відповідного напрямку. В результаті проведених робіт відділ ІТ, при роботі з замовниками, постійно опрацьовують не тільки завдання, пов'язаними з профільною діяльністю замовника (банківська сфера діяльності – як приклад), а й розвитком сучасних напрямків ІТ відповідної робочої галузі, яка абсолютно не відносяться профілю замовника (наприклад – впровадження технології роботи мережі магазинів). Тому можна з повною впевненістю сказати, що цей підхід працює та підтверджує переваги процесно-орієнтованих структур підприємства (навіть після відходу ряду ключових керівників і фахівців роботи не порушуючи).

2.2.4 Аутсорсинг Компанії «Soft-Work»

Будь-який з представлених робочих процесів або різні/окремі завдання по створенню або супроводу технології підприємства можуть бути передані на аутсорсинг.

Що ж таке аутсорсинг? Аутсорсинг - компенсація нестачі або заміна внутрішнього ресурсу замовника за рахунок залучення зовнішнього підрядника для виконання певного виду робіт. По суті, сам аутсорсинг, це використання відповідного механізму та ресурсу процесів зовнішнього підрядника для вирішення завдань замовника відповідного напрямку.

Потреба організацій (як приклад розглянутий попередньо– банк) – передача на аутсорсинг визначений обсяг робіт в області своєчасного розвитку та супроводу банківських та інформаційних технологій зазвичай виникає в наведених ситуаціях:

- На первинному, або початковому етапі своєчасної організації процесу розвитку, супроводу технології та з метою забезпечення результативності новітніх процесів до підготовки необхідної кількості відповідного кваліфікованого персоналу компанії.

- У певний період, різкого збільшення обсягів робіт, та розвитком відповідних технологій: впровадження нової інформаційної системи, розвиток бізнесу відбувається завдяки - впровадженню нових, сучасних продуктів та послуг, реорганізація всіх бізнес-процесів компанії і інших видів діяльності. У таких ситуаціях обсяг робіт значно зростає на певний період (залучення аутсорсингу), після чого підприємство може знову справлятися своїми силами.

- При бажанні та готовності організації повністю або частково перенести відповідальність з розвитку, і (або) супроводу технології на спеціалізовану компанію-підрядника яка має кваліфікований персонал у відповідному напрямку або галузі. При цьому підприємство уникає збільшення свого штату співробітників та оптимізує всі виробничі та технологічні процеси..

Зазначимо що передача робіт на аутсорсинг – це дуже відповідальна задача. Тому важливим розуміння кому, за якими умовами передається відповідна робота, як буде здійснюватися контроль, які основні вимоги до кінцевого продукту та проміжні результати. Проблеми, пов'язані з аутсорсингом, мінімізуються в разі чіткої та якісної регламентації робіт/відносин, задокументованими та підписаними договорами, між відповідним підприємством та підрядником, а також при постійному контролі якості поточних робіт, що виконуються підрядником.

Слід зазначити, що при чітко регламентованій процесній організації внутрішньої робочої ІТ-служби компанії, при наявності задокументованих та прописаних, прийнятих стандартів та вимог до визначених виконавців та до якісної складової результатів їх робіт: використання ресурсів, всіх процесів зовнішнього постачання на умовах аутсорсингу, виконання визначеного переліку робіт – найбільш ефективно і найменш ризиковано для замовника.

Таким чином доцільність побудови процесно-орієнтованих структур роботи компанії очевидна у великих організаціях з розвиненими службами та відділами ІТ.

Для невеликих організацій з невеликою інфраструктурою ІТ та невеликими відділами ІТ – зусилля на організацію ІТ-процесів, можливо, не настільки виправдані, але є першочерговою задачею для подальшого гармонійного розвитку структури відділів ІТ та створюють оптимальні умови для передачі певного обсягу та визначених робіт на аутсорсинг – більш кваліфікованим компаніям. Еволюція зростання самої організації, її зростання обов'язково приводить зміни самих відділів ІТ. Це виражається не тільки в збільшенні чисельності співробітників, але і зміні сучасного підходів до вирішення завдань підвищення кваліфікаційного рівня свого персоналу.

2.3 Актуальні завдання робочого процесу у компанії «Soft-Work»

Основна стратегія компанії «Soft-Work» спрямована на розвиток та утримання лідируючих позицій на ринку ІТ галузі України завдяки постійній та цілеспрямованій роботі по вдосконаленню роботи з замовниками, програмуванні з використанням сучасних мов кодування та витраченого часу на завершення проектів, що дозволяє конкурувати з передовими українськими та зарубіжними компаніями працюючими на ринку України.

Стратегічною ціллю компанії «Soft-Work», в області надання якісних послуг ІТ галузі України є досягнення лідируючого місця на ринках з надання високоякісної послуг з програмування та кінцевого продукту, який повністю задовольнить вимоги замовників, шляхом своєчасного виконання узгоджених вимог згідно технічних завдань (ТЗ). Тому в компанії «Soft-Work» послідовно реалізується відповідна стратегія розвитку, яка направлена на підвищення конкурентоспроможності програмного продукту та зміцненню конкурентоздатних позицій компанії «Soft-Work» на ключових ринках ІТ галузі України.

Аналізуючи цілі та завдань на поточний рік, зазначимо, що діяльність компанії «Soft-Work», як і раніше спрямована на максимізацію прибутку компанії «Soft-Work» – розширення робочого ринку та кількості замовників, вдосконалення процесів та розширення послуг які надаються компанією.

Визначене головне завдання та основне призначення управлінської діяльності компанії - забезпечити спільну, добре організовану та ефективну роботу співробітників, створюючи можливості для розвитку підприємливості, ініціативи та відповідальності кожного працівника компанії «Soft-Work», який може реалізувати свої амбіції в сучасному світі IT..

Процес сучасного управління персоналом орієнтований на відповідне кадрове забезпечення для ефективного досягнення мети, яка поставлена перед компанією «Soft-Work», на вирішення цілого ряду відповідальних завдань, пов'язаних з реалізацією цієї мети (або сукупності відповідних вдосконалень та цілей). Діапазон цих завдань досить широкий, а основними з них є:

- соціально-психологічна діагностика стану співробітників компанії «Soft-Work»;
- аналіз та регулювання міжособистісних, внутрішньо групових та між групових відносин, взаємодій в кадровому складі компанії при роботі над проектами;
- вивчення особливостей ставлення керівництва відділу, групи та підпорядкування (субординаційних відносин), взаємодія посадових осіб та їх позицій в компанії та на відповідному проекті;
- управління зайнятістю співробітників;
- оцінка та підбір кандидатів на вакантні посади проектів;
- аналіз кадрового потенціалу та потреб у кадрах на відповідні періоди часу та загальні потреби;
- професійна та соціально-психологічна адаптація працівників до нового колективу та робочої групи проекту;
- психофізіології, економіка, соціологія та естетика праці;
- управління трудовою мотивацією персоналу на конкретному проекті;
- планування і контроль ділової кар'єри вмотивованого персоналу;
- правові питання трудових відносин з персоналом;
- інформаційне, технічне, нормативно-методичне забезпечення кадрового управління.

2.4 Мотиваційні дії підвищення кваліфікації персоналу компанії «Soft-Work»

У 2021 році в компанії «Soft-Work» впроваджена та діє на постійній основі сучасна "Інтегрована система управління оплатою праці". Основними задачами які вирішує дана система є: підвищення ефективності роботи всього персоналу відділів шляхом зміни системи управління яка пов'язана з розрахунком та оплатою праці співробітників, мотивувати співробітників на досягнення поставлених перед ними завдань та цілей, розвиватися та підвищувати свою кваліфікацію на нових напрямках.

Матеріальна мотивація підвищення кваліфікації персоналу виражається у вигляді встановлення представлених окладів працівникові в залежності від посади, ринкової вартості цієї посади на відповідному ринку праці, індивідуальної оцінки конкретного працівника у вигляді змінної винагороди (премії за виконану працю, коефіцієнтів складності та навантаження).

Для визначення поточного розміру заробітної плати відповідного працівника є періодична оцінка кадрів (проведення тестування) за встановленими критеріями (ефективність, професіоналізм, відношення до роботи, підвищення кваліфікації, наявність проектів). Періодична оцінка через тестування це основа для формування та розробки індивідуальних програм навчання (курси підвищення кваліфікації), розвитку персоналу та планування професійного росту (нематеріальна мотивація).

Наочне формування та піднята роль старших менеджерів групи, убік виконання основних менеджерських функцій – безпосередній керівник групи ставить перед співробітниками (група задіяна в одному проекті) персональні цілі та завдання не тільки виробничого характеру, але і, враховуючи здібності та нахили кожного співробітника згідно плану завершення, підняття якості заказу замовника. Найбільш важливими в плані зростання та підвищення ролі відділу є корпоративні завдання компанії (прагнення до професійного росту, самостійність і ініціатива, командна робота у відповідних проектних в групах та відділах). Зараз велика увага приділяється підвищенню якості кінцевого продукту, задоволенню потреб замовника, уміння чітко та кваліфіковано управляти персоналом, правильно організувати роботу проектної

команди (групи), чітко проводити мотиваційні заходи персоналу, від якого залежить дуже багато.

За результатами періодичної оцінки (тестування) проводиться процедура ранжирування персоналу, тобто відбувається розподіл працівників на відповідні три групи: А, В і С. У 2021 році ця робота проводилась двічі - у березні та вересні. За підсумками роботи працівників за 2020 рік оклади працівників включених до так званої групи А були підвищені в більш значній мірі, ніж працівникам групи В. Оклади працівників групи С залишилися незмінними, але їх було відправлено на додаткове підвищення кваліфікації стажування та курси за рахунок компанії, мотивуючи їх до покращення роботи.

Розміри змінної складової заробітної плати (премії) працівникам розраховують відповідно до прийнятої розрахункової складової в залежності від рівня займаємої посади, функцій та завдань, які вирішуються відповідним працівником в конкретному випадку (поточні робочі роботи, проекти, робота з замовником, поліпшення проекту, виправлення проекту). Преміювання визначених працівників (груп працівників) проводиться за груповим та індивідуальним показниками, враховуючи результати роботи всієї компанії, відповідного відділу, групи конкретного працівника які задіяні в робочих проектах.

У 2020 році були переглянуті групові показники для преміювання відповідних співробітників основних робочих груп, вплив яких на «плановий» показник вельми віддалене, його замінили на новий «виконання плану конкретної проектної групи»; індивідуальні показники співробітника - виконання встановленого індивідуального плану, графік роботи в проектній групі, показники якості та досконалості робочого та кінцевого результату (продукту) та ін. , додатково були розглянуті та змінені показники індивідуальних досягнення (вдосконалення та отримання нових навиків).

З метою підвищення ефективності праці співробітників введений показник оцінки якості безпосереднім керівником проекту (менеджером відповідної групи), що дозволило підвищити, з одного боку, роль безпосереднього керівника, з іншого боку, - відповідальність співробітника за результати виконання завдань в проектній групі. Для окремих працівників введена відповідна експертна оцінка робочого процесу,

мотивуюча персонал на задоволення вимог внутрішніх клієнтів та замовників всередині підприємства. На підставі постійного проведення аналізу дій персоналу, відповідна шкала преміювання переглядається, при досягненні максимальних показників величин посилювання шкали преміювання, вводиться більш важливі на даний момент показники, які сприяє зростанню ефективності роботи не тільки окремих співробітників, груп, відділу але і компанії в цілому в сучасних умовах ринкових відносин ІТ галузі України.

2.5 Основна кадрова політика компанії «Soft-Work»

Аналізуючи кадрову політику компанії «Soft-Work», яка спрямована на забезпечення поточних проектів та довгострокових потреб компанії в кваліфікованих кадрах ІТ галузі, необхідною кількістю співробітників відповідного напрямку та сучасних сфер програмного апарату, професійних навичок та кваліфікації згідно постійних замовлень, підтримки, обслуговуванню підприємств партнерів, зазначимо що основні засади, за визначеними запитами до компанії «Soft-Work», у системі менеджменту якості (управління якістю), знаходять відображення у колективному договорі та у розпорядчо-організаційних документах курівництва. Відповідно, до вищезазначеного в компанії постійно здійснюються заходи з залучення, закріплення та підвищення кваліфікації співробітників відповідних відділів компанії.

Відповідною службою компанії «Soft-Work» налагоджені та підтримуються постійні зв'язки із загальноосвітніми, професійно-технічними та вищими учбовими закладами регіону. Для забезпечення гідного рівня кваліфікації всіх працівників компанії «Soft-Work» проводиться планомірна робота по якісному підвищенню кваліфікації співробітників. Ця робота здійснюється як безпосередньо в межах кадрового потенціалу компанії «Soft-Work», так і у сторонніх закладах фахової освіти (курси, тренінги, навчання на отримання дипломів то що)..

У власному учбовому центрі компанії «Soft-Work» відкриті цільові курси підвищення кваліфікації для вдосконалення навичок персоналу в межах сучасних курсів програмування на «робочих» мовах програмування.

З метою заохочення своїх робочих кадрів, до професіонального самовдосконалення регулярно проводяться тест змагання. Переможці та учасники таких змагань отримують не тільки матеріальну винагороду та цінні призи, але й певні гарантії професійного зросту, усі інші учасники – мотивуються для подальшого поглиблення професійної майстерності в умовах групових занять компанії «Soft-Work», отримання нових навичок в центрах підвищення кваліфікації компанії та сторонніх закладах..

2.6 Аналіз сучасних методів роботи з персоналом

Великий перелік управлінських завдань та задач, які стоять перед відділом по роботі з персоналом, їх різноманіття та спрямованість змістового наповнення свідчать, що процес управління персоналом включає в себе великий ряд важливих етапів. Основні методи роботи з персоналом представлені на рис.2.3.

Найбільш істотні з них полягають у наступному [10]:

- планування ресурсів, основа якої представляє собою розробку планів кадрового забезпечення всіх завдань та функціоналу відділів підприємства (визначеного проекту);
- пошук та надання ліпших умов роботи кваліфікованого персоналу з інших компаній чи підприємств, для залучення на окремі проекти, або орієнтація на кадрове забезпечення діяльності сучасного підприємства, створення резерву потенційних/кваліфікованих кандидатів по визначених посадах;
- потенційний відбір кваліфікованих кадрів, який повинен включати, в якості однієї з найважливіших ланок, оцінку кандидата на відповідне робоче місце,

формування кваліфікованого резерву кадрів підприємства та формування резерву по перспективних проектах;

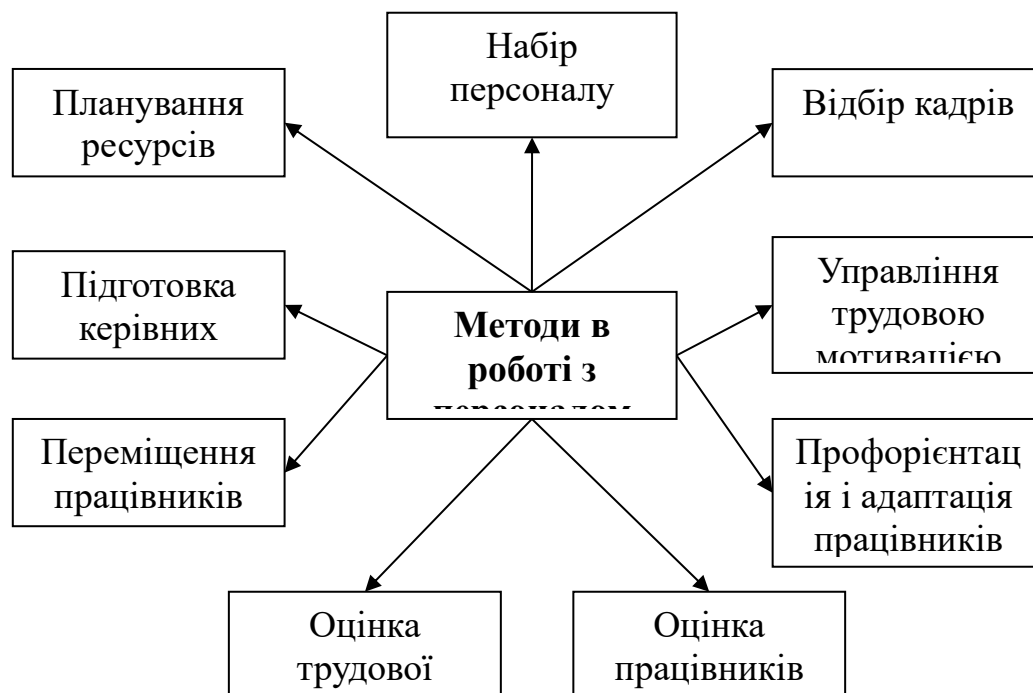


Рисунок 2.3 – Сучасні управлінські методи робіт з персоналом підприємств

- аналіз та управління трудовою мотивацією, основа якої є – формування розрахункового потенціалу робочої ставки (заробітна платня), додаткові виплат за відповідні досягнення, виконання планових показників на період або по проекту, стимулювання отримання нових знань з метою збереження та підвищення кваліфікації кадрового персоналу компанії;
- профорієнтація та адаптація працівників, яка включає переорієнтування, швидке та ефективно залучення нових працівників до робочого процесу ІТ відділу компанії; формування, розуміння кожного працівника вимог, до основних робочих процесів та підпорядкування в організації, чітке уявлення у працівника – чого курівництво відділу та організації очікує від нього, яка праця в ній отримує більш високу оцінку, підпорядкування формується також на опрацювання проекту;
- оцінка поточної кваліфікації працівників, до якої включають поточна кваліфікація, оволодіння новими вміннями та знаннями, сучасні навичками, що потрібні для успішного виконання певного проекту;

- оцінка трудової діяльності, вона використовується в якості важливого компонента розробку та впровадження методики та критеріїв оцінки виконання відповідних вимог та доведення їх до всіх працівників над проекті, відділів, підрозділів та організації в цілому;
- зміна посад працівників, просування або зниження по кар'єрних сходах, в найгіршому випадку - звільнення; переведення на новий проект або паралельне опрацювання двох та більше проектів
- підготовка керуючих кадрів (керівники підрозділів, відділів та проектів), процес який включає аналіз кваліфікації відповідного співробітника, управління кадрами та просування співробітників по посадовим позиціям оновлених або діючих проектів або відділу ІТ, розробка заходів орієнтованих на розвиток здібностей кваліфікованого персоналу, підвищення знань, вдосконалення умінь та навичок кожного залученого робітника, підвищення ефективності праці управлінських працівників на своїх засадах.

Якщо описувати загальний робочий процес системи управління персоналом (системи роботи або підготовки персоналу), то зазначимо що він включає в себе: формування відповідних-актуальних цілей проекту (відділу, компанії), визначення завдань та функцій проекту що реалізується, засобів їх успішного завершення над визначеного проекту, шляхів спонукання відповідних співробітників приймати їх як імперативно необхідні для діяльності у визначений проміжок часу роботи над відповідним проектом, побудова організаційної структури управління кваліфікованим персоналом, залучених для роботи над відповідним проектом, системи підвищення кваліфікації та перекваліфікації, виявлення та конструювання вертикальних/горизонтальних функціональних взаємодій керівників та підлеглих у процесі роботи над визначеним проектом та в цілому, прийняття та реалізації сучасних та актуальних управлінських рішень.

Така багатогранна діяльність роботи з кваліфікованими кадрами підприємства являє собою цілісну, динамічно-розвинуту сучасну систему, основні компоненти якої представлені на рис.2.4.

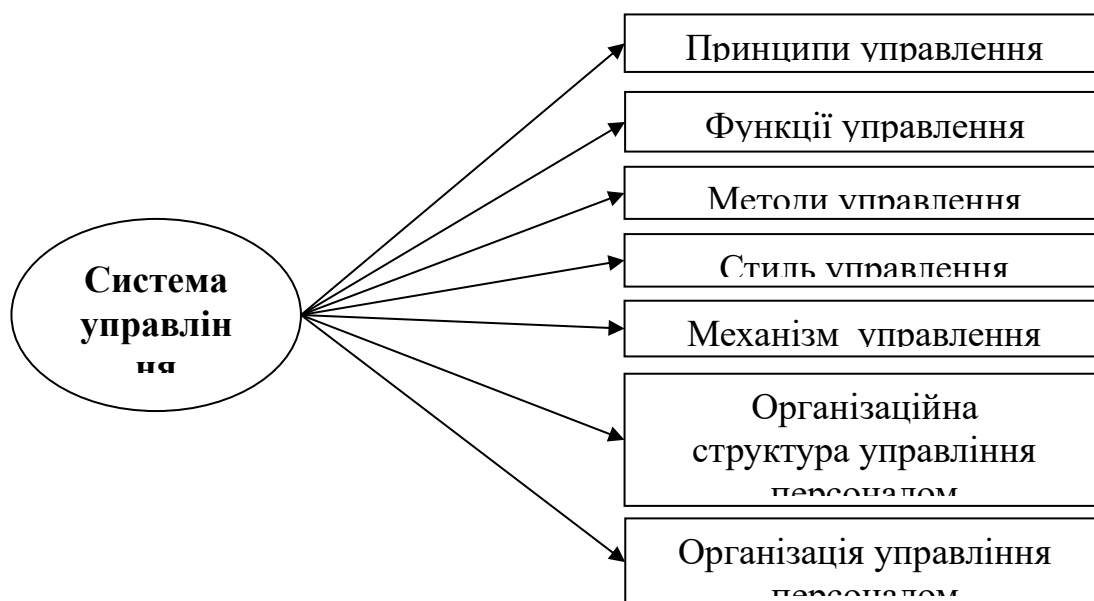


Рисунок 2.4 – Сукупність факторів, які необхідно враховувати в сучасній концепції управління персоналом

Система роботи з персоналом сучасних компаній галузі ІТ- це сукупність принципів та методів управління кваліфікованими кадрами виконавців та керівників проектів, відділів та підрозділів. Ця система складається з шести взаємопов'язаних робочих підсистем, представлення яких ми бачимо на рисунку 2.5.

Вихідні дані для розробки системи роботи з персоналом наступні [7, 8]:

- Загальна декларація прав людини;
- Конституція країни;
- Цивільний кодекс держави;
- Кодекс про працю;
- Плани економічного і соціального розвитку.

Кадрова політика компанії визначає генеральну лінію, принципові настанови в робочих процесах з персоналом при тривалій перспективі. Державна кадрова політика формується парламентом, правлячою партією і урядом і в значній мірі визначається типом влади в суспільстві. Тип влади робить істотний вплив на стратегію і стиль керівництва, а також вимоги до персоналу [6].

Кадрова політика є складовою частиною всієї керуючої діяльності визначених відділів компаній та організацій. Вона має на меті створити згуртовану, відповідальну,

високорозвинену і високопродуктивну робочу силу в компанії, у відділі та на проектах - яка чітко та швидко виконує задачі та поліпшує якість роботи підприємства.

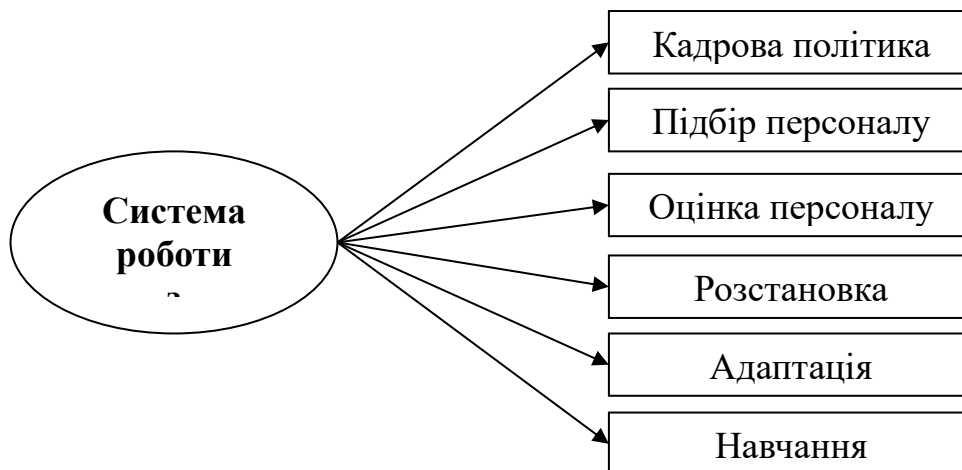


Рисунок 2.5 – Система роботи з персоналом в організації

Основне завдання кадрової політики сучасних компаній ІТ галузі та і всіх підприємств - забезпечення у повсякденній кадровій роботі врахування інтересів всіх категорій працівників [7].

Формування та підбір кваліфікованого персоналу полягає у формуванні кадрового потенціалу та резерву кадрів на заміщення вакантних робочих місць, включає:

- Процедури розрахунку потреби в кваліфікованому персоналі за категоріями працівників задіяних в проектній діяльності;
- Нормативний опис професійних вимог до залучених кадрів та задіяних осіб;
- Способи професійного відбору кадрів – анкетування , проведення співбесід, тестування;
- Загальні принципи формування резерву кадрів на вакантні посади або залучення на перспективні проекти та нові напрямки..

Головне завдання яке ставиться перед відділом підбору кадрів - визначення сукупності людей, здатних зайняти відповідні посади, бути залучені при виконання задач замовника на відповідних проектах, збільшення внутрішньої мотивації, матеріальних та моральних стимулів трудової діяльності кваліфікованих кадрів.

Оцінка кваліфікованого персоналу здійснюється для визначення відповідності працівника вакантної або займаної посади, залучення до відповідного проекту. Оцінка потенціалу працівника дозволяє отримати інформації про перспективу залучення персоналу або використання здібностей конкретної людини на певній посаді та на певному рівні залучення до проекту. Структура оцінки персоналу включає в себе кілька взаємопов'язаних елементів [8].

Розподіл або залучення кваліфікованого персоналу повинна забезпечувати постійне «рух кадрів», виходячи з результатів оцінки їх кваліфікації та потенціалу, індивідуального внеску в робочі проекти, планованої кар'єрної перспективи розвитку, віку, термінів роботи на відповідній посаді, наявності вакантних посад у штатному розкладі та на проекті або залучення до нових проектів. Науково обґрунтована розстановка кадрів передбачає визначення термінів зайняття посад, віку кадрів управління проектами, визначення умов оплати праці, планомірний рух працівників (підвищення, зниження, переміщення і вибуття) залежно від результативності оцінки [9].

Адаптація нового персоналу до робочих процесів в компанії - процес адаптації до мінливих умов навколишнього середовища, включає адаптацію молодих фахівців, методи наставництва, консультування, розвитку людських ресурсів.

Навчання персоналу (підвищення кваліфікацій) призначене для забезпечення відповідності професійних знань та умінь працівників сучасному рівню кваліфікації відповідного рівня та управління.

Види навчання (підвищення кваліфікації):

- підготовка, яка передбачає отримання базової спеціальності;
- підвищення кваліфікації за базовою спеціальністю;
- перепідготовка для придбання нових кейсів у відповідній спеціальності;
- фундаментальну наукову, професійну освіту (магістратура, аспірантура, докторантура).

Перекваліфікація – згідно нових умов роботи підприємства, або змінення участі в проектах.

Взаємодія даних видів навчання дозволяє забезпечити можливості для безперервного підвищення кваліфікацій кожного співробітника, своєчасно регулювати відповідність між працівниками підприємства (відділу, напрямку, проекту) та сформованою структурою [9].

Система роботи з персоналом відображена в наступних документах:

- статут підприємства;
- правила внутрішнього трудового розпорядку та нормування часу по проектам;
- колективний договір (індивідуальні договори з найманим працівником);
- штатний розклад підрозділу або відділу;
- положення про оплату та преміювання праці (визначення та координація дій та виплат за відповідні послідовності);
- контракт співробітника – індивідуальні договори по проектам;
- посадові інструкції та договори про роботу на відповідному проекті.

Таким чином, основа роботи з персоналом розглядається як основна система, яка включає в себе – кадрову політику, добір, оцінку, розподіл, адаптацію, перекваліфікацію та навчання визначеного кадрового потенціалу, яке буде постійно оновлюватись та знаходити відображення в головних нормативних документах роботи підприємства над відповідними проектами.

Розглянемо та визначимо основні, на наш погляд, методи роботи з кваліфікованим персоналом:

1. Оцінка персоналу;
2. Підбір/перекваліфікація персоналу.

Ефективна оцінка кваліфікації кадрів у відповідних проектах відіграє велику роль в управлінні ними. За допомогою відповідних дій по оцінці здійснюється:

- прийом на відповідну посаду, роботу, проект;
- внутрішні переміщення працівників по вертикалі та горизонталі робочих процесів;
- звільнення, зарахування до складу резерву на проекти та звільнені посади;
- матеріальне і моральне стимулювання кваліфікованих кадрів;
- застосування штрафних санкцій за невиконання робіт та контроль.

Відсутність надійних систем оцінювання та тестування кадрів може привести до втрати більш кваліфікованого працівника або здатного до підвищення кваліфікації, отримання нових навичок працівника або отримує в штат початківця та працівника нездатного виконати відповідні задачі.

Яка мета проведення оцінювання діяльності персоналу на підприємстві, у відділі на проекті:

- аналіз роботи за відповідний (минулий) період;
- поліпшення роботи на наступний період часу;
- прийняття рішень щодо диференціації оплати праці згідно проведеного аналізу;
- виявлення потреб (навчання, перекваліфікація та особистий розвиток кожного співробітника);
- визначення потенціалу кожного співробітника підприємства, планування та надання інформації про перспективи кар'єрного росту.

Для оцінки кваліфікації працівників будемо використовувати наступні критерії (рис. 2.6.).

Поточний відбір та прийняття співробітника на робочу посаду - це ряд дій, що вживаються організацією для залучення кандидатів, які мають відповідні кваліфікації, необхідні для досягнення поставлених цілей та успішного вирішення поставлених завдань відділу або проекту.

Вихідним етапом в процесі управління персоналом підприємства є наймання кваліфікованого персоналу. Від того, яким чином буде проведений набір, який кадровий потенціал відібраний для роботи у відповідний відділ підприємства залежить уся наступна діяльність в процесі управління кадровим ресурсом підприємства. Тому керівництву відділів, напрямів, проектів та самого підприємства слід здійснювати дану процедуру кваліфіковано з основною метою – уникнення додаткових проблем з персоналом.

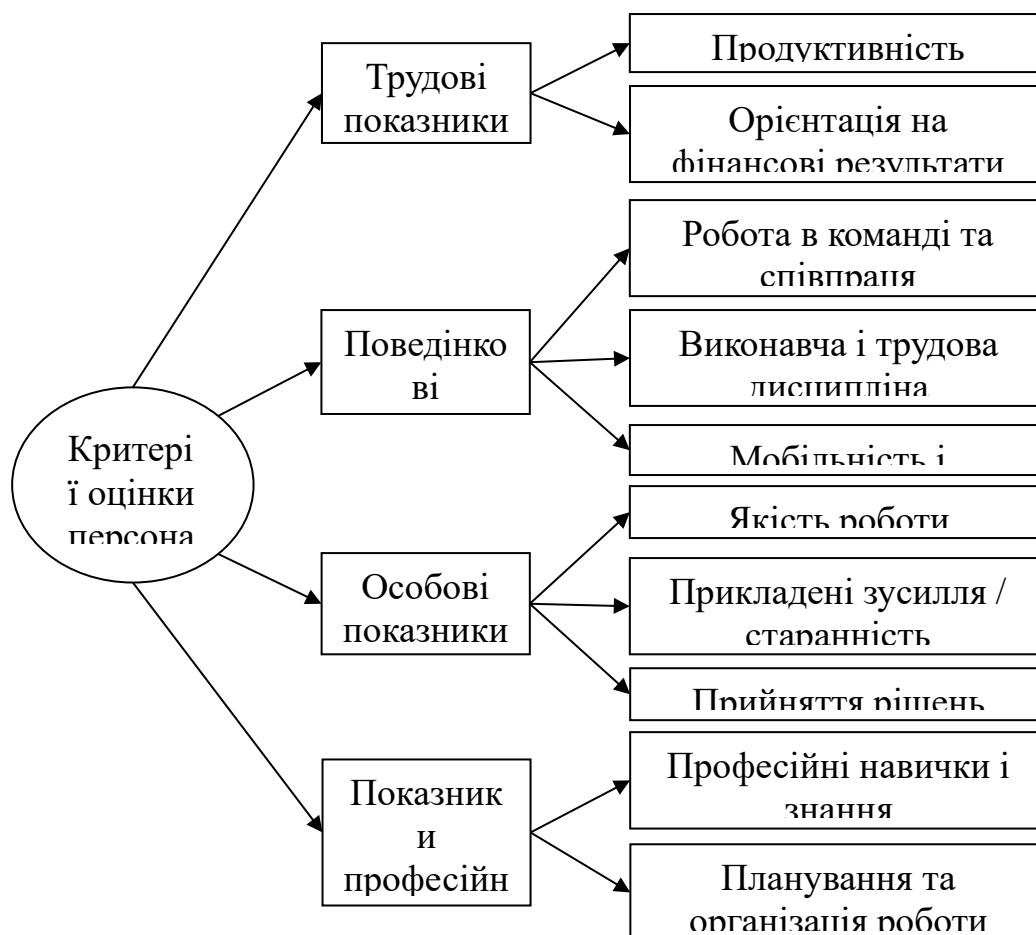


Рисунок 2.6 – Критерії оцінки персоналу сучасного підрозділу ІТ

Традиційний погляд, що до організації роботи наймання персоналу у відповідний відділ або на визначений проект є пріоритетною функцією кадрових підрозділів підприємства. Така, загальна думка серед українських лінійних керівників є значною мірою помилковою та потребує зміни, чого:

По-перше, безпосередньо керування кваліфікованими кадрами на місці то є задача саме лінійного менеджера (керівника проекту), а не менеджера з персоналу. Отже, саме керівник підрозділу, відділу, проекту повинен бути зацікавленим у високій ефективності процедури наймання кваліфікованих кадрів до свого робочого процесу.

По-друге, саме лінійний менеджер (керівника проекту) може визначитись та передбачати майбутню потребу у відповідному кваліфікованому персоналі, оскільки він детально знає поточну ситуацію та плани розвитку свого підрозділу/проекту.

По-третє, лише лінійний керівник (керівника проекту) може сформулювати конкретні вимоги до кваліфікованого «кандидата» на вакантну посаду (професійні,

ділові та особисті навички), що забезпечать найбільш швидку адаптацію майбутнього працівника в конкретному колективі на відповідній посаді.

Таким чином добір кадрів – процес складний та відповідальний процес пошуку потенційних працівників підрозділів, відділів, проектів та формування відокремленої бази даних про них для наступного залучення на вакантні посади або на ті, що стануть вакантними у певний період чи на відповідний проект.

Тому саме лінійний керівник повинен приймати активну участь в процесі наймання кваліфікованого персоналу на головні позиції відділів, підрозділів та проектів. Разом з тим, конкретні процедури набору, відбору персоналу організовують та здійснюють фахівці із кадрових служб, оскільки саме вони мають необхідні для цього знання та досвід в сучасних ринкових умовах роботи.

Наймання на роботу – це ряд дій, що здійснюються підприємством (відділом, підрозділом) для залучення кандидатів, які володіють кваліфікаціями та якостями, необхідними для досягнення його цілей (рис. 2.7).



Рисунок 2.7 – Загальна схема наймання персоналу

У сучасних тенденціях ринку ІТ галузі все більше визнання одержує так зване вторинне наймання, тобто набір у тимчасові підрозділи і творчі групи - в випадку ІТ підприємств - проектні групи. Підбір кваліфікованого персоналу відбувається шляхом набору виконавців або безпосередньо відповідальним керівником, або на основі внутрішнього конкурсу чи тесту, що може бути оголошений на конкретну посаду або в конкретний підрозділ на конкретний проект. Формується список з переліком посад, на які поширюється цей принцип (масові професії), далі кожен бажаючий брати

участь подає відповідної форми заяву (у противному випадку до конкурсу може бути не допущений); заява може розглядатися кілька разів на деякі посади.

Завдяки тимчасовому залученню додаткових працівників на відповідну роботу чи проект, їх горизонтальному або вертикальному переміщенню у великих компаніях формується, так званий, внутрішній ринок праці. Його функціонування знижує витрати, створює для всього персоналу додатковий стимул, дозволяє швидко закрити найбільш важливі вакансії на гарячих проектах оперативним переміщенням, зберегти найбільш кваліфіковану частину персоналу стимулюючи до отримання нових знань та умінь, підтримує стабільність колективу та його розвиток.

Потребу в персоналі підприємство задовольняє в процесі залучення (набору) і створення резерву працівників для заняття вакантних посад на відповідному напрямку робочого процесу.



Рисунок 2.8 – Процес залучення персоналу

Розглядаючи стратегію залучення кваліфікованого персоналу у відповідні окремі проекти, які виконує відділ ІТ компанії, та яка повинна відповідати як загальній стратегії розвитку підприємства та напрямку, так і його кадровій стратегії для виконання поточних та майбутніх проектів кваліфікованими кадрами.

Виділяють наступні джерела залучення кваліфікованих кадрів:

- внутрішні джерела (у межах свого підприємства/відділу);

- зовнішні джерела(за межами відповідного підприємства).

Зазначимо основні переваги і недоліки внутрішніх і зовнішніх джерел пошуку та залучення кваліфікованого персоналу (рисунок 2.9.).

Серед внутрішніх джерел набору персоналу можна виділити:

- працівників підприємства, відділів;
- друзів, знайомих і родичів працівників підприємства/відділів;
- колишніх працівників підприємства, відділів;
- колишніх кандидатів на вакантні посади.

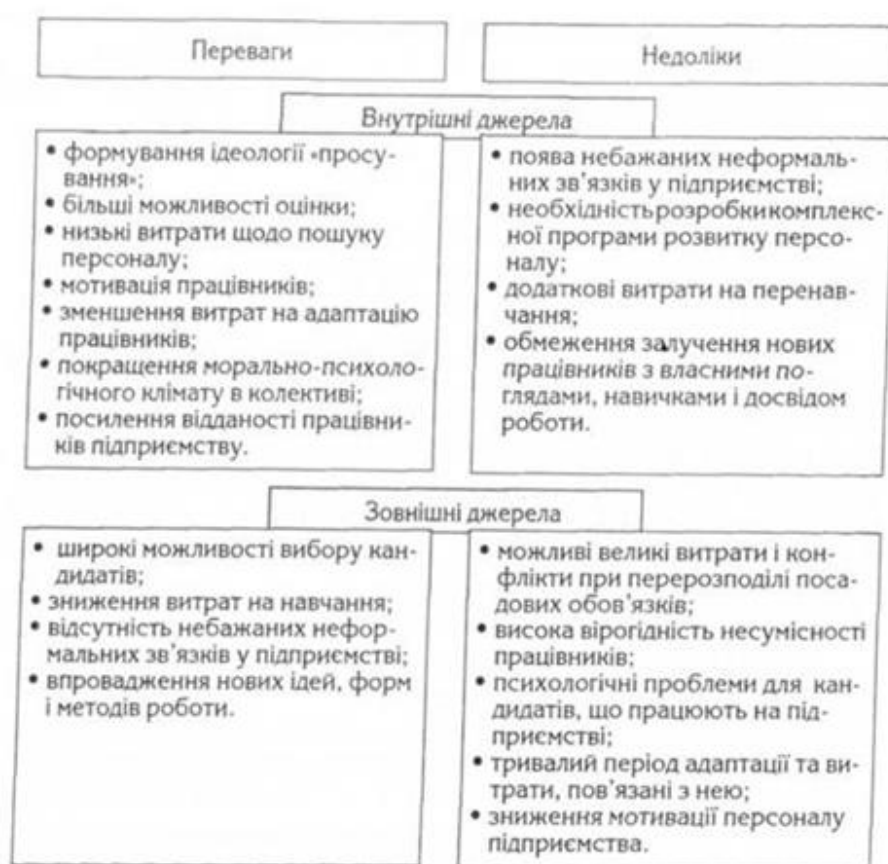


Рисунок 2.9 – Переваги і недоліки внутрішніх і зовнішніх джерел пошуку та залучення кваліфікованого персоналу

Підприємство може вести пошук персоналу на ринку робочої сили двома способами: власними силами і залучаючи спеціалізовані фірми. При визначенні оптимального способу пошук персоналу необхідно враховувати два основних фактори:

- розмір фінансових коштів, виділених на залучення персоналу;
- категорія необхідного фахівця.

До зовнішніх джерел набору персоналу у підприємство належать:

- засоби масової інформації (ЗМІ);
- Інтернет;
- неформальні канали;
- освітні організації;
- професійні клуби та асоціації;
- агенти-розповсюджувачі;
- переманювання працівників;
- біржі праці та агентства з працевлаштування;
- рекрутингові агентства.

Етапи зовнішнього відбору:

- пошук та залучення претендентів (особисті контакти, агентства, вузи);
- формування бази даних (з метою сформувати резерв);
- оцінка кандидата (різні методи: тести, ділові ігри, завдання);
- проведення інтерв'ю (з керівниками підрозділів);
- перевірка інформації;
- прийняття рішення про зарахування.

Ефективне вирішення проблеми підбору персоналу вимагає детальної розробки вимог, що пред'являються до кваліфікованих кандидатів на вакантні посади у відповідних проектах сучасного підприємства.

Таким чином, можна зробити висновок, що Компанія «Soft-Work» має велику і складну структуру, де працює багато робітників. Великий перелік управлінських завдань в області роботи з персоналом, різноманіття і спрямованість їх змісту свідчать, що процес управління персоналом включає в себе ряд важливих етапів. Добре організована система роботи з персоналом дає гарантію досягнення поставлених цілей і успішного вирішення поставлених завдань.

2.7 Проблематика сучасного підприємства та головні питання

Діяльність сучасної ІТ компанії «Soft-Work», представленого в кваліфікаційній роботі є актуальною у будь-який час, а на сам перед в умовах постійного розвитку та вдосконалення ІТ галузі.

Адже без проектування, планування, розробки, аналізу, вдосконалення не відбувається реалізація жодного сучасного проекту ІТ напрямку. Сучасний світ вимагає постійного сучасного руху, для цього необхідне відповідне фінансування, залучення інвестицій, оновлення та вдосконалення матеріально технічної бази та підвищення кадрового потенціалу компаній.

Незважаючи на всі труднощі сьогодення, компанія бере активну участь у тендерах для отримання актуальних замовлень, так як має необхідні кваліфіковані кадри для їх реалізації, великий практичний досвід та постійно вдосконалює свої навички в реалізації сучасних проєктів. Незважаючи на все це, цього недостатньо, оскільки сучасний рівень технічних засобів пропонує більш швидшу здатність трудової діяльності в галузі ІТ. Звідси є актуальне питання – швидка технічно застарілість обладнання, зокрема, робоча техніка, софт для виконання сучасних проєктів, постійне вдосконалення кадрового потенціалу та сучасних знань кваліфікованих кадрів.

Також, у зв'язку зі складною економічною ситуацією, було проведено скорочень працівників, що дало певні збої в роботі підприємства та викликає несвоєчасне виконання отриманих проєктів та перевантаження кваліфікованих кадрів, або виконання роботи одним співробітником на декількох проєктах. Певним чином це впливає на продуктивність роботи ІТ відділу підприємства.

Одним із відділів, який відчув на собі подібне явищу є відділ забезпечення комп'ютерних технологій та програмного забезпечення. Але на сьогодні існування будь-якої компанії та підприємства без необхідної кількості кваліфікованих співробітників відповідного відділу неможливе, оскільки вся робота, безпосередньо, пов'язана з сучасними технологіями тим паче в профільному напрямку.

Данна проблема формує розгляд наступного питання – визначення необхідної кількості кваліфікованого персоналу відповідного відділу ІТ. Отже, для вирішення цієї задачі – розрахунку оптимальної кількості «каналів обслуговування» (кваліфікованих співробітників), ми будемо розглядати відділ ІТ з його поточними входами (поточні заявки), як систему масового обслуговування з очікуванням, на яку накладається відповідні обмеження у вигляді розмірності черги. Сформулювавши критерій ефективності у відповідності існуючих умов обслуговування сучасного підприємство, використаємо два підходи до вирішення поставленого завдання: аналітичний – має свої недоліки у силу можливих припущень та метод імітаційне моделювання, як сучасний метод аналітичного апарату. Порівняємо отримані результати та зробимо висновки про можливість використання того, чи іншого підходу та методу у зв'язку з доцільністю отриманих розрахункових результатів на кожному етапі поставленої задачі.

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Постановка завдання кваліфікаційної роботи

Сучасний відділ ІТ підприємство – відділ забезпечення комп'ютерних технологій являється одним з основних відділ без яких неможливе функціонування сучасного та конкурентного підприємства ІТ галузі. В своєму складі цей відділ містить сформовані групи та градації зайнятості: В- група системно-технічного супроводу всіх процесів, С – група програмних засобів та А – керівництво відділом або проектом, які виконують відповідні завдання, що можна розділити на три групи: А- організаційні, В – системно-технічне супроводження проектів, С – розробка та впровадження програмного забезпечення для самого підприємства або на роботу зовні.

Таким чином функціонування відділу можна представити у вигляді системи масового обслуговування відповідно схеми на рис. 3.1

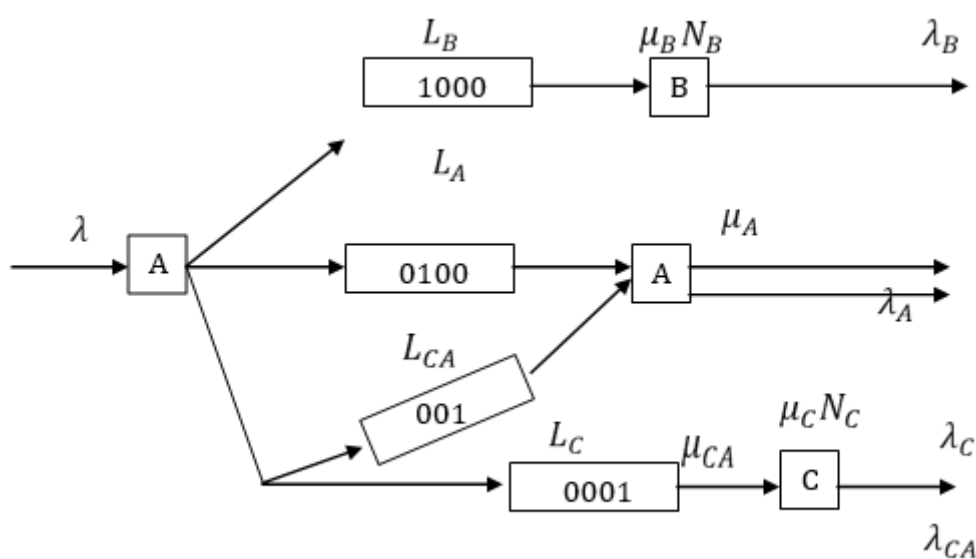


Рисунок 3.1 – Функціональна схема діяльності відділу ІТ

Умовні позначення на рис. 3.1 :

λ – інтенсивність загального потоку задач, що надходять у, (од/добу)

λ_B – інтенсивність потоків виконаних задач групи В, (од/добу);

λ_C – інтенсивність потоків виконаних задач групи С, (од/добу);

λ_{CA} – інтенсивність потоків виконаних задач групи С виконаних керівництвом відділу, (од/добу);

L_A, L_B, L_C, L_{CA} – ємкості накопичувачів, (од);

N_B, N_C , – кількість каналів обслуговування груп В і С, (од.);

μ_A – інтенсивність обслуговування заявок групи А, (од/добу)

μ_B, μ_C – інтенсивність обслуговування заявок одним каналом (спеціалістом) для груп В і С, (од/добу)

μ_{CA} – інтенсивність обслуговування заявок групи С керівництвом відділу, (од/добу).

Початковий основний потік заявок інтенсивністю $\lambda = 0.2$ надходить до керівництва відділу, де аналізується та розподіляється. Отримані три потоки розподілених задач виконуються:

- групою системно-технічного супроводу $L_B = 5$ (од) т а $\mu_B = 0,04 \left(\frac{\text{од}}{\text{добу}} \right)$;
- групою програмного забезпечення $L_C = 5$ (од) т а $\mu_C = 0,02 \left(\frac{\text{од}}{\text{добу}} \right)$;
- керівником відділу з $L_A = 5$ (од) т а $\mu_A = 0,2 \left(\frac{\text{од}}{\text{добу}} \right)$;

Крім того, частина задач розробки відповідного програмного забезпечення (ПЗ) виконується керівником проекту або відділу, тобто потік відповідних задач проекту діляться на два відповідних потоки з інтенсивностями λ_{CA} та λ_C .

Вводимо умови роботи (припускаємо) – якщо чергова заявка застає всі канали зайнятими та накопичувач був заповненим, то задача отримує відмову в обслуговуванні та залишає систему запитів назавжди. Це означає, що відповідна група відділу не встигає виконувати поставлену задачу/роботу/частину проекту, при цьому група може отримати штраф (не отримати додаткові кошти/бали при розрахунку заробітної плати) за невиконання роботи.

Також умовно припустимо, що час на виконання проектних заявок для всіх відповідних робочих груп проекту підпорядковується показовому закону розподілу з відомими вже нам інтенсивностями.

Таким чином, актуальною задачею сучасних підприємств ІТ галузі є аналіз роботи відділу ІТ, оцінивши ефективність його роботи з точки зору необхідного

складу кваліфікованих співробітників, який може бути представлений у вигляді матеріального характеру (оплата праці), визначити оптимальну кількість працівників відповідних груп градації – В та С та провести порівняння отриманих в результаті обчислень даних.

3.2 Системи масового обслуговування

3.2.1 Основні елементи систем масового обслуговування

Постійне використання систем масового обслуговування (СМО) є тенденцією сучасного життя. Аналогічно можемо описати ситуації надходження заявок на роботи, обслуговування, виконання проектів їх зміни у відділ/підрозділ ІТ сучасного підприємства.

Роботу СМО можна представити як: генератор, який формує чергову вимогу (заявку), яка надходить у систему, стає в чергу на обслуговування, або, якщо черги немає надходить напряду до відповідальної особи (аналітика, менеджера, відповідальну особу) у відділ на обслуговування.

Основна задача СМО — визначення кількісних показників функціонування визначеної систем та їх залежності від параметрів вхідного потоку та структури системи яка аналізується (складу, функціонування налагодження зав'язків між складовими системи). Розв'язок цієї актуальної задачі дає можливість визначити в системі слабкі місця та ланки, визначити їх вплив на ефективність обслуговування системи, знайти шляхи їх вдосконалення та покращення або, при заданих характеристиках потоку вимог та критеріях якості обслуговування надати пропозиції щодо оновлення структури цієї системи, що забезпечить оптимальне виконання поставленої задачі.

У всякій СМО можна виділити чотири основні елементи:

вхідний потік вимог (заявки), черга заявок/вимог, кількість каналів обслуговування, вихідний потік вимог.

Загальну схему системи масового обслуговування представлено на рис.3.2

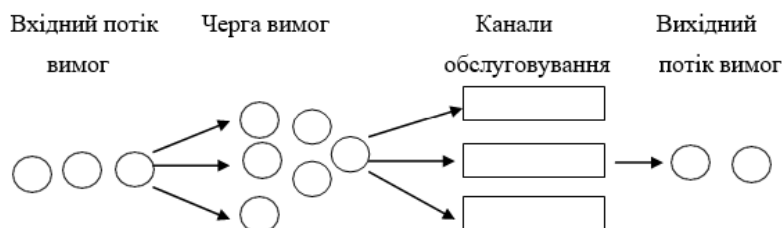


Рисунок 3.2– Загальна схема СМО

Аналіз самої СМО починається з отримання інформації та аналізу вхідного потоку вимог.

Вхідний потік вимог являє собою сукупність вимог, які надходять в систему та потребують опрацювання.

Вихідний потік це потік вимог, що залишають систему. Вимоги потоку можуть бути обслуговані або не обслуговані всіма каналами системи.

При дослідженні СМО можуть вирішуватися:

1. завдання аналізу СМО - визначення характеристик якості обслуговування в залежності від параметрів та властивостей вхідного потоку повідомлень, параметрів і структури системи обслуговування і дисципліни обслуговування;
2. завдання параметричного синтезу - визначення системи обслуговування при її заданій структурі залежно від параметрів та властивостей потоку вхідних повідомлень, дисципліни та якості обслуговування системи;
3. задачі синтезу структури системи з оптимізацією її параметрів таким чином, щоб при заданих потоках та якості обслуговування, вартість СМО була мінімальною, або були мінімальними втрати викликів при заданих потоках, дисципліні і вартості системи [11].

3.2.2 Аналіз потоків вимог СМО

Первинним завданням, з якої має розпочинатися аналіз всіх СМО або використання та впровадження цих систем – аналіз потоку вимог, які надходять на обслуговуючий пункт.

У переважній більшості літературних джерел пов'язаних з СМО розглядається найпростіший випадок потоків, коли ймовірність надходжень в проміжок часу t рівно k вимог задається формулою

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad (3.1)$$

де $P_k(t)$ — ймовірність надходження в проміжок часу t рівно k вимог; $\lambda > 0$ — платність потоку вимог (параметр потоку).

Вхідний потік при цьому вважається таким, що для будь-якої кінцевої групи непересічних відрізків часу числа з'явилися на їх протязі вимог являють собою взаємно незалежні випадкові величини.

Спроби вказати загальні умови, при виконанні яких основний потік дійсно має місце, були представлені в монографії А.Я.Хінчіка ці умови були приведені до трьох наступних умов: стаціонарність, відсутність післядії, ординарність.

Сформульована стаціонарність потоку означає, що – для будь-якої групи з кінцевого числа непересічних відрізків часу ймовірність появи в них відповідно значення $k_1, k_2, \dots, k_n$ вимог залежить тільки від числа та від довжин зазначених проміжків часу, але не залежить від їх розташування по осі часу. Зокрема, ймовірність появи k вимог часу $(T, T+t)$ не залежить від T і є функцією лише змінних t і k .

Відсутність післядії полягає в тому, що – ймовірність надходження k вимог щодо перебігу проміжку часу $(T, T+t)$ не залежить від того, скільки вимог та яка послідовність надходження їх до цього проміжку часу. Таким чином це припущення означає, що умова ймовірності надходження k вимог за відповідний проміжок $(T, T+t)$

обчислена при довільному припущенні про надходження вимог до цього проміжку часу, та збігається з безумовною ймовірністю відповідної події. Зокрема, відсутність післядії означає взаємну незалежність появи того чи іншого числа вимог на обслуговування в непересічних відрізках часу.

Ординарність потоку вимог висловлює собою умова практичної неможливості появи двох або декількох вимог в один і той же момент часу. Ці умови точно сформулюємо наступним чином: позначимо через $P_{>1}(h)$ ймовірність появи в проміжку довжини h двох або більше вимог. Умова ординарності потоку полягає в тому, що при $h \rightarrow 0$

$$\frac{P_{>1}(h)}{h} \rightarrow 0. \quad (3.2)$$

або,

$$P_{>1}(h) = 0(h). \quad (3.3)$$

Потік вимог, який задовольняє всім трьом сформульованим вимогам, прийнято називати простішим потоком відповідно до першоджерел та сучасній літературі [12].

3.2.3 Обслуговування з очікуванням

СМО називається системою з очікуванням, якщо заявка яка надходить, застала всі канали зайнятими, стає в чергу на чекання, поки не звільниться відповідний канал. Якщо час очікування заявки в черзі обмежена відповідними умовами, то система називаємо «системою змішаного типу». При цьому обмеження, накладені на очікування, можуть бути різного типу.

Часто буває, що обмеження накладаються на час очікування заявки в черзі; вважається, що вона обмежена зверху якимось терміном $T_{оч}$, який може бути як строго певним, так і випадковим. При цьому обмежується тільки термін очікування в черзі, а розпочате обслуговування доводиться до кінця незалежно від того, скільки часу тривало очікування.

В інших завданнях потрібно накласти обмеження не на час очікування в черзі на обслуговування, а на загальний час перебування заявки в системі взагалі. Можна розглянути і таку змішану задачу, коли заявка стає в чергу тільки в тому випадку, якщо довжина черги не занадто велика. В цьому випадку обмеження накладається на кількість заявок в черзі.

Розглянемо наступну, відповідну систему змішаного типу, та з іншим видом обмеження очікування за кількістю заявок, що стоять в черзі на обслуговування.

Дано припущення – заявка, яка отримала інформацію про статус всіх каналів як «зайняті», стає в чергу за умовою якщо в ній знаходиться менше відповідних m заявок; якщо ж число заявок в черзі рівне m , то остання заявка, яка надійшла в чергу не стає, а залишає систему не обслугованою. Решта допущень: потік заявок найпростіший та має показовий розподіл часу обслуговування.

Отже, маємо n -канальну систему з очікуванням, в якій кількість заявок, що стоять в черзі, обмежено числом m . Тоді при наступних станах системи:

x_0 – всі канали вільні, черги немає,

x_1 – зайнятий один канал,

.....

x_k – зайнято k каналів,

.....

x_{n-1} – зайнято $n-1$ каналів,

x_n – зайнято n каналів,

x_{n+1} – зайнято n каналів, одна заявка стоїть у черзі,

.....

x_{n+m} – зайнято n каналів, m заявок стоїть у черзі, та маємо наступну систему

По-перше, при функціонуванні відділу ІТ, ми маємо забезпечити мінімальний показник вільних каналів, оскільки подібна річ буде накладати додаткові фінансові витрати відділу ІТ підприємства що аналізується. Саме цей фактор винесемо як перша складова критерію ефективності, яка буде розраховуватися за допомогою наступної формули :

$$I_1 = n_1 + n_2 + n_3, \quad (3.8)$$

де n_1, n_2, n_3 – середня кількість вільних каналів

Не менш важливим буде використання показнику, який буде виражати ефективність з точки зору відношення заявок, що отримали відмову та були оброблені в системі. Оскільки він дає змогу оцінити на скільки добре функціонує відділ:

$$I_2 = \frac{m_1}{R_1} + \frac{m_2}{R_2} + \frac{m_3}{R_3}, \quad (3.9)$$

де m_1, m_2, m_3 заявки, що отримали відмову; R_1, R_2, R_3 поточна кількість оброблених задач

Тобто I_2 - відносна кількість відмовлених до оброблених потоків.

Безпосередньо маємо враховувати кількість заявок, що знаходять у черзі, оскільки цей показник певним чином впливає на завантаження каналів:

$$I_3 = g_1 + g_2 + g_3, \quad (3.10)$$

де g_1, g_2, g_3 – поточна середня/кількість заявок в черзі, c_1, c_2, c_3 – коефіцієнти, визначені методом експертних оцінок, (грн/шт);

При цьому метою математичного апарату (цільова функція) буде – мінімізація критерію, а параметрами оптимізації являються канали обслуговування, тобто

кількість співробітників відділу ІТ:

$$I \rightarrow \min_{N_B N_C}. \quad (3.11)$$

3.4 Експертна оцінка

Як зазначаються фахівці, то експертне оцінювання - процедура отримання оцінки проблеми на основі думки фахівців (експертів) з метою подальшого прийняття рішення. Експертна інформація відіграє важливу роль при використанні сучасних методів підтримки прийняття рішень. Методи її отримання, представлення та обробки утворюють невід'ємну частину технології підтримки прийняття рішень.

Експертні методи оцінювання показників застосовують у випадку, коли використання технічних засобів вимірювання неможливе або економічно не виправдане. Експертну оцінку якості продукції (послуги, роботи) може дати один фахівець, проте в цілях підвищення достовірності оцінки перевага віддається групового методу оцінювання.

Методи обробки експертної інформації поділяються на три основні групи: статичні методи, алгебраїчні методи та методи шкалювання.

Статичні методи базуються на припущенні, що відхилення оцінок експертів від істинних значень відбувається у силу випадкових причин.

Метод завдання вагових коефіцієнтів полягає у привласненні всім ознакам вагових коефіцієнтів. Вагові коефіцієнти можуть бути проставлені двома способами:

- 1) усім ознакам призначають вагові коефіцієнти так, щоб суми коефіцієнтів дорівнювала якомусь фіксованому числу (наприклад, одиниці, десяти чи ста);
- 2) найбільш важливого з усіх ознак надають ваговий коефіцієнт, який дорівнює якомусь фіксованому числу, а всім іншим - коефіцієнти, рівні часткам цього числа.

Узагальнена думка експертів також отримуємо за допомогою методів математичної статистики. Визначається середнє статистичне значення C_j ознаки:

$$C_j = \frac{\sum_{i=1}^m a_{ij}}{m_{kj}}, \quad (3.12)$$

де m_{kj} - кількість експертів, що оцінюють j -ту ознаку експерта ($m_k \leq m$);

i - номер експерта, $i = 1 \dots m$;

j - номер ознаки, $j = 1 \dots n$.

Чим більше величина S_j , тим більше важливість цієї ознаки.

Для того щоб можна було сказати чи є узгодженість у думках експертів, обчислюється коефіцієнта конкордації, введеного М. Кендаллом.

Коефіцієнт конкординації для нестроного ранжування

$$W = \frac{12 \sum_j^n (C_j - 0.5 \cdot m(n+1))^2}{m^2(n^3 - n) - n \sum_i^m \sum_j^{k_i} (t_{ij}^3 - t_{ij})} \quad (3.13)$$

де t_{ij} - число однакових значень, призначених j -му ознаку i -м експертом;

k_i - кількість груп однакових значень, введених i -м експертом.

Статична значимість отриманих результатів перевіряється за відповідною методикою дій:

Вибирається допустима ймовірність похибки p . Береться до уваги, що величина $m(n-1)W$ має χ^2 -розподіл з $(n-1)$ степенів свободи. За таблицею розподілу χ^2 знаходиться значення W_p , у випадку якщо $W \geq W_p$, то отримане ранжування вважається статично значимим (тобто значимим є узгодженість думок експертів). Найбільш реальним є випадок часткової узгодженості думок експертів.

У міру збільшення узгодженості думок експертів коефіцієнт конкордації зростає.

Однак навіть якщо умова статичної значимості не виконується, не завжди має місце повне розбіжність.

Серед експертів можуть бути групи з добре узгодженими думками, але думки ці - протилежні і в загальній масі нейтралізують один одного [12].

У нашому випадку 6 експертів оцінюють 3 критеріїв при способі представлення вагового коефіцієнта так, щоб суми коефіцієнтів дорівнювала одиниці, тобто найбільш важливому критерію присвоюється найбільше значення вагового коефіцієнта.

Тоді результати експертного опитування можна представити у вигляді таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати експертного опитування

Експерти	Признаки		
-1-	-2-		
1	0.1	0.75	0.15
2	0.7	0.2	0.1
3	0.1	0.7	0.2
4	0.1	0.8	0.1
5	0.3	0.6	0.1
6	0.2	0.7	0.1
$\sum a_{ij}$	1.5	3.75	0.75

Обчислимо для кожної ознаки середнє статистичне значення S_j :

$$C_1 = \frac{1.5}{6} = 0.25 \quad C_2 = \frac{3.75}{6} = 0.625 \quad C_3 = \frac{0.75}{6} = 0.125$$

Оскільки дробове значення досить не зручне для розрахунків, а отримані значення оцінок експертів відносяться як 2:5:1, то для обчислень будемо використовувати їх відношення.

Перевіримо узгодженість думок експертів.

Визначимо коефіцієнт конкордації:

$$W = \frac{12((0.25 - 0.5 * 6 * 4)^2 + (0.625 - 0.5 * 6 * 4)^2 + (0.125 - 0.5 * 6 * 4)^2)}{6^2(3^3 - 3) - 36}$$

$$= 6.807$$

Згідно з таблицею розподілу χ^2 знаходимо значення W_p зі значенням степеню свободи рівним 2 та ймовірність похибки $p = 0.05$, що дорівнює 5.992.

Отже отримані коефіцієнти за допомогою методу експертних оцінок можна вважати узгодженими, оскільки $6.807 \geq 5.992$.

3.5 Методика розв'язку поставленої задачі

Візьмемо за модель трудової діяльності відділу технічної підтримки ІТ сучасної компанії систему масового обслуговування з обмеженою довжиною черги, при чому будемо вважати потік заявок простим, а час їх надходження розподілений показово. Перевіримо гіпотезу про показовий закон розподілу та визначимо значення інтенсивності λ .

Безперервна випадкова величина X має показовий (експонентний) закон розподілу з параметром λ , якщо її щільність ймовірності та відповідно графік мають вигляд:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ \lambda e^{-\lambda x}, & x \geq 0 \end{cases} \quad (3.14)$$

Виконаємо перевірку за допомогою Критерію узгодженості Пірсона. Зазначимо, що критерієм згоди називається критерій перевірки гіпотези про передбачуваний законі невідомого розподілу, один з основних, який можна

представити як суму відносин квадратів розбіжностей між теоретичними та емпіричними частотами до теоретичних частот. Він ґрунтується на групуванні відповідних даних аналізу. Область значень передбачуваного розподілу ділять на деяке число інтервалів. Після чого будують функцію відхилення по різницям теоретичних ймовірностей попадання в інтервали угруповання і емпіричних частот.

Нехай за вибіркою об'єму n отримано емпіричне розподіл, що буде представлений в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Емпіричний розподіл

Варіанти x_i	x_1	x_2	...	x_s
Частоти n_i	n_1	n_2	...	n_s

За допомогою критерію Пірсона можна перевірити гіпотезу різних законів розподілу генеральної сукупності (рівномірному, нормальному, показовому та ін.) Для цього в припущенні про конкретного виду розподілу обчислюємо теоретичні частоти n'_i , при цьому в якості критерію вибирається випадкову величину, що має закон розподілу χ^2 з числом ступенів свободи яка дорівнює:

$$k = s - 1 - r,$$

де s - число часткових інтервалів вибірки, r - число параметрів передбачуваного розподілу:

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_i - n'_i)^2}{n'_i} \quad (3.15)$$

Критична область вибирається правосторонньою та кордою її при заданому рівні значимості $\alpha \chi^2_{kp}(\alpha, k)$ які знаходиться за таблицею критичних точок розподілу χ^2 .

Теоретичні частоти n'_i обчислюються для заданого закону розподілу як кількості елементів вибірки, які мали потрапити в кожен інтервал, якби випадкова величина мала вибраний закон розподілу, параметри якого збігаються з їх точковими оцінками за вибіркою. Для перевірки гіпотези за показовим розподілі генеральної сукупності в якості оцінки параметра λ приймається

$$\lambda = \frac{1}{\bar{x}}, \quad (3.16)$$

де $\bar{x}$ – вибіркове середнє.

Тоді теоретичні частоти розраховуються наступним чином:

$$n'_i = e^{-\lambda x_i} - e^{-\lambda x_{i+1}}, \quad (3.17)$$

де x_i та x_{i+1} – граничні межі інтервалів.

Показовий розподіл визначається одним параметром, тому число ступенів свободи $k = n - 2$ [13]

Згідно представленого теоретичного матеріалу виконаємо розрахунки. Розіб'ємо вхідний потік заявок на 8-м рівних інтервалів та визначимо відповідно частоти надходження заявок в них. Результати представимо в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вхідні данні

Параметр	Інтервали							
x_i	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
n_i	85	44	25	20	12	7	5	2
p_i^*	0.85	0.44	0.25	0.2	0.12	0.07	0.05	0.02

Обчислимо теоретичні частоти в припущенні про показовий розподіл вхідного потоку при $\lambda = 0.2$

$$n'_i = 200 * (e^{-0.2*0} - e^{-0.2*1}) = 36.25$$

$$n'_i = 200 * (e^{-0.2*1} - e^{-0.2*2}) = 29.68$$

$$n'_i = 200 * (e^{-0.2*2} - e^{-0.2*3}) = 24.3$$

$$n'_i = 200 * (e^{-0.2*3} - e^{-0.2*4}) = 19.9$$

$$n'_i = 200 * (e^{-0.2*4} - e^{-0.2*5}) = 16.29$$

$$n'_i = 200 * (e^{-0.2*5} - e^{-0.2*6}) = 13.34$$

$$n'_i = 200 * (e^{-0.2*6} - e^{-0.2*7}) = 10.92$$

$$n'_i = 200 * (e^{-0.2*7} - e^{-0.2*8}) = 8.94$$

Спостережуване значення критерію:

$$\chi^2_{nabl} = \frac{3043.728}{159.62} = 101.3$$

По таблиці критичних точок розподілу за заданим рівнем значущості 0.05 і числу ступенів свободи $k = 200 - 2$ знаходимо критичну точку $\chi^2_{kp}(0.05, 198) = 233.994$.

Оскільки $\chi^2_{nabl} < \chi^2_{kp}$ то гіпотеза про показовий закон розподілу підтверджується.

Тоді багатоканальна система масового обслуговування з інтенсивністю надходячи заявок λ , інтенсивністю обслуговування μ та кількістю місць m в черзі представлена на рис. 3.3.

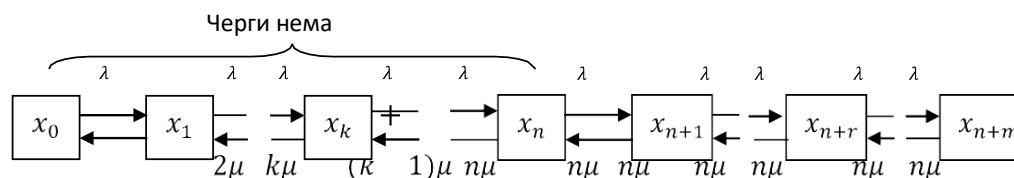


Рисунок 3.3 – Багатоканальна СМО з очікуванням

У кожній стрілці визначені та проставлені відповідні інтенсивності потоків подій. По стрілках зліва направо система переводить завжди один і той же потік заявок з відповідною λ інтенсивністю, по стрілках справа наліво систему

переводить потік обслуговування, інтенсивність якого дорівнює μ , помноженому на число зайнятих каналів.

Відповідно до зазначеного розраховуються ймовірності станів $P_i, i = \overline{0, n}$ для нами обраних групи В та С.

Для цього складається система рівнянь виду :

$$\begin{cases} \lambda P_0 = \mu P_1; \\ \lambda P_{i-1} + (i+1) \cdot \mu P_{i+1} - (\lambda + \mu \cdot i) \cdot P_i = 0, i = \overline{1, (n-1)}; \\ \sum_{i=0}^n P_i = 1. \end{cases} \quad (3.18)$$

А складові критерію приймуть вигляд:

$$I_1 = \sum_{i=0}^{n-1} (n-i) * P_i \quad (3.19)$$

$$I_2 = P_{n+m} \quad (3.20)$$

$$I_3 = \sum_{i=1}^m i * P_i \quad (3.21)$$

Отже необхідно знайти таку кількість каналів, при якій ми отримаємо мінімальне значення відповідного критерію.

Для цього необхідно окремо по кожній групі відділу ІТ розрахувати значення критерію ефективності з різними значеннями кількості каналів обслуговування та вибрати такий показник, при якому будемо мати найменше значення критерію I . Розрахунки почнемо з обраної групи В. Граф переходів для поставленої задачі з кількістю каналів рівною 2 зображено на рис.3.4.

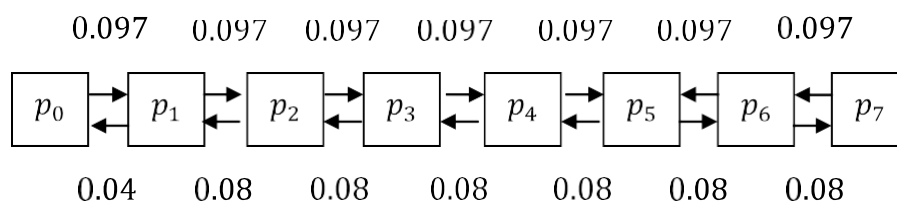


Рисунок 3.4 – Граф переходів задачі

Для поставленої задачі система рівнянь (3.18) буде мати вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.097p_0 = 0.04p_1 \\ 0.097p_0 + 0.008p_2 - 0.137p_1 = 0 \\ 0.097p_1 + 0.008p_3 - 0.177p_2 = 0 \\ 0.097p_2 + 0.008p_4 - 0.177p_3 = 0 \\ 0.097p_3 + 0.008p_5 - 0.177p_4 = 0 \\ 0.097p_4 + 0.008p_6 - 0.177p_5 = 0 \\ 0.097p_5 + 0.008p_7 - 0.177p_6 = 0 \\ \sum_{i=0}^7 p_i = 1 \end{array} \right.$$

Скориставшись функціями MS Excel, ми отримали наступні результати:

$$P_0 = 0.03;$$

$$P_1 = 0.072;$$

$$P_2 = 0.088;$$

$$P_3 = 0.106;$$

$$P_4 = 0.129;$$

$$P_5 = 0.156;$$

$$P_6 = 0.189;$$

$$P_7 = 0.23.$$

За формулами (3.7) та (3.19)-(3.21) розрахуємо коефіцієнт критерію ефективності:

$$I_1 = 2 * 0.03 + 1 * 0.072 = 0.132$$

$$I_2 = 0.23$$

$$I_3 = 1 * 0.106 + 2 * 0.129 + 3 * 0.156 + 4 * 0.189 + 5 * 0.23 = 2.738$$

$$I_B = 1 * 0.132 + 5 * 0.23 + 2 * 2.738 = 6.757$$

Для кількості каналів рівній 3 групи В граф переходів зображено нарис.3.5.

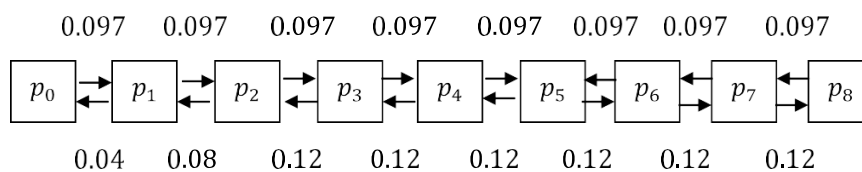


Рисунок 3.5 – Граф переходів задачі

Для поставленої задачі система рівнянь (3.18) буде мати вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.097p_0 = 0.04p_1 \\ 0.097p_0 + 0.08p_2 - 0.137p_1 = 0 \\ 0.097p_1 + 0.12p_3 - 0.177p_2 = 0 \\ 0.097p_2 + 0.12p_4 - 0.217p_3 = 0 \\ 0.097p_3 + 0.12p_5 - 0.217p_4 = 0 \\ 0.097p_4 + 0.12p_6 - 0.217p_5 = 0 \\ 0.097p_5 + 0.12p_7 - 0.217p_6 = 0 \\ 0.097p_6 + 0.12p_8 - 0.217p_7 = 0 \\ \sum_{i=0}^8 p_i = 1 \end{array} \right.$$

Скориставшись функціями MS Excel, ми отримали наступні результати:

$$P_0 = 0.065;$$

$$P_1 = 0.158;$$

$$P_2 = 0.192;$$

$$P_3 = 0.155;$$

$$P_4 = 0.126;$$

$$P_5 = 0.101;$$

$$P_6 = 0.082;$$

$$P_7 = 0.066;$$

$$P_8 = 0.054.$$

За формулами (3.7) та (3.19)-(3.21) розрахуємо коефіцієнт критерію ефективності:

$$I_1 = 3 * 0.065 + 2 * 0.158 + 1 * 0.192 = 0.705$$

$$I_2 = 0.054$$

$$I_3 = 1 * 0.126 + 2 * 0.101 + 3 * 0.082 + 4 * 0.066 + 5 * 0.054 = 1.108$$

$$I_B = 1 * 0.705 + 5 * 0.054 + 2 * 1.108 = 3.188$$

Граф переходів для поставленої задачі з кількість каналів рівною 4 зображено на рис.3.6.

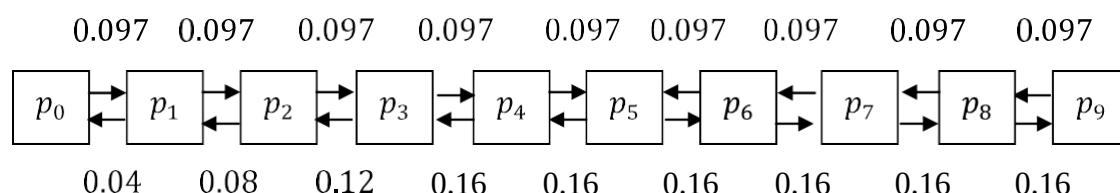


Рисунок 3.6 – Граф переходів задачі

Для поставленої задачі система рівнянь (3.18) буде мати вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.097p_0 = 0.04p_1 \\ 0.097p_0 + 0.08p_2 - 0.137p_1 = 0 \\ 0.097p_1 + 0.12p_3 - 0.177p_2 = 0 \\ 0.097p_2 + 0.16p_4 - 0.217p_3 = 0 \\ 0.097p_3 + 0.16p_5 - 0.275p_4 = 0 \\ 0.097p_4 + 0.16p_6 - 0.275p_5 = 0 \\ 0.097p_5 + 0.16p_7 - 0.275p_6 = 0 \\ 0.097p_6 + 0.16p_8 - 0.275p_7 = 0 \\ 0.097p_7 + 0.16p_9 - 0.275p_8 = 0 \\ \sum_{i=0}^9 p_i = 1 \end{array} \right.$$

Скориставшись функціями MS Excel, ми отримали наступні результати:

$$P_0 = 0.082;$$

$$P_1 = 0.198;$$

$$P_2 = 0.241;$$

$$P_3 = 0.194;$$

$$P_4 = 0.118;$$

$$P_5 = 0.071;$$

$$P_6 = 0.043;$$

$$P_7 = 0.026;$$

$$P_8 = 0.016;$$

$$P_9 = 0.01.$$

За формулами (3.7) та (3.19)-(3.21) розрахуємо коефіцієнт критерію ефективності:

$$I_1 = 4 * 0.082 + 3 * 0.198 + 2 * 0.241 + 1 * 0.194 = 1.598$$

$$I_2 = 0.01$$

$$I_3 = 1 * 0.71 + 2 * 0.043 + 3 * 0.026 + 4 * 0.016 + 5 * 0.01 = 2.742$$

$$I_B = 1 * 1.598 + 5 * 0.01 + 2 * 2.742 = 2.345$$

Для кількості каналів рівній 5 групи В граф переходів зображено нарис.3.7.

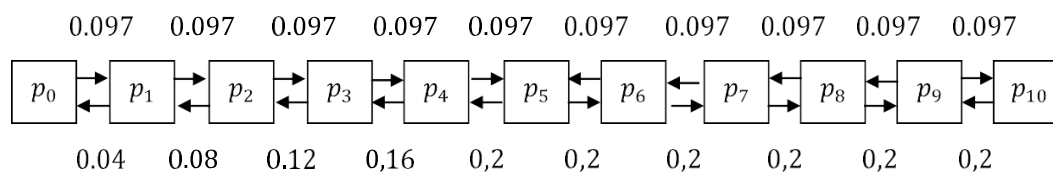


Рисунок 3.7 – Граф переходів задачі

Для поставленої задачі система рівнянь (3.18) буде мати вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.097p_0 = 0.04p_1 \\ 0.097p_0 + 0.08p_2 - 0.137p_1 = 0 \\ 0.097p_1 + 0.12p_3 - 0.177p_2 = 0 \\ 0.097p_2 + 0.16p_4 - 0.217p_3 = 0 \\ 0.097p_3 + 0.2p_5 - 0.275p_4 = 0 \\ 0.097p_4 + 0.2p_6 - 0.297p_5 = 0 \\ 0.097p_5 + 0.2p_7 - 0.297p_6 = 0 \\ 0.097p_6 + 0.2p_8 - 0.297p_7 = 0 \\ 0.097p_7 + 0.2p_9 - 0.297p_8 = 0 \\ 0.097p_8 + 0.2p_{10} - 0.297p_9 = 0 \\ \sum_{i=0}^{10} p_i = 1 \end{array} \right.$$

Скориставшись функціями MS Excel, ми отримали наступні результати

$$P_0 = 0.087;$$

$$P_1 = 0.21;$$

$$P_2 = 0.255;$$

$$P_3 = 0.206;$$

$$P_4 = 0.125;$$

$$P_5 = 0.061;$$

$$P_6 = 0.029;$$

$$P_7 = 0.014;$$

$$P_8 = 0.007;$$

$$P_9 = 0.003;$$

$$P_{10} = 0.002.$$

За формулами (3.7) та (3.19)-(3.21) розрахуємо коефіцієнт критерію ефективності:

$$I_1 = 5 * 0.087 + 4 * 0.21 + 3 * 0.255 + 2 * 0.206 + 1 * 0.125 = 2.579$$

$$I_2 = 0.002$$

$$I_3 = 1 * 0.029 + 2 * 0.014 + 3 * 0.007 + 4 * 0.003 + 5 * 0.002 = 0.1$$

$$I_B = 1 * 2.579 + 5 * 0.002 + 2 * 0.1 = 2.788$$

Для кількості каналів рівній 6 групи В граф переходів зображено нарис.3.8.

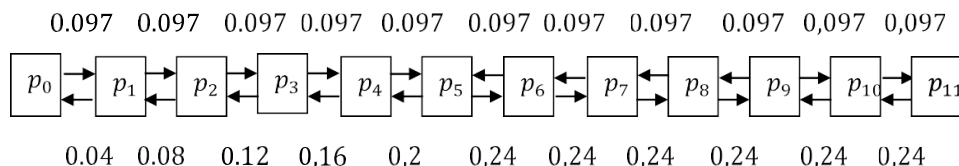


Рисунок 3.8 – Граф переходів задачі

Для поставленої задачі система рівнянь (3.18) буде мати вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.097p_0 = 0.04p_1 \\ 0.097p_0 + 0.08p_2 - 0.137p_1 = 0 \\ 0.097p_1 + 0.12p_3 - 0.177p_2 = 0 \\ 0.097p_2 + 0.16p_4 - 0.217p_3 = 0 \\ 0.097p_3 + 0.2p_5 - 0.275p_4 = 0 \\ 0.097p_4 + 0.24p_6 - 0.297p_5 = 0 \\ 0.097p_5 + 0.24p_7 - 0.337p_6 = 0 \\ 0.097p_6 + 0.24p_8 - 0.337p_7 = 0 \\ 0.097p_7 + 0.24p_9 - 0.337p_8 = 0 \\ 0.097p_8 + 0.24p_{10} - 0.337p_9 = 0 \\ 0.097p_9 + 0.24p_{11} - 0.337p_{10} = 0 \\ \sum_{i=0}^{11} p_i = 1 \end{array} \right.$$

Скориставшись функціями MS Excel, ми отримали наступні результати:

$$P_0 = 0.088;$$

$$P_1 = 0.214;$$

$$P_2 = 0.259;$$

$$P_3 = 0.209;$$

$$P_4 = 0.127;$$

$$P_5 = 0.062;$$

$$P_6 = 0.025;$$

$$P_7 = 0.01;$$

$$P_8 = 0.004;$$

$$P_9 = 0.002;$$

$$P_{10} = 0.001;$$

$$P_{11} = 0.0003.$$

За формулами (3.7) та (3.19)-(3.21) розрахуємо коефіцієнт критерію ефективності:

$$I_1 = 6 * 0.088 + 5 * 0.214 + 4 * 0.259 + 3 * 0.209 + 2 * 0.127 + 1 * 0.062 = 3.576$$

$$I_2 = 0.0003$$

$$I_3 = 1 * 0.01 + 2 * 0.004 + 3 * 0.002 + 4 * 0.001 + 5 * 0.0003 = 0.027$$

$$I_B = 1 * 3.576 + 5 * 0.0003 + 2 * 0.027 = 3.631$$

Так як, ми можемо спостерігати збільшення значення I_B нема сенсу збільшувати кількість каналів, а необхідно прийняти його на рівні чотирьох. Графічно змінення показників критерію для групи В можна спостерігати на рисунках 3.9-3.12



Рисунок 3.9 – Графік залежності значення критерію I_1 від кількості каналів

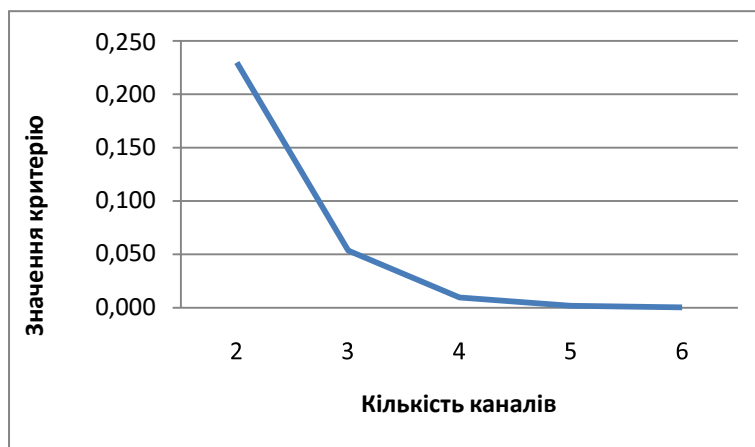


Рисунок 3.10 – Графік залежності значення критерію I_2 від кількості каналів

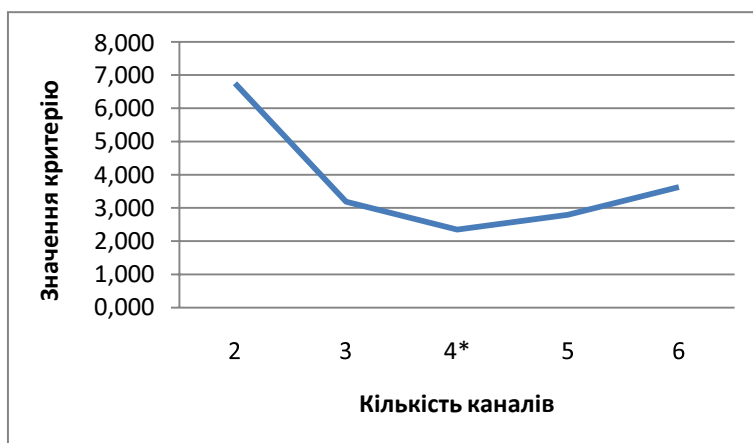


Рисунок 3.11 – Графік залежності значення критерію I_3 від кількості каналів

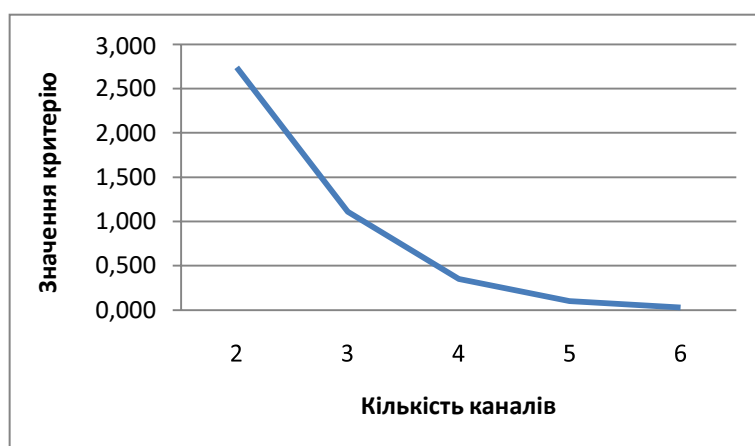


Рисунок 3.12 – Графік залежності значення критерію I від кількості каналів

Зірочкою помічений канал, при якому маємо мінімальне значення критерію.
Розрахунок для групи С почнемо з кількості каналів рівній 2.

Граф переходів для поставленої задачі з кількість каналів рівною 2 зображено на рис.3.13.

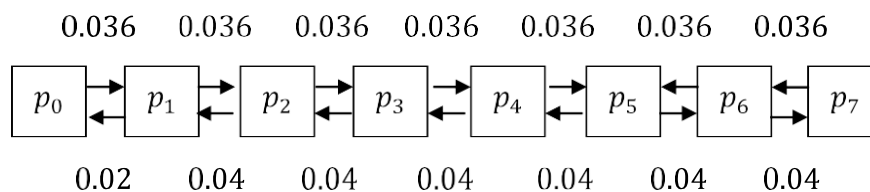


Рисунок 3.13 – Граф переходів задачі Для поставленої задачі система рівнянь (3.18) буде мати вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.036p_0 = 0.02p_1 \\ 0.036p_0 + 0.04p_2 - 0.056p_1 = 0 \\ 0.036p_1 + 0.04p_3 - 0.076p_2 = 0 \\ 0.036p_2 + 0.04p_4 - 0.076p_3 = 0 \\ 0.036p_3 + 0.04p_5 - 0.076p_4 = 0 \\ 0.036p_4 + 0.04p_6 - 0.076p_5 = 0 \\ 0.036p_5 + 0.04p_7 - 0.076p_6 = 0 \\ \sum_{i=0}^7 p_i = 1 \end{array} \right.$$

Скориставшись функціями MS Excel, ми отримали наступні результати:

$$P_0 = 0.096;$$

$$P_1 = 0.173;$$

$$P_2 = 0.156;$$

$$P_3 = 0.14;$$

$$P_4 = 0.126;$$

$$P_5 = 0.114;$$

$$P_6 = 0.102;$$

$$P_7 = 0.092.$$

За формулами (3.7) та (3.19)-(3.21) розрахуємо коефіцієнт критерію

ефективності:

$$I_1 = 2 * 0.096 + 1 * 0.073 = 0.366$$

$$I_2 = 0.092$$

$$I_3 = 1 * 0.14 + 2 * 0.126 + 3 * 0.114 + 4 * 0.102 + 5 * 0.092 = 1.603$$

$$I_C = 1 * 0.366 + 5 * 0.092 + 2 * 1.603 = 4.033$$

Для кількості каналів рівній 3 групи С граф переходів зображено нарис.3.14.

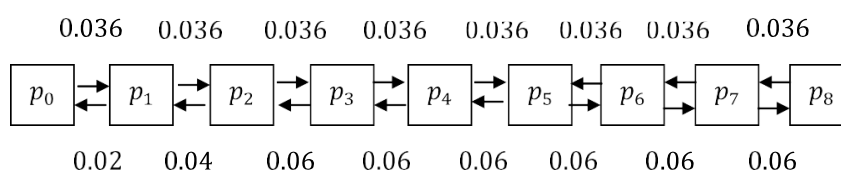


Рисунок 3.14 – Граф переходів задачі

Для поставленої задачі система рівнянь (3.18) буде мати вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.036p_0 = 0.02p_1 \\ 0.036p_0 + 0.04p_2 - 0.056p_1 = 0 \\ 0.036p_1 + 0.06p_3 - 0.076p_2 = 0 \\ 0.036p_2 + 0.06p_4 - 0.096p_3 = 0 \\ 0.036p_3 + 0.06p_5 - 0.096p_4 = 0 \\ 0.036p_4 + 0.06p_6 - 0.096p_5 = 0 \\ 0.036p_5 + 0.06p_7 - 0.096p_6 = 0 \\ 0.036p_6 + 0.06p_8 - 0.096p_7 = 0 \\ \sum_{i=0}^8 p_i = 1 \end{array} \right.$$

Скориставшись функціями MS Excel, ми отримали наступні результати:

$$P_0 = 0.148;$$

$$P_1 = 0.267;$$

$$P_2 = 0.24;$$

$$P_3 = 0.144;$$

$$P_4 = 0.087;$$

$$P_5 = 0.052;$$

$$P_6 = 0.031;$$

$$P_7 = 0.019;$$

$$P_8 = 0.011.$$

За формулами (3.7) та (3.19)-(3.21) розрахуємо коефіцієнт критерію ефективності:

$$I_1 = 3 * 0.148 + 2 * 0.267 + 1 * 0.24 = 1.22$$

$$I_2 = 0.011$$

$$I_3 = 1 * 0.087 + 2 * 0.052 + 3 * 0.031 + 4 * 0.019 + 5 * 0.011 = 0.415$$

$$I_c = 1.819 + 0.011 + 0.415 = 2.245$$

Для кількості каналів рівній 4 групи С граф переходів зображено нарис.3.15.

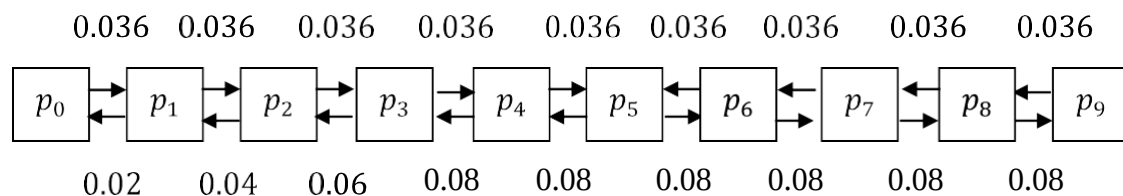


Рисунок 3.15 – Граф переходів задачі

Для поставленої задачі система рівнянь (3.18) буде мати вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.036p_0 = 0.02p_1 \\ 0.036p_0 + 0.04p_2 - 0.056p_1 = 0 \\ 0.036p_1 + 0.06p_3 - 0.076p_2 = 0 \\ 0.036p_2 + 0.08p_4 - 0.096p_3 = 0 \\ 0.036p_3 + 0.08p_5 - 0.116p_4 = 0 \\ 0.036p_4 + 0.08p_6 - 0.116p_5 = 0 \\ 0.036p_5 + 0.08p_7 - 0.116p_6 = 0 \\ 0.036p_6 + 0.08p_8 - 0.116p_7 = 0 \\ 0.036p_7 + 0.08p_9 - 0.116p_8 = 0 \\ \sum_{i=0}^9 p_i = 1 \end{array} \right.$$

Скориставшись функціями MS Excel, ми отримали наступні результати:

$$P_0 = 0.162;$$

$$P_1 = 0.291;$$

$$P_2 = 0.262;$$

$$P_3 = 0.157;$$

$$P_4 = 0.071;$$

$$P_5 = 0.032;$$

$$P_6 = 0.014;$$

$$P_7 = 0.006;$$

$$P_8 = 0.003;$$

$$P_9 = 0.001.$$

За формулами (3.7) та (3.19)-(3.21) розрахуємо коефіцієнт критерію ефективності:

$$I_1 = 4 * 0.162 + 3 * 0.291 + 2 * 0.262 + 1 * 0.157 = 2.202$$

$$I_2 = 0.001$$

$$I_3 = 1 * 0.032 + 2 * 0.014 + 3 * 0.006 + 4 * 0.003 + 5 * 0.001 = 0.098$$

$$I_C = 1 * 2.202 + 5 * 0.001 + 2 * 0.098 = 2.40$$

Та загальне значення коефіцієнта ефективності: $I = 6.396 + 2.529 = 8.925$

Для кількості каналів рівній 5 групи С граф переходів зображено нарис.3.16.

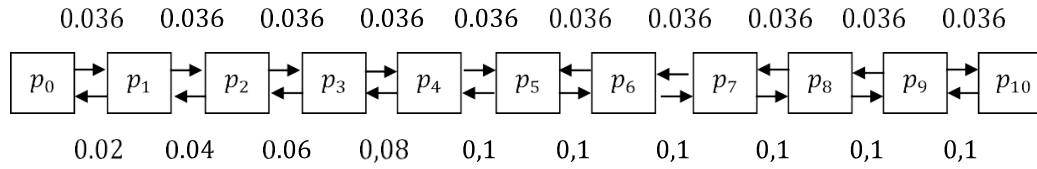


Рисунок 3.16 – Граф переходів задачі

Для поставленої задачі система рівнянь (3.18) буде мати вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.036p_0 = 0.02p_1 \\ 0.036p_0 + 0.04p_2 - 0.056p_1 = 0 \\ 0.036p_1 + 0.06p_3 - 0.076p_2 = 0 \\ 0.036p_2 + 0.08p_4 - 0.096p_3 = 0 \\ 0.036p_3 + 0.1p_5 - 0.116p_4 = 0 \\ 0.036p_4 + 0.1p_6 - 0.316p_5 = 0 \\ 0.036p_5 + 0.1p_7 - 0.316p_6 = 0 \\ 0.036p_6 + 0.1p_8 - 0.316p_7 = 0 \\ 0.036p_7 + 0.1p_9 - 0.316p_8 = 0 \\ 0.036p_8 + 0.1p_{10} - 0.316p_9 = 0 \\ \sum_{i=0}^{10} p_i = 1 \end{array} \right.$$

Скориставшись функціями MS Excel, ми отримали наступні результати:

$$P_0 = 0.165;$$

$$P_1 = 0.296;$$

$$P_2 = 0.267;$$

$$P_3 = 0.16;$$

$$P_4 = 0.072;$$

$$P_5 = 0.026;$$

$$P_6 = 0.009;$$

$$P_7 = 0.003;$$

$$P_8 = 0.001;$$

$$P_9 = 0.0004;$$

$$P_9 = 0.00016.$$

За формулами (3.7) та (3.19)-(3.21) розрахуємо коефіцієнт критерію ефективності:

$$I_1 = 5 * 0.165 + 4 * 0.296 + 3 * 0.267 + 2 * 0.16 + 1 * 0.072 = 3.2$$

$$I_2 = 0.00016$$

$$I_3 = 1 * 0.009 + 2 * 0.003 + 3 * 0.001 + 4 * 0.0004 + 5 * 0.00016 = 0.022$$

$$I_C = 1 * 3.2 + 5 * 0.00016 + 2 * 0.022 = 3.246$$

Слід звернути увагу на те, що при кількості каналів групи С рівній трьом, ми маємо найменше значення критерію I_C , на цьому показнику і зупинимося, оскільки зі збільшенням кількості каналів збільшується і значення критерію. Графічно змінення показників критерії для групи С можна спостерігати на рисунках 3.17-3.20.



Рисунок 3.17 – Графік залежності значення критерію I_1 від кількості каналів

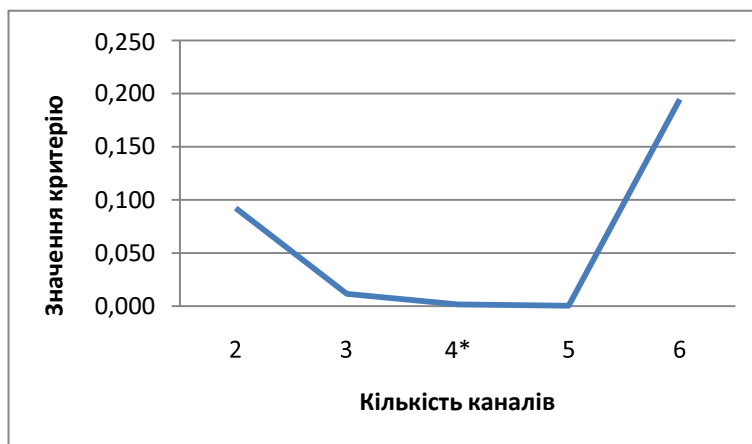


Рисунок 3.18 – Графік залежності значення критерію I_2 від кількості каналів

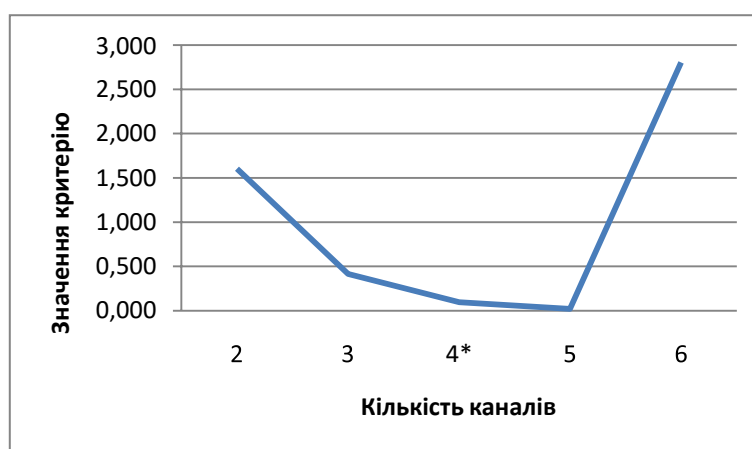


Рисунок 3.19 – Графік залежності значення критерію I_3 від кількості каналів

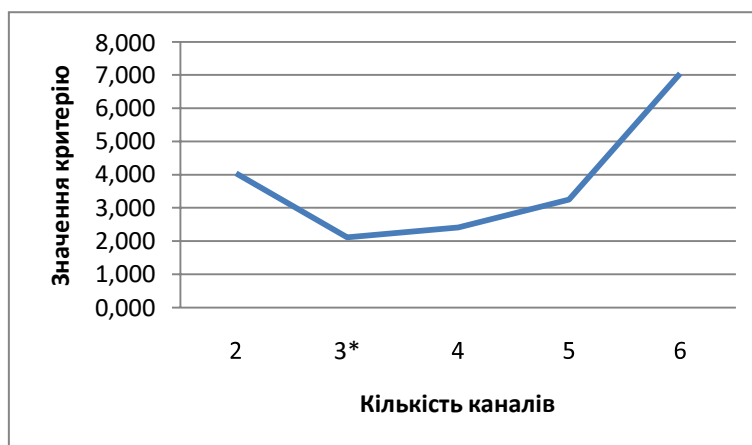


Рисунок 3.20 – Графік залежності значення критерію I від кількості каналів

Отримані дані в результаті розрахунків свідчать про те, що три канали для групи С та чотири канали для групи В являються оптимальними з мінімальним значенням критерію ефективності $I=4.451$.

4 ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Імітаційне моделювання – варіант вирішення поставленого питання

Розв'язуючи задачу, модель якої представлена у вигляді системи масового обслуговування с обмеженням на довжину черги з використанням знань звичайних аналітичної методології не є раціональною, оскільки вхідний потік заявок являється неоднорідним і в подальшому ділиться на декілька потоків, які вже не будуть володіти властивостями післядії. Тоді використаємо універсальний метод аналітичного аналізу та розрахункового експерименту – імітаційне моделювання (ІМ).

ІМ є достатньо широким та недостатньо чітко визначеним поняттям, що має досить вагоме значення в системному аналізі. Таким чином, процес імітаційного моделювання як процес включаючи та конструюючи моделі, та аналітичне застосування моделі для вивчення деякої проблеми.

Наша проблема полягає у визначенні оптимальної кількості каналів (співробітників) відділу з відомою вибіркою інтервалів надходячи заявок, оцінивши про цьому можливі втрати [13,14].

4.1.1 Особливості імітаційного моделювання

Основна мета ІМ полягає у відтворенні поведінки досліджуваної системи на основі аналізу найбільш істотних взаємозв'язків її елементів. Комп'ютерне імітаційне моделювання слід розглядати як статичний експеримент.

З теорії функцій випадкових величин відомо, що для моделювання випадкової величини з будь-якої неперервної і монотонно зростаючою функцією розподілу достатньо вміти моделювати випадкову величину, рівномірно розподілену на відрізку.

Мистецтво моделювання полягає в здатності аналізувати проблему, виділяти

з неї шляхом абстракції її суттєві риси, вибирати і належним чином модифікувати основні припущення, що характеризують систему, а потім відпрацьовувати і удосконалювати модель до тих пір, поки вона не стане давати корисні для практики результати. Морріс сформував це у вигляді семи вказівок, згідно яким належить:

- розкласти загальну задачу дослідження системи на ряд більш простих завдань;
 - чітко сформулювати мету;
 - підшукати аналогії;
 - розглянути спеціальний чисельний приклад, відповідний даної задачі;
- вибрати певні позначення;

- записати очевидні співвідношення;
- якщо отримана модель піддається математичному опису, розширити її.

В іншому випадки спростити.

Всі імітаційні моделі являють собою моделі типу так званого чорного ящика. Це означає, що вони забезпечують видачу вихідного сигналу системи, якщо на її взаємодіючі підсистеми надходить вхідний сигнал. Тому для отримання необхідної інформації або результатів необхідно здійснювати так званий «прогін» ІМ, а не «вирішувати» їх. ІМ не здатні формувати своє власне рішення в тому вигляді, в якому це має місце в аналітичних моделях, а можуть лише служити в якості засобу для аналізу поведінки системи в умовах, що визначаються експериментатором. Отже, ІМ-не теорія, а методологія вирішення проблем.

Додатковою перевагою ІМ можна вважати найширші можливості його застосування в сфері освіти та професійної підготовки. Розробка використання імітаційної моделі дозволяє експериментатору бачити і «розігрувати» на моделі реальні процеси і ситуації. Це в свою чергу допомагає зрозуміти і відчувати проблему, що стимулює процес пошуку нововведень.

Тому, незважаючи на недостатнє математичне витонченість, ІМ є одним з найбільш широко поширених кількісних методів, використовуваних при вирішенні проблем управління [14].

4.1.2 Алгоритм роботи

Для складання імітаційної програми і проведення розрахункових експериментів необхідно попередньо скласти модель основного потоку заявок, тобто визначити чи являються інтервали між заявками розподіленими по показовому закону розподілу.

Алгоритм методу ІМ можна умовно розділити на кілька частин та сформулювати наступним чином.

На першому етапі задаються початкові умови, після йде процедура перевірки розподілу інтервалів вхідних заявок по показовому закону розподілу. Визначається дольова частина кожного виду вхідних заявок, розраховується інтенсивність.

Наступний етап – визначення часу до прибуття наступної заявки на опрацювання основного потоку. При його наявності, ми зменшуємо шаг квантування з подальшим визначенням типу оброблюючої заявки та відмічаючи відповідні показники, про зайнятість чи звільнення каналів або черги з наступним розрахунком складових коефіцієнтів ефективності. Якщо все канали являються зайнятими, а кількість заявок в черзі перевищує встановлені нами норми, то заявка не обслугованою залишає систему, фіксуючи дану дію у відповідному показнику. У разі, коли на даному кроці заявка не надходила, а канал обслуговування звільнився, перевіряємо, чи є чергу. Якщо є, то з черги заявку ставимо на обслуговування у вільний канал. Після виконаних операцій час обслуговування для зайнятих каналів зменшуємо на величину кроку dt .

Подібна процедура буде продовжуватися до тих пір, поки поточний час не перевищує час проведення експерименту. Після завершення обробки останньої заявки будуть розраховані три складові характеристики, що оцінює ефективність роботи системи.

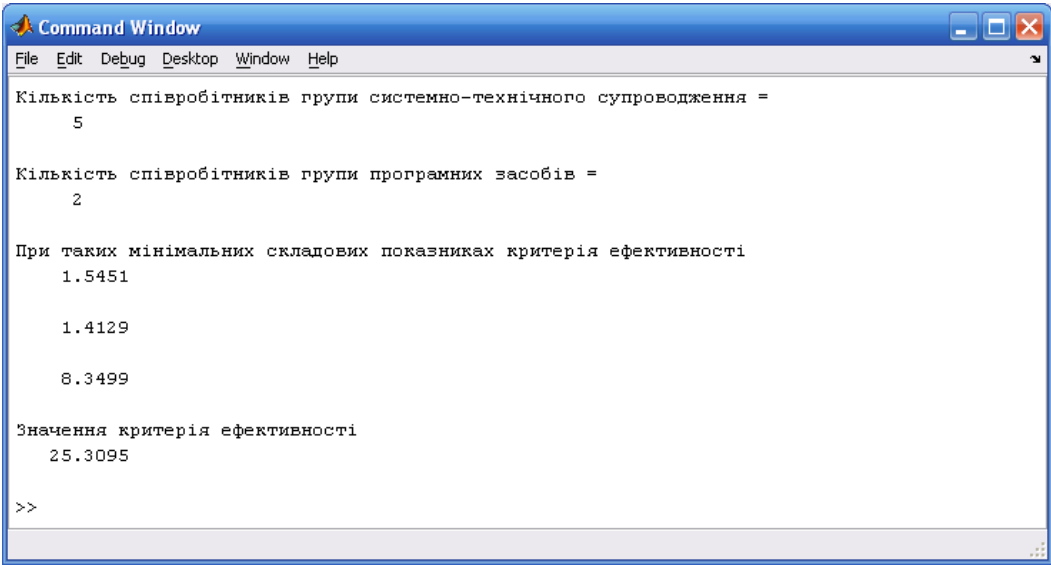
Таблиця 4.1 – Таблиця символьних імен змінних алгоритму та програмного коду

п/п	Назва змінної	Фізичний зміст	Тип
1-	-2-	-3-	-4-
	t	Поточний час	Double
	i	Номер кроку	Double
	Δt	крок квантування по часу	Double
	T	Час усього експерименту	Double
	λ	Інтенсивність основного потоку	Double
	a_1, a_2, a_3	Долі задач для систем А,В,С - відповідно	Double
	L_A, L_B, L_C, L_{CA}	Об'єм накопичувачів для систем А,В,С	Double
	N_B, N_C	Кількість каналів обслуговування систем В і С	Double
	$\mu_A, \mu_B, \mu_C, \mu_{CA}$	Інтенсивність обслуговування одного каналу систем А, В,С	Double
	DT	Час до приходу наступної заявки основного потоку	Double
	l_A, l_B, l_C, l_{CA}	Поточна кількість заявок в системах А, В,С	Double
	m_1, m_2, m_3	Кількість заявок типів А, В,С, що отримали відмову	Double
	$\Delta T_A, \Delta T_B, \Delta T_C$	Час до закінчення обслуговування чергової заявки в системах А, В,С	Double
	n_1, n_2, n_3	Поточна середня кількість вільних каналів систем А, В,С	Double
	g_1, g_2, g_3	Поточна середня кількість заявок типу А, В,С в черзі	Double
	R_1, R_2, R_3	Поточна кількість оброблених задач типу А, В,С	Double
	x	Випадкова величина, розподілена рівномірно на інтервалі [0,1]	Double
	E, D, k	Допоміжні змінні	Double
	I, I_1, I_2, I_3	Критерій та його складові	Double

Блок схема алгоритму розробленої системи представлена в додатку В.

4.1.3 Програмна реалізація та результати

По представлений раніше алгоритму та за допомогою пакету MATLAB був реалізований відповідний програмний код, що представлений у додатку В та результати роботи, які представляють собою ту кількість каналів груп В та С, при яких ми отримуємо мінімальне значення критерію І. Вони представлені на рис. 4.1 та залежність критерію ефективності від кількості каналів представлено на рис. 4.2.



```
Command Window
File Edit Debug Desktop Window Help
Кількість співробітників групи системно-технічного супроводження =
5
Кількість співробітників групи програмних засобів =
2
При таких мінімальних складових показниках критерія ефективності
1.5451
1.4129
8.3499
Значення критерія ефективності
25.3095
>>
```

Рисунок 4.1 – Результати роботи алгоритму з визначення кількості каналів

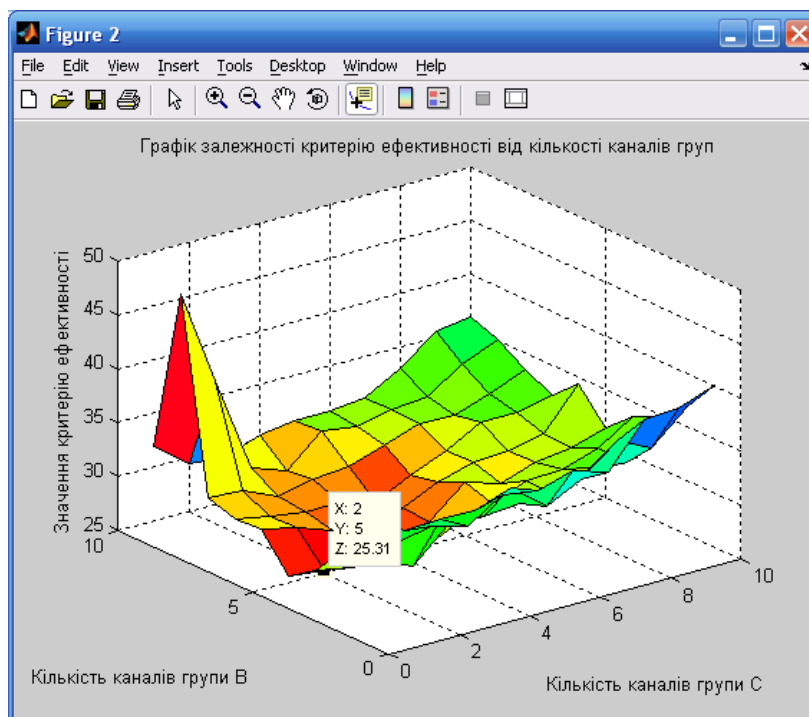


Рисунок 4.2 – Залежність критерію ефективності від кількості каналів обслуговування

Отримавши результати розв’язку поставленої задачі кількома методами, можна стверджувати доцільність використання одного з них, а саме імітаційного моделювання. Оскільки зроблені нами припущення дають доволі велике відхилення прощо свідчать отримані значення кількості необхідних каналів для обробки вхідних потоків.

4.1.4 Оцінка точності імітаційного моделювання.

Експериментальна природа ІМ вимагає детального аналізу та врахування випадковості варіації оцінок, одержуваних на моделі відповідних характеристик. У ході цих розрахункових експериментів більш детально потрібно оцінювати виходи моделі, а саме: який розкид даних на виході ІМ або точність самої імітації;

які висновки можна зробити за отриманими результатами розрахункового експерименту на базі ІМ.

Точність імітації явищ являє собою оцінку впливу стохастичних елементів на функціонування моделі складної системи. Всім стохастичним елементам ІМ властиві флуктуації. Дані одного імітаційного прогону являють собою одиничну вибірку, тобто результати прогонів на ІМ можуть розглядатися як випадкові величини і до них повинні бути застосовані всі визначення та правила математичної статистики.

Відповідно для того, щоб збільшити точність ІМ (зменшити розкид даних) необхідно вибірку зробити великою (представницькою). Тому, для досягнення заданої точності результатів експерименту з використанням технологій ІМ, або повторюють експеримент кілька разів, або імітують більш подовжувальний період часу та проводять оцінку отриманого результати.

Ступінь точності визначається величиною флуктуації випадкового фактору. Мірою точності є довірчий інтервал. Для визначення точності результатів ІМ оцінюємо довірчі інтервали. Якщо ми маємо оцінку істинного середнього сукупності, ми визначаємо верхню і нижню межі інтервалу, так, щоб ймовірність потрапляння істинного середнього в інтервал, укладений між цими межами, дорівнювала деякої заданої величині (довірча ймовірність) та розраховуємо її наступним чином:

$$P\{\bar{x} - \delta < I < \bar{x} + \delta\} = \gamma \quad (4.1)$$

де $\bar{x}$ – вибіркове середнє результатів експерименту, δ – необхідна точність, α – довірча вірогідність, або надійність, I – результат експерименту.

Точність визначається за формулою:

$$\delta = t \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4.2)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення, n – розмір вибірки, t – аргумент функції Лапласа, допоміжна величина, яка визначається для заданого по таблицям функції Лапласа $\Phi(t)$. [15]

Дані для обчислень приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати імітаційного моделювання

Експеримент	Значення критерію ефективності
1	25.3095
2	25.8645
3	25.5227
4	25.6201
5	25.4898
6	25.7278
7	25.7214
8	25.5042
9	25.3147
10	25.3259

На першому етапі розрахунку визначимо вибіркове середнє:

$$\bar{x} = \frac{1}{10} (25.3095 + 25.8645 + 25.5227 + 25.6201 + 25.4898 + 25.7278 + 25.7214 + 25.5042 + 25.3147 + 25.3259) = 25.5401.$$

За допомогою таблиць функцій Лапласа отримаємо значення аргументу t :

$$2\Phi(t) = 0.99,$$

$$\Phi(t) = 0.495. \quad t = 2.58.$$

При значенні $\sigma = 0.32$, $t = 2.58$ та розмірі вибірки $n=10$ точність дорівнює:

$$\delta = 2.58 \frac{0.32}{\sqrt{10}} = 0.26$$

Тоді довірчий інтервал представляє собою діапазон від 25.2801 до 25.8006.

В результаті проведених обчислень можемо стверджувати з вірогідністю в 99%, що отримані результати в ході проведення моделювання за допомогою ІМ являються достовірними з точністю 0.26.

ВИСНОВКИ

В ході даної дипломної роботи, була проаналізована діяльність сучасної компанії ІТ галузі, в особливості його відділу забезпечення комп'ютерних технологій та технічної підтримки.

Оцінивши його показники діяльності була виявлена низка проблем, одним з ключових факторів якої був склад відділу за спеціалістами та кваліфікованим персоналом. З відповідною метою подальшого їх вирішення сучасними методами математичного апарату був проведений детальний огляд функціональних можливостей та обов'язків відділу ІТ компанії. Найактуальнішою була проблема у визначенні оптимальної кількості співробітників та його кваліфікованій складовій. Відповідного проведеного аналізу було запропоновано розглядати відділ забезпечення технічної підтримки та комп'ютерних технологій, як систему масового обслуговування з нескінченним потоком вимог.

Для вирішення даної проблеми було реалізовано два підходи:

Перший, який передбачав використання рівнянь Колмагорова, де було отримані рекомендації для формування по чотири та три співробітників відповідних напрямків та градацій кваліфікацій співробітників.

Другий, більш універсальний метод – розрахункового експеримент на базі ІМ (імітаційного моделювання), оскільки цей метод має можливість враховувати не лише позитивні сторони при оптимізації, але і небажані результати з метою зменшення їх впливу на робочий процес відповідного відділу ІТ. Метод ІМ був реалізований в пакеті MATLAB, де було визначено п'ять та два канали груп системно-технічного супроводження та програмних засобів відповідно.

Розрахунки аналітичним методом, та при використанні ІМ мали певний критерій ефективності, який несе матеріальний характер та визначається з урахуванням відповідних коефіцієнтів. Для визначення параметрів був використаний один з методів експертної оцінки: метод задання вагових коефіцієнтів.

На основі отриманих результатів, робимо висновок, що при коректності

припущень при аналітичному розв'язку при показовому законі розподілу вхідного потоку, який згодом був підтверджений в результаті перевірки по критерію згоди Пірсона, метод ІМ є кращим при оптимізації каналів, оскільки забезпечує більш точний результат. Незважаючи на експериментальну природу імітації, з метою врахування випадкової варіації оцінок, одержуваних на моделі характеристик, була проведена оцінка точності та вірогідності отриманих результатів, яка підтвердила перевагу імітаційного моделювання в нашому випадку.

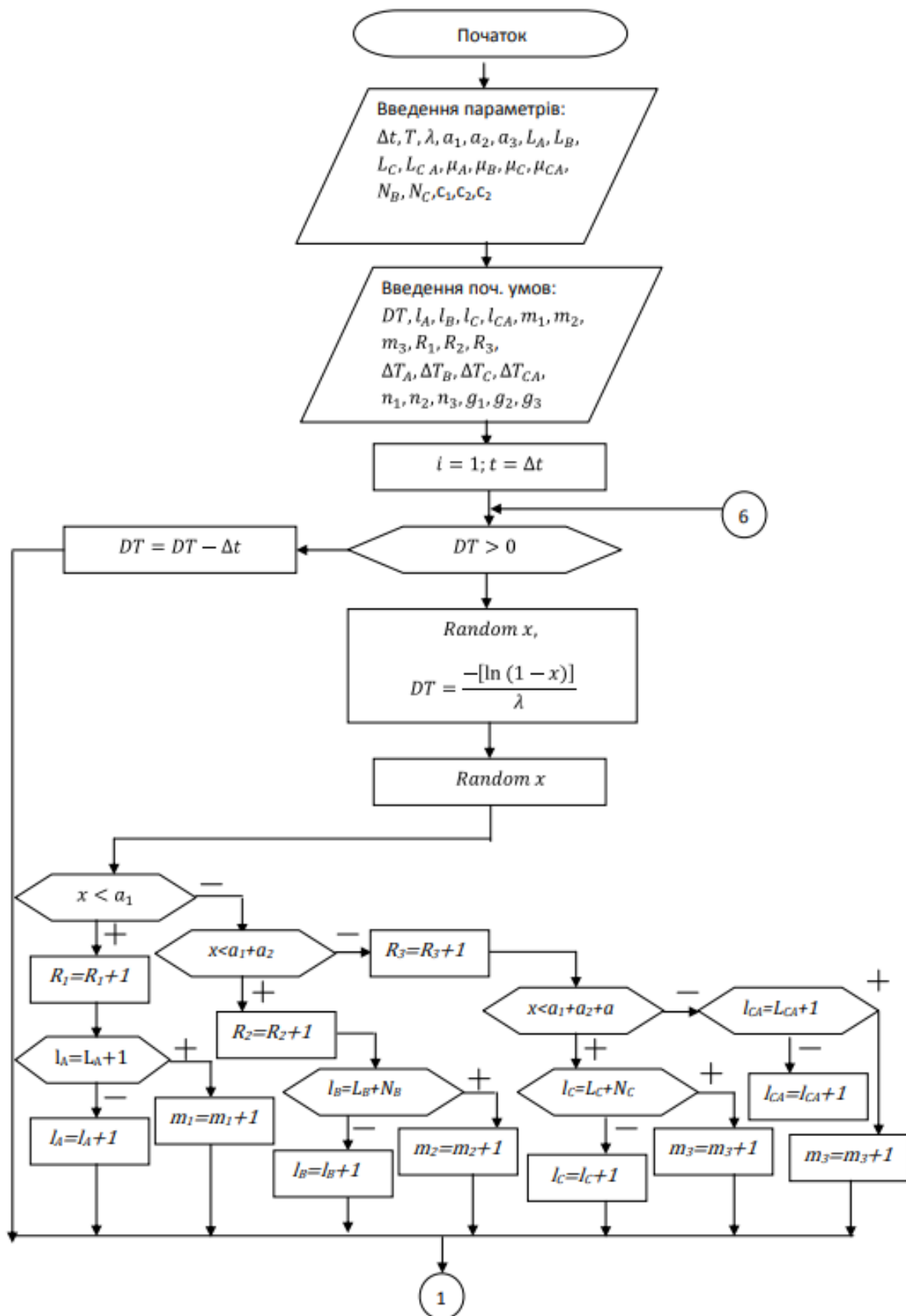
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

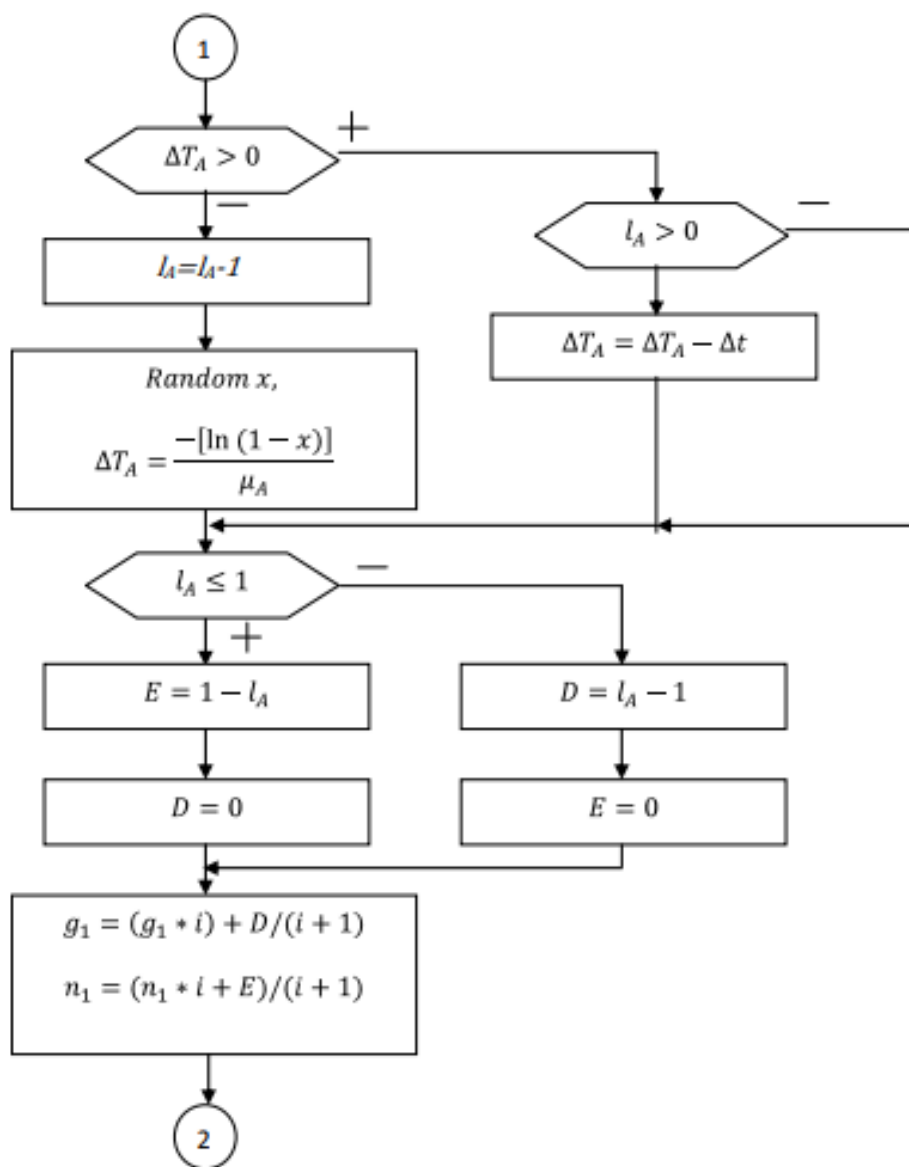
1. Журнал «Forbs Ukraine» [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://forbes.ua/news/ukrainskiy-eksport-it-poslug-u-2022-rotsi-sklav-73-mlrd-tse-naybilshiy-pokaznik-z-pochatku-isnuvannya-galuzi-v-kraini-31012023-11421>.
2. ІТ в економіці України: як змінювалася його частка, вплив та тренди ринку за роки незалежності [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://speka.media/it-v-ekonomici-ukrayini-yak-minyalasya-iogo-castka-vpliv-ta-trendi-rinku-za-roki-nezaleznosti-plrw0p>.
3. Вознюк, А. М. Особливості застосування форм і методів стимулювання персоналу промислового підприємства / А. М. Вознюк [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.nbuv.gov.ua/portal/Soc_Gum/Venu/2009_1/11.pdf.
4. Галич, О. А. Стратегічне управління персоналом як фактор зростання конкурентоспроможності підприємства / О. А. Галич, Ю. В. Вакуленко, І. О. Терещенко, Т. В. Крутько // Агросвіт. — 2019. — № 6. — С. 27–32.
5. Дяків, О. П. Управління персоналом : навчально-методичний посібник / О. П. Дяків, В. М. Островерхов. — Тернопіль : ТНЕУ, 2018. — 288 с.
6. Кодекс законів про працю України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text>.
7. Савельєва В. С. Управління персоналом: Навчальний посібник / В. С. Савельєва, О. Л. Єльков. — К.: "Професіонал", 2007. — 336 с.
8. Семикіна, М. В. Мотивація конкурентоспроможної праці: теорія і практика регулювання: Монографія / М. В. Семикіна. — Кіровоград: ПіК, 2009. — 426 с.
9. Виноградський, М. Д. Управління персоналом : навч. посіб. / М. Д. Виноградський, А. М. Виноградська, О. М. Шканова. — 2-ге видання. — К.: Центр учбової літератури, 2009. — 502 с.
10. Литвинов, А. Л. Теорія систем масового обслуговування : навч. посібник / А. Л. Литвинов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. — Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. — 141 с.

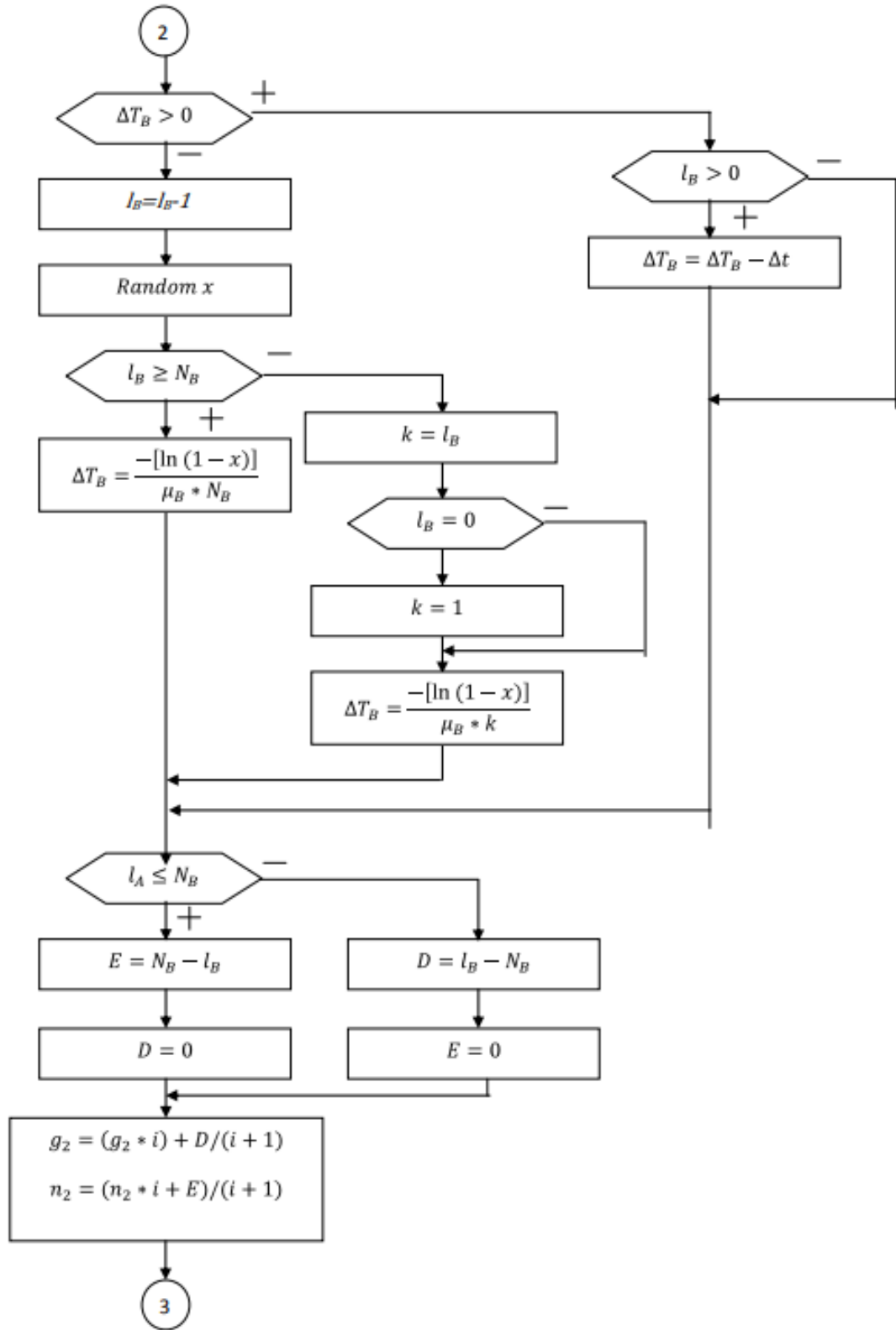
11. Жерновий, Ю.В. «Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум» / Ю. В. Жерновий. — Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. — 302 с.
12. Волошин, О.Ф. Моделі та методи прийняття рішень / О. Ф. Волошин. — К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. — 336с.
13. Гмурман, В.Е. Теорія ймовірності та математична статистика / В. Е. Гмурман. — М.: Виш. школа, 2004. — 479 с.
14. Толубко, В. Б. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: навч. посіб. [для студентів техн. спец. вищ. навч. закл.] / В. Б. Толубко, А.Д. Кожухівський, В.В. Вишнівський, Г.І. Гайдур, О.А. Кожухівська. — Київ, 2018. — 175 с.
15. Таблиця значень функції $\varphi(x)$ для локальної теореми Муавра-Лапласа [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://matematuka.in.ua/info/formuly-z-teoriji-imovirnosti/fx/>

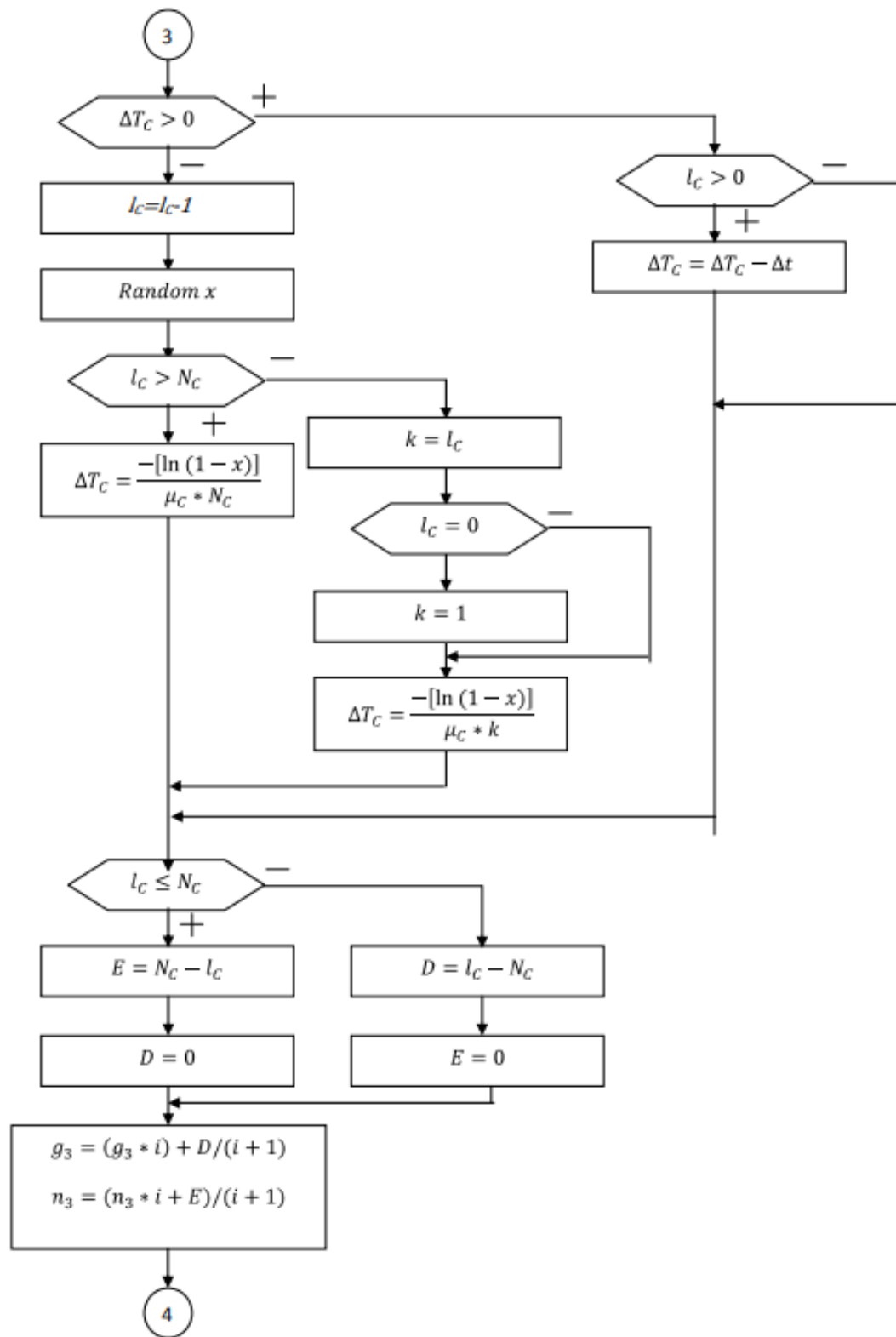
ДОДАТОК А

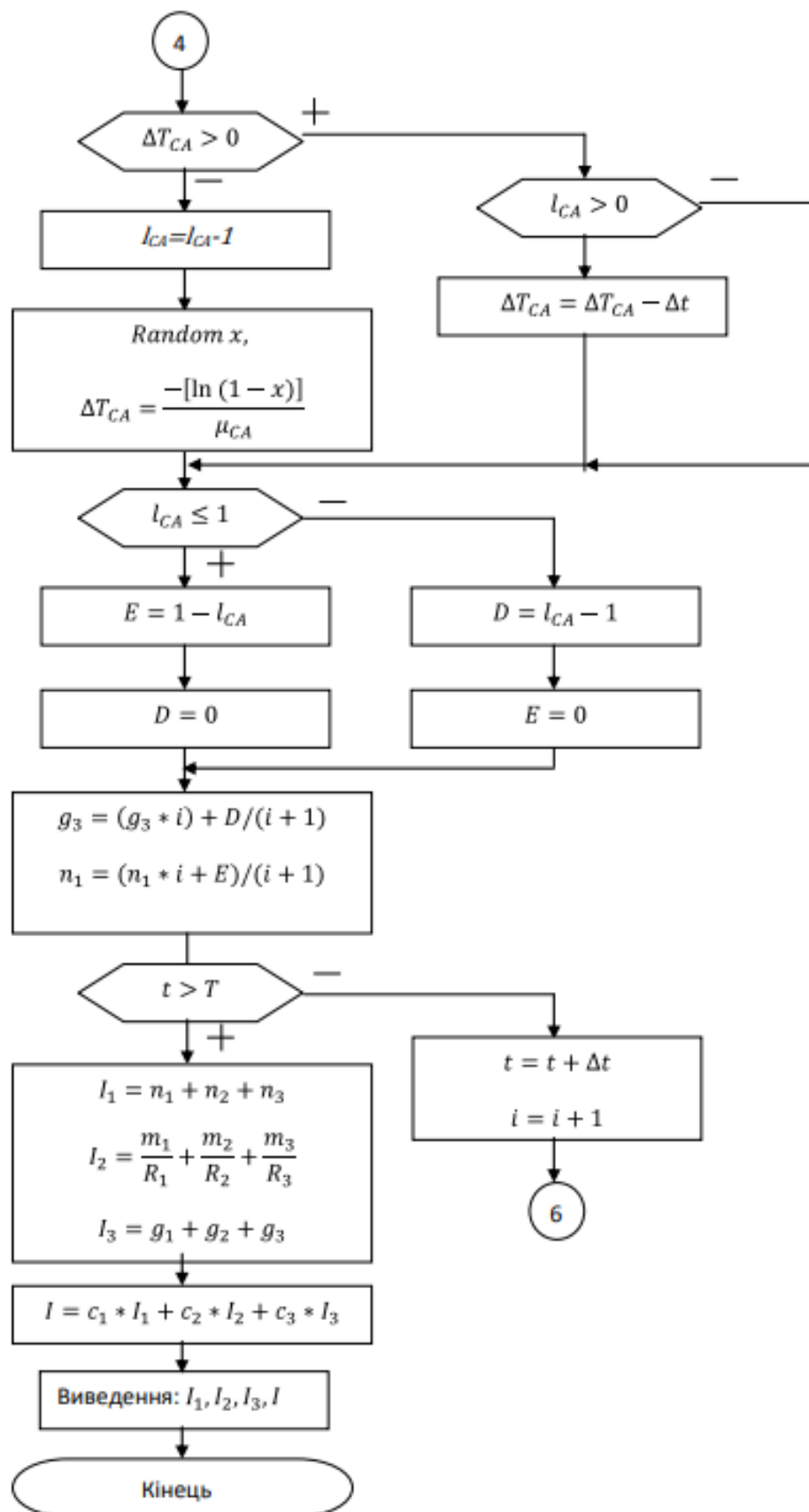
Блок схема алгоритму програми розрахункового експерименту на основі імітаційного моделювання











ДОДАТОК Б

Лістинг програми

```

clc; clear;
S=[2 2 3 1 1 1 2 1 3 2 1 2 2 2 1 1 2 1 1 1 3 2 2 2 1 1 2 2 3 2 3 1 2 2 1 1 3
2 1 2 2 3 2 1 2 1 2 3 2 2 1 1 2 2 3 1 2 1 3 1 2 1 2 2 2 1 1 1 2 1 2 2 2 2 2 1
3 2 1 3 1 3 2 1 1 2 2 2 2 3 1 2 1 2 3 2 1 2 1 3 2 1 3 2 2 2 1 2 2 3 2 1 2 2 1
1 2 3 2 2 3 1 2 2 2 2 1 3 2 2 1 1 1 1 1 1 2 1 1 2 2 1 3 2 3 2 1 2 1 3 1 3 3 2
2 2 2 1 2 2 2 1 2 1 3 2 2 2 3 2 2 1 2 3 2 3 1 2 1 1 3 1 3 2 3 2 2 2 1 3 2 2 1
2 2 2 2 1 3 3];
X=[1.7 3.7 0.2 0.4 1.9 1.2 0.7 3.5 0.7 7 1 3 3.2 1.8 0.9 1.7 2.1 1.7 0.1 3.5
0.1 0.3 0.7 1.1 1.1 3.7 0.1 4.5 0.5 0.1 2.3 0.1 0.3 2.1 0.6 3.6 0.4 0.5 1.4
1.9 1.8 0.2 5.5 0.9 0.2 0.1 4.3 1.3 1. 5.1 0.6 1.6 0.1 3.2 1.2 1.5 0.9 0.3
2.5 0.5 0.5 0.8 1.1 2.6 0.2 1.1 3.4 1.6 2.8 0.7 0.1 1.9 1.3 2.2 0.8 1.9 0.3
4.6 6.9 3.2 0.4 1.3 0.1 2.7 3.5 0.7 1.1 1.4 0.1 2.1 7.2 0.2 2.9 0.1 6.5 5.7
2.2 2.2 0.4 0.4 6.5 2.3 4.2 0.3 0.3 0.6 0.1 0.8 4.5 0.5 2.3 3.4 0.2 3.3 3.2
0.4 0.2 1.9 0.2 1.9 1.2 5.5 0.4 0.7 1.8 0.5 0.7 0.2 2 6 2.5 1.1 1.2 1.2 3.7 1
2.4 0.9 0.9 0.5 0.5 0.1 3 3.3 0.8 1.1 3.8 2.3 1.3 3.4 0.8 0.3 4.5 1.4 3 1.8
0.8 6.3 0.9 0.7 0.5 2.9 4.3 0.2 4.5 1.9 4.3 2.7 0.8 1.5 3.3 0.3 3 1.1 1.5 0.1
0.1 3.5 7.9 0.1 2.1 5.9 0.2 0.9 1.3 4.4 0.4 3.4 2 0.5 0.1 4.7 1.3 2.1 0.1 0.1
6 0.5 4.3 1.1 ];
SA=0; SB=0; SC=0; delX=[]; a=0; n=200;
for j=1:200
    if S(j)==1
        SA=SA+1;
    else if S(j)==2
        SB=SB+1;
    else SC=SC+1;
    end
end
end
%Кількість
SA; SB; SC;
% Відсоток
A=(SA/200)*100; B=(SB/200)*100; C=(SC/200)*100;
mini=min(X);
maxi=max(X);
Pi=[];
x1=0; x2=0; x3=0; x4=0; x5=0; x6=0; x7=0; x8=0; X1=[];
for i=1:200
    if X(i)>=0 & X(i)<=1
        x1=x1+1;
    end
end

```

```

        end
    end
    X1=[X1,x1];pi1=x1/n; Pi=[Pi,pi1];
    for i=1:200
        if X(i)>1 & X(i)<=2
            x2=x2+1;
        end
    end
    X1=[X1,x2]; pi2=x2/n; Pi=[Pi,pi2];
    for i=1:200
        if X(i)>2 & X(i)<=3
            x3=x3+1;
        end
    end
    X1=[X1,x3]; pi3=x3/n; Pi=[Pi,pi3];
    for i=1:200
        if X(i)>3 & X(i)<=4
            x4=x4+1;
        end
    end
    X1=[X1,x4]; pi4=x4/n; Pi=[Pi,pi4];
    for i=1:200
        if X(i)>4 & X(i)<=5
            x5=x5+1;
        end
    end
    X1=[X1,x5]; pi5=x5/n; Pi=[Pi,pi5];
    for i=1:200
        if X(i)>5 & X(i)<=6
            x6=x6+1;
        end
    end
    X1=[X1,x6]; pi6=x6/n; Pi=[Pi,pi6];
    for i=1:200
        if X(i)>6 & X(i)<=7
            x7=x7+1;
        end
    end
    X1=[X1,x7]; pi7=x7/n; Pi=[Pi,pi7];
    for i=1:200
        if X(i)>7 & X(i)<=8
            x8=x8+1;

```

```

        end
    end
    X1=[X1,x8]; pi8=x8/n; Pi=[Pi,pi8];
    zz=x1+x2+x3+x4+x5+x6+x7+x8;
    %Середнє значення
    вибірки
    sumx=0;
    for i=j:n
        sumx=sumx+X(j);
    end;
    vsred=(1/n)*sumx;
    vb=0;
    for i=1:8
        vb=vb+(X1(i)*Pi(i));
    end
    intt=1/vb;
    %Розподіл завдань
    a1=SA/n; a2=SB/n; a3=(SC/n)-((SC/n)*0.15);
    otv=[]; otv1=[]; otv2=[]; otv3=[]; otvv=zeros(10,10);
    %Введення
    параметрів
    delt=0.1; T=1000;
    La=5; Lb=5; Lc=5; Lca=5;
    c1=1; c2=5; c3=2;
    myua=0.2; myub=0.04; myuc=0.02; myuca=0.01;
    %Інтенсивність
    int=n/T;
    intb=SB/T;
    intc=SC/T;
    X2=[0.5 1.5 2.5 3.5 4.5 5.5 6.5 7.5];
    yi=[];
    for i=1:8
        fi(i)=int*exp(-int*X2(i));
        yi=[yi,fi(i)];
    end
    plot(yi);
    %Введення початкових умов
    DT=0; la=2; lb=2; lc=2; lca=2;
    m1=0; m2=0; m3=0; R1=0; R2=0; R3=0;
    delTa=0; delTb=0; delTc=0; delTca=0;
    n1=0; n2=0; n3=0; g1=0; g2=0; g3=0;
    for Nb=1:10
        for Nc=1:10
            i=1; t=delt;

```

```

while t < T
if DT>0
    DT=DT-delt;
else
    x=rand(1);
    DT=-(log(1-x))/int;
    x=rand(1);
    if x<a1
        R1=R1+1;
        if la == (La+1)
            m1=m1+1;
        else
            la=la+1;
        end
    else
        if x<a1+a2
            R2=R2+1;
            if lb == (Lb+Nb)
                m2=m2+1;
            else
                lb=lb+1;
            end
        else
            R3=R3+1;
            if x<a1+a2+a3;
                if lc == (Lc+Nc)
                    m3=m3+1;
                else
                    lc=lc+1;
                end
            else
                if lca == (Lca+1)
                    m3=m3+1;
                else
                    lca=lca+1;
                end
            end
        end
    end
end
end

%%для delTa
if delTa > 0

```

```

        if la > 0
            delTa==(delTa-delt);
        end
    else
        la=la-1;
        x=rand(1);
        delTa=-(log(1-x))/myua;
    end
    if la<=1
        E=1-la;
        D=0;
    else
        D=la-1;
        E=0;
    end
    g1=(g1*i+D)/(i+1);
    n1=(n1*i+E)/(i+1);
    %% для delTb
    if delTb > 0
        if lb > 0
            delTb=delTb-delt;
        end
    else
        lb=lb-1;
        x=rand(1);
        if lb >= Nb
            delTb=-(log(1-x))/(Nb*myub);
        else
            k=lb;
            if lb == 0
                k=1;
            end
            delTb=-(log(1-x))/(k*myub);
        end
    end
end

    if lb <= Nb
        E=Nb-lb;
        D=0;
    else
        D=lb-Nb;
        E=0;
    end
end

```

```

        g2=(g2*i+D)/(i+1);
        n2=(n2*i+E)/(i+1);
%% для delTc
if delTc > 0
    if lc > 0
        delTc=delTc-delt;
    end
else
    lc=lc-1;
    x=rand(1);
    if lc >= Nc
        delTc=-(log(1-x))/(Nc*myuc);
    else
        k=lc;
        if lc == 0
            k=1;
        end
        delTc=-(log(1-x))/(k*myuc);
    end
end

    if lc <= Nc
        E=Nc-lc;
        D=0;
    else
        D=lc-Nc;
        E=0;
    end
    g3=(g3*i+D)/(i+1);
    n3=(n3*i+E)/(i+1);
%%для delTca
if delTca > 0
    if lca > 0
        delTca==(delTca-delt);
    end
else
    lca=lca-1;
    x=rand(1);
    delTca=-(log(1-x))/myuca;
end
if lca<=1
    E=1-lca;
    D=0;

```

```
    else
        D=lca-1;
        E=0;
    end
    g3=(g3*i+D)/(i+1);
    n1=(n1*i+E)/(i+1);
    t=t+delt;
    i=i+1;
end
I1=n1+n2+n3;
I2=(m1/R1)+(m2/R2)+(m3/R3);
I3=g1+g2+g3;
I=c1*I1+c2*I2+c3*I3;
```

```

    otvv(Nb,Nc)=I;
    otv=[otv,I];
    otv1=[otv1,I1];
    otv2=[otv2,I2];
    otv3=[otv3,I3];
    end
end
[v,i]=min(otv);
Nc=mod(i,10);
Nb=((i-Nc)/10)+1;
disp('Кількість співробітників групи системно-технічного супроводження = ')
disp(Nb)
disp('Кількість співробітників групи програмних засобів = ')
disp(Nc)
disp('При таких мінімальних складових показниках критерія ефективності')
disp(otv1(i))
disp(otv2(i))
disp(otv3(i))
disp('Значення критерія ефективності')
disp(otv(i))
mn=min(otv);
mx=max(otv);
figure(2)
surf(otvv)
colormap hsv
title('Графік залежності критерію ефективності від кількості каналів груп');
xlabel('Кількість каналів групи С');
ylabel('Кількість каналів групи В');
zlabel('Значення критерію ефективності')

```