

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Факультет інформаційних технологій
(факультет)

Кафедра системного аналізу та управління
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

Здобувача вищої освіти Зінченка Олега Сергійовича
академічної групи 124–22ск–1
спеціальності 124 Системний аналіз
за освітньо-професійною програмою Системний аналіз
на тему: «Розробка систем підтримки прийняття рішень під час керування,
діагностики, навчання чи планування»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	<i>доц. Владико О.Б.</i>			
розділів:				
Інформаційно– аналітичний	<i>доц. Владико О.Б.</i>			
Спеціальний розділ	<i>доц. Владико О.Б.</i>			
Рецензент	<i>д.т.н., проф. Рудаков Д.В.</i>			
Нормоконтролер	<i>к.ф.-м.н., доц. Хом'як Т.В.</i>			

Дніпро
2025

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Системного аналізу та управління
(повна назва)

_____ к.т.н., доц. Желдак Т.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

здобувача вищої освіти Зінченко О.С. академічної групи 124-22ск-1
спеціальності: 124 Системний аналіз
за освітньо-професійною програмою Системний аналіз
на тему «Розробка систем підтримки прийняття рішень під час керування, діагностики, навчання чи планування»
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка»
від № 336-с від 05.05.2025 р.

Розділ	Зміст	Терміни виконання
1. Інформаційно-аналітичний розділ	Проаналізувати структуру об'єкта дослідження. Визначити предметну область дослідження та проблему, що розв'язується. Обґрунтувати методи виконання поставлених завдань	10.01.2025 – 01.03.2025
2. Спеціальний розділ	Визначити вхідних та вихідних параметрів сфері управління технічним обслуговуванням охоронних систем. Обґрунтування необхідності автоматизації процесу управління технічним обслуговуванням. Визначити основні вимоги до системи. Розробити архітектури системи підтримки прийняття рішень.	01.03.2025 – 10.06.2025

Завдання видано _____ доц. Владико О.Б.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дата видачі: 06.12.2024

Дата подання до екзаменаційної комісії: 25.06.2025

Прийнято до виконання _____ Зінченко О.С.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 56 с., 10 рисунків, 11 таблиць, 2 додатків, 1 джерела

Мета роботи: розробити інформаційну систему підтримки прийняття рішень, яка дозволяє автоматизувати процес розподілу технічного персоналу для обслуговування охоронних систем підприємства AJAX, підвищити ефективність керування сервісними запитами та зменшити час реагування.

Об'єкт дослідження: процес управління технічним обслуговуванням охоронних систем на підприємстві AJAX.

Предмет дослідження: методи, моделі та програмні засоби підтримки прийняття рішень у сфері оперативного управління персоналом технічної підтримки.

Методи дослідження: методи системного аналізу, математичного моделювання, алгоритмів оптимального розподілу ресурсів, геоінформаційний аналіз, об'єктно-орієнтоване програмування.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, керування, технічне обслуговування, AJAX, автоматизація, оптимізація, розподіл ресурсів, сервісна підтримка.

Короткий зміст: У кваліфікаційній роботі розглянуто процес обслуговування охоронних систем, що встановлюються компанією AJAX. На основі виявлених проблем в оперативному розподілі технічних спеціалістів розроблено інформаційну систему підтримки прийняття рішень. У роботі проаналізовано аналогічні рішення, запропоновано архітектуру СППР, реалізовано модуль призначення виконавців на основі алгоритмів оптимального розподілу. Проведено тестування системи, що підтвердило підвищення ефективності управління сервісними запитами.

ABSTRACT

Explanatory note 56, 10 figures, 11 table, 2 appendices, 1 sources.

Objective of the thesis: To develop a decision support system (DSS) that automates the process of assigning technical personnel for the maintenance of security systems at AJAX, improves service management efficiency, and reduces response time.

Object of the study: The process of managing the technical maintenance of security systems at AJAX enterprise.

Subject of the study: Methods, models, and software tools for decision support in the field of operational management of technical service personnel.

Research methods: Systems analysis, mathematical modeling, optimal resource allocation algorithms, geoinformation analysis, object-oriented programming.

Keywords: decision support system, management, technical maintenance, AJAX, automation, optimization, resource allocation, service support.

Summary: The thesis investigates the maintenance process of security systems deployed by AJAX company. Based on the identified issues in the operational assignment of technical specialists, a decision support system was developed. The paper analyzes existing solutions, proposes a system architecture, and implements an executor assignment module based on optimization algorithms. System testing demonstrated increased efficiency in managing service requests.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	5
1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Актуальність теми	8
1.2 Мета та задачі дослідження	9
1.3 Об’єкт і предмет дослідження	11
1.4 Загальна характеристика підприємства AJAX	11
1.5 Аналіз діяльності сервісної служби підприємства	13
1.6 Проблеми, що виникають при керуванні технічним обслуговуванням	16
1.7 Огляд сучасних рішень і технологій у сфері СППР	17
1.8 Аналіз аналогічних інформаційних систем	19
1.9 Висновки до інформаційно-аналітичного розділу	22
2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	23
2.1 Постановка задачі	23
2.1.1 Визначення вхідних та вихідних параметрів	24
2.1.2 Обґрунтування необхідності автоматизації процесу	25
2.1.3 Основні вимоги до системи	27
2.2 Розробка архітектури системи	29
2.2.1 Опис підсистем (модуль аналізу, база знань, інтерфейс)	31
2.2.2 Моделювання інформаційних потоків	33
2.2.3 Сценарії взаємодії системи	34
2.2.4 Безпека, резервування та обробка винятків	37
2.3 Реалізація та впровадження прототипу	39
2.3.1 Засоби та середовище розробки	41
2.3.2 Інтеграція з сервісами AJAX	43
2.3.3 Налаштування та конфігурація серверного оточення	45
2.4 Тестування та оцінка ефективності	49
2.5 Висновки до спеціального розділу	51
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	54
ДОДАТОК А Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	55
ДОДАТОК Б Відгук	56

ВСТУП

У сучасному світі роль інформаційних технологій у забезпеченні ефективного функціонування підприємств постійно зростає. Особливої уваги потребують ті сфери, де рішення необхідно приймати оперативно, точно та з урахуванням великої кількості факторів. Однією з таких сфер є керування процесами технічного обслуговування обладнання, зокрема охоронних систем, які відіграють критичну роль у безпеці об'єктів різного призначення.

Компанія AJAX є провідним українським виробником охоронних систем, продукція якого використовується як на національному, так і на міжнародному ринку. Успішна діяльність підприємства ґрунтується не лише на високій якості апаратного забезпечення, а й на рівні сервісного обслуговування. У сучасних умовах ринок вимагає не тільки якісного продукту, а й оперативної, гнучкої та технологічно підкріпленої технічної підтримки. У зв'язку з цим значну увагу необхідно приділяти процесам прийняття рішень у сфері управління обслуговуванням – від моменту надходження заявки до її виконання.

Зростання обсягів обслуговування, складність технічної інфраструктури, різноманітність обладнання та географічна розпорошеність клієнтів створюють нові виклики для керівництва сервісною службою. Прийняття рішень у таких умовах вимагає використання сучасних інструментів аналізу, прогнозування та планування. Традиційні методи управління – ручне планування виїздів техніків, телефонні дзвінки та суб'єктивна оцінка ситуації – більше не відповідають вимогам оперативності та точності.

У таких умовах на перший план виходить застосування систем підтримки прийняття рішень (СППР) – інтелектуальних інформаційних систем, які аналізують вхідні дані, допомагають оцінити ситуацію, моделюють варіанти дій та пропонують оптимальні рішення. Застосування СППР дозволяє не лише підвищити ефективність керування сервісними процесами, а й забезпечити масштабованість, прозорість та адаптивність системи управління в цілому.

Розробка СППР для управління технічним обслуговуванням у компанії AJAX є актуальною задачею, яка відповідає загальносвітовим тенденціям цифрової трансформації підприємств, автоматизації бізнес-процесів, підвищення продуктивності праці та покращення клієнтського досвіду.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка СППР для підтримки процесу керування технічним обслуговуванням охоронних систем AJAX. Така система має забезпечити оперативне прийняття оптимальних рішень, враховуючи наявні ресурси, географію об'єктів, навантаження персоналу та інші фактори, що впливають на якість обслуговування.

Об'єктом дослідження є процес управління технічним обслуговуванням охоронних систем, а предметом – методи, моделі та інструменти підтримки прийняття управлінських рішень у даній сфері.

У ході роботи буде проаналізовано діяльність компанії AJAX, виявлено основні проблеми в управлінні сервісною службою, розглянуто існуючі програмні рішення, розроблено архітектуру СППР, а також реалізовано прототип системи з подальшим тестуванням її ефективності.

Практична значимість роботи полягає у можливості застосування запропонованої системи в реальних умовах діяльності підприємства AJAX, що сприятиме підвищенню ефективності сервісного обслуговування, зниженню витрат часу та ресурсів, а також покращенню рівня задоволеності клієнтів. Крім того, результати роботи можуть бути адаптовані для впровадження в інших компаніях зі схожими бізнес-процесами, що підкреслює універсальність і потенціал подальшого розвитку обраного рішення.

1 ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Інформаційно-аналітичний розділ кваліфікаційної роботи присвячено аналізу предметної області, в якій впроваджується система підтримки прийняття рішень, та вивченню сучасних підходів до управління сервісними процесами. У цьому розділі розглянуто загальні характеристики підприємства AJAX, описано специфіку діяльності його сервісної служби, виявлено актуальні проблеми в управлінні технічним обслуговуванням, а також досліджено існуючі інформаційні рішення у сфері СППР.

Метою даного розділу є обґрунтування необхідності розробки автоматизованої системи підтримки прийняття рішень для підвищення ефективності управління технічною підтримкою охоронних систем.

1.1 Актуальність теми

У сучасному світі роль інформаційних технологій у забезпеченні ефективного функціонування підприємств постійно зростає. Особливої уваги потребують ті сфери, де рішення необхідно приймати оперативно, точно та з урахуванням великої кількості факторів. Однією з таких сфер є керування процесами технічного обслуговування обладнання, зокрема охоронних систем, які відіграють критичну роль у безпеці об'єктів різного призначення.

Компанія AJAX є провідним українським виробником охоронних систем, продукція якого використовується як на національному, так і на міжнародному ринку. Успішна діяльність підприємства ґрунтується не лише на високій якості апаратного забезпечення, а й на рівні сервісного обслуговування. У сучасних умовах ринок вимагає не тільки якісного продукту, а й оперативної, гнучкої та технологічно підкріпленої технічної підтримки. У зв'язку з цим значну увагу необхідно приділяти процесам прийняття рішень у сфері управління обслуговуванням – від моменту надходження заявки до її виконання.

Зростання обсягів обслуговування, складність технічної інфраструктури, різноманітність обладнання та географічна розпорошеність клієнтів створюють нові виклики для керівництва сервісною службою. Прийняття рішень у таких умовах вимагає використання сучасних інструментів аналізу, прогнозування та планування. Традиційні методи управління – ручне планування виїздів техніків, телефонні дзвінки та суб'єктивна оцінка ситуації – більше не відповідають вимогам оперативності та точності.

У таких умовах на перший план виходить застосування систем підтримки прийняття рішень (СППР) – інтелектуальних інформаційних систем, які аналізують вхідні дані, допомагають оцінити ситуацію, моделюють варіанти дій та пропонують оптимальні рішення. Застосування СППР дозволяє не лише підвищити ефективність керування сервісними процесами, а й забезпечити масштабованість, прозорість та адаптивність системи управління в цілому.

Розробка СППР для управління технічним обслуговуванням у компанії AJAX є актуальною задачею, яка відповідає загальносвітовим тенденціям цифрової трансформації підприємств, автоматизації бізнес-процесів, підвищення продуктивності праці та покращення клієнтського досвіду.

1.2 Мета та задачі дослідження

Мета дослідження полягає у розробці системи підтримки прийняття рішень (СППР), яка забезпечує ефективне управління процесом технічного обслуговування охоронних систем на підприємстві AJAX. Система повинна дозволяти автоматизувати розподіл технічного персоналу, оптимізувати виїзди спеціалістів, враховуючи їхнє навантаження, географічне розташування, складність запитів, та інші чинники, що впливають на якість та швидкість обслуговування клієнтів.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення низки взаємопов'язаних задач:

- Проаналізувати діяльність підприємства AJAX у сфері сервісного обслуговування охоронних систем, визначити специфіку управління технічним персоналом.
- Ідентифікувати проблемні аспекти існуючої системи прийняття рішень при плануванні та розподілі ресурсів сервісної служби.
- Дослідити сучасні підходи та технології СППР, що застосовуються для управління обслуговуванням технічних систем, зокрема в умовах географічної розподіленості.
- Обґрунтувати доцільність автоматизації процесу управління технічним обслуговуванням і визначити функціональні вимоги до майбутньої системи.
- Розробити концептуальну архітектуру СППР, що включає підсистеми обробки запитів, аналізу та прийняття рішень, взаємодії з базою знань і даних.
- Визначити алгоритми прийняття рішень щодо розподілу персоналу – з урахуванням багатокритеріального аналізу, оптимізації маршрутів і завантаження ресурсів.
- Реалізувати базовий прототип системи з демонстрацією її функціонування на основі тестових сценаріїв.
- Провести моделювання та оцінити ефективність впровадження СППР, порівнюючи її продуктивність із поточним (ручним або напівавтоматизованим) способом управління.
- Вирішення наведених задач дозволить сформувати та реалізувати інтелектуальну систему, здатну суттєво покращити процеси керування сервісною діяльністю підприємства AJAX та підвищити якість технічного обслуговування клієнтів.

1.3 Об'єкт і предмет дослідження

Об'єктом дослідження є процес управління технічним обслуговуванням охоронних систем, що реалізується підприємством AJAX у рамках сервісної підтримки встановленого обладнання.

У межах діяльності компанії ці процеси охоплюють реєстрацію клієнтських запитів, обробку звернень, розподіл завдань серед технічного персоналу, планування маршрутів виїзду фахівців, контроль за виконанням робіт та зворотній зв'язок з клієнтом. Управління такими процесами є багатофакторним і вимагає врахування великого обсягу даних у режимі, максимально наближеному до реального часу.

Предметом дослідження є методи, моделі та програмні засоби підтримки прийняття рішень у процесах керування сервісною службою, а саме:

- моделі оптимального розподілу технічного персоналу;
- алгоритми планування виїздів з урахуванням географічного положення та складності запитів;
- інтерфейси взаємодії між користувачем і системою;
- архітектурні рішення, які забезпечують автоматизацію та ефективність управлінських дій.

Предметна область охоплює також питання цифровізації бізнес-процесів, автоматизованого аналізу вхідних даних, адаптивного управління ресурсами та впровадження інформаційних систем у комерційну діяльність підприємства.

1.4 Загальна характеристика підприємства AJAX

AJAX Systems – це провідне українське підприємство у сфері розробки та виробництва систем безпеки. Компанія була заснована у 2011 році в місті Київ і за відносно короткий період вийшла на міжнародний рівень, ставши одним з лідерів у галузі інноваційних охоронних технологій. Продукція AJAX

постачається до понад 130 країн світу, а партнерами компанії є сотні інтеграторів, дистриб'юторів та охоронних компаній.

Основним напрямом діяльності підприємства є створення розумних бездротових охоронних систем, до складу яких входять:

- датчики руху, відкриття, розбиття скла, диму, затоплення тощо;
- системи відеоспостереження;
- контролери доступу;
- централі керування (хаби);
- мобільні застосунки для керування охороною у реальному часі.

Компанія активно впроваджує інноваційні підходи у свої продукти зокрема, використовує власний протокол радіозв'язку Jeweller, який забезпечує стійке з'єднання на відстані до 2000 метрів, та хмарну платформу для моніторингу й керування системами безпеки.

Організаційна структура AJAX охоплює:

- відділ досліджень та розробок (R&D);
- виробничі підрозділи (збірка, тестування);
- департамент логістики;
- сервісний та технічний відділи;
- відділ підтримки клієнтів;
- мережу регіональних партнерів і сервісних центрів.

Сервісна служба компанії виконує не лише технічну підтримку в режимі онлайн, а й організовує виїзне обслуговування, монтаж та налагодження обладнання, що встановлене на об'єктах клієнтів. З кожним роком зростає обсяг запитів на технічне обслуговування, що створює потребу в оптимізації процесів керування ресурсами сервісного підрозділу.

Стратегія компанії AJAX ґрунтується на поєднанні високих стандартів якості, технічних інновацій та клієнтоорієнтованого підходу. Значну увагу підприємство приділяє цифровізації внутрішніх процесів, що включає автоматизацію обліку, логістики, підтримки користувачів та технічного обслуговування.

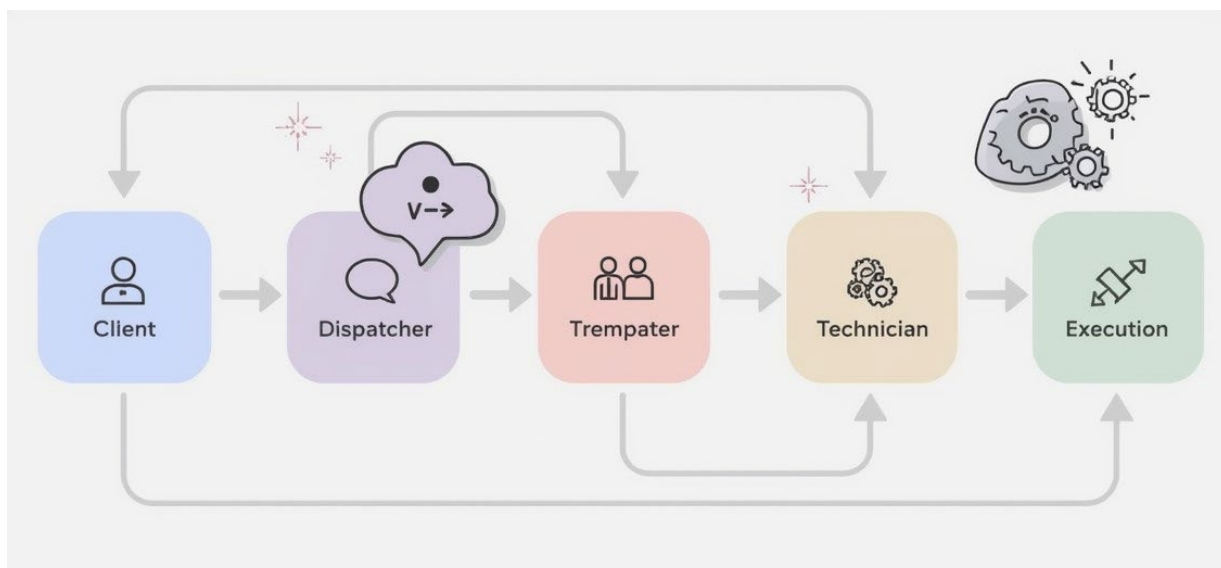


Рисунок 1.1 — Загальна схема роботи сервісної служби AJAX (Блок-схема: клієнт → заявка → диспетчер → технік → виконання → звіт)

Таким чином, AJAX є високотехнологічним підприємством з активним впровадженням сучасних інформаційних рішень, що створює ідеальні умови для застосування системи підтримки прийняття рішень у процесі управління технічною підтримкою.

1.5 Аналіз діяльності сервісної служби підприємства

Сервісна служба підприємства AJAX є ключовим елементом у забезпеченні надійності охоронних систем та підтримці високого рівня задоволеності клієнтів. Її діяльність охоплює повний життєвий цикл обслуговування – від встановлення обладнання до гарантійного та післягарантійного супроводу, включаючи модернізацію та діагностику пристроїв.

Основні функції сервісної служби AJAX включають:

- прийом та реєстрацію звернень клієнтів щодо несправностей, оновлення чи обслуговування систем;
- проведення попереднього аналізу проблем дистанційно;
- формування та призначення виїзних завдань для технічних спеціалістів;
- контроль за виконанням заявок та фіксацію результатів;
- забезпечення взаємодії між технічною підтримкою, логістикою та R&D-відділом у разі складних технічних випадків.

Звернення до сервісної служби можуть надходити різними каналами:

- через мобільний застосунок AJAX Security System;
- через веб-інтерфейс клієнта;
- через контакт-центр;
- через партнерські сервісні компанії, що обслуговують регіони.

Особливості роботи сервісної служби:

- Географічна розгалуженість – обладнання AJAX встановлене по всій території України (та в інших країнах), тому технічне обслуговування потребує високого рівня логістичного планування.
- Велика кількість запитів – у зв'язку з активним масштабуванням бізнесу обсяг клієнтських звернень до служби постійно зростає, що створює підвищене навантаження на диспетчерський персонал.
- Різноманітність технічних завдань – запити можуть варіюватися від простої заміни батарейки до складної технічної діагностики чи перепрошивки центрального хабу.
- Кваліфікація персоналу – технічні спеціалісти мають різні рівні компетентності, що важливо враховувати при формуванні завдань (наприклад, не кожен може обслуговувати корпоративні або промислові рішення AJAX).

- Неоднорідність об'єктів – у клієнтів можуть бути встановлені як найпростіші базові комплекти, так і складні індивідуальні конфігурації з великою кількістю датчиків, відеокамер та інтеграцій.

Типова схема обслуговування включає такі етапи:

- Отримання звернення від клієнта.
- Визначення проблеми та необхідності виїзду.
- Призначення виконавця на основі зони обслуговування, доступності та компетентності.
- Виїзд на об'єкт.
- Виконання робіт і звітування.
- Зворотній зв'язок з клієнтом.

Виклики, що виникають:

- Суб'єктивність у призначенні техніків – рішення приймаються вручну, без об'єктивної аналітики.
- Недостатня прозорість логістики – оптимальні маршрути не завжди враховуються.
- Затримки у виконанні заявок – особливо при високому навантаженні в пікові періоди.
- Нерівномірне завантаження персоналу - частина працівників перевантажена, інша – недозавантажена.

Ці чинники призводять до зниження ефективності роботи, збільшення часу обробки запитів і, відповідно, до зниження якості обслуговування.

У зв'язку з цим постає потреба у впровадженні автоматизованої системи підтримки прийняття рішень, що дозволить централізовано аналізувати потоки заявок, прогнозувати навантаження, призначати оптимальних виконавців і формувати ефективні маршрути виїзду технічних спеціалістів.

1.6 Проблеми, що виникають при керуванні технічним обслуговуванням

Незважаючи на високий рівень технологічної досконалості охоронних систем AJAX, процес управління технічним обслуговуванням залишається складним і часто неструктурованим. У контексті розширення ринку та збільшення кількості клієнтів компанія стикається з низкою проблем, які суттєво впливають на якість обслуговування та ефективність використання ресурсів.

Ключові проблеми:

Відсутній механізм автоматичного розподілу завдань між виконавцями.

- Призначення технічного спеціаліста відбувається вручну або з використанням спрощених інструментів, без урахування реального навантаження, кваліфікації працівника, відстані до об'єкта та складності запиту.
- Це призводить до нераціонального використання людських ресурсів, помилок у плануванні, та затримок у виконанні завдань.

Низький рівень оперативного контролю за станом сервісних заявок

- Відсутність зручної системи моніторингу активних заявок у режимі реального часу обмежує можливості керівника реагувати на критичні ситуації або перевантаження персоналу.

Неоптимальне планування маршрутів виїздів

- Виїзди не завжди враховують географічну близькість об'єктів, що спричиняє зайві витрати часу, пального та коштів.
- Також не застосовуються алгоритми маршрутної оптимізації (наприклад, задачі комівояжера).

Ризик нерівномірного навантаження на персонал

- Часто один технік отримує декілька складних замовлень, тоді як інший виконує незначні завдання або залишається без навантаження. Це впливає як на моральний стан працівників, так і на загальну продуктивність.

Складність в обліку і аналізі історичних даних

- Без централізованої системи аналітики важко оцінити продуктивність окремих виконавців, типові причини звернень клієнтів або прогнозувати майбутні навантаження на сервісну службу.

Обмежена масштабованість процесу

- Із ростом кількості клієнтів ручне керування стає усе менш ефективним і вимагає все більше часу та людських ресурсів.

Наслідки цих проблем:

- Збільшення часу реакції на заявки.
- Зниження якості обслуговування та задоволеності клієнтів.
- Підвищення витрат на логістику та технічний персонал.
- Утруднення масштабування сервісної моделі бізнесу.

З огляду на перелічені проблеми, стає очевидним, що впровадження системи підтримки прийняття рішень — не лише бажане, а й необхідне. Така система дозволить автоматизувати критичні аспекти управління, мінімізувати вплив людського фактору, покращити облік, аналітику та прогнозування в сервісному підрозділі компанії AJAX.

1.7 Огляд сучасних рішень і технологій у сфері СППР

Системи підтримки прийняття рішень (СППР) відіграють ключову роль у процесах управління, де рішення мають прийматися швидко, точно і на основі великого обсягу даних. Особливо це актуально в таких сферах, як логістика, сервісне обслуговування, управління персоналом та клієнтською підтримкою — саме таких, до яких належить діяльність сервісної служби підприємства AJAX.

У загальному вигляді СППР — це інтерактивні інформаційні системи, які допомагають менеджерам і керівникам приймати рішення шляхом аналізу даних, моделювання варіантів дій та оцінки можливих наслідків. Такі системи поєднують в собі компоненти:

- базу даних (для зберігання вхідних даних, історії, параметрів),
- модельний блок (моделі оптимізації, симуляції, прогностики),
- інтерфейс користувача (візуалізація даних, інтерактивна взаємодія),
- базу знань (правила, евристики, кейси для прийняття рішень).

Сучасні підходи до побудови СППР:

Класичні аналітичні моделі

- Використовують математичні алгоритми, логіку прийняття рішень, мультикритеріальний аналіз.
- Підходять для задач з обмеженим набором параметрів.

Геоінформаційні системи (GIS)

- Поєднують просторовий аналіз із логістичними задачами (наприклад, оптимізація виїздів).
- Використовуються у сфері мобільного сервісу, доставки, технічної підтримки.

Машинне навчання (ML) та штучний інтелект (AI)

- Дає змогу прогнозувати навантаження, ідентифікувати шаблони поведінки, рекомендувати рішення.
- Застосовується для персоналізації обслуговування, виявлення аномалій, оптимізації маршрутів.

Хмарні платформи та мікросервісна архітектура

- Дозволяють масштабувати СППР і забезпечують доступ у реальному часі.
- Дають змогу інтегрувати мобільні застосунки, GPS, CRM-системи.

Популярні технології і інструменти:

- Power BI, QlikView – системи для аналітики й візуалізації даних.
- Tableau + Python – поєднання гнучкості скриптових мов і зручного інтерфейсу.
- Google OR-Tools, OptaPlanner – бібліотеки для задач розподілу ресурсів, маршрутизації.
- PostgreSQL + PostGIS – для зберігання й обробки географічних даних.
- Django, Flask – фреймворки для розробки веб-інтерфейсів СППР.

Сучасні СППР розвиваються у напрямі гібридизації – поєднання класичних алгоритмів, аналітики великих даних, штучного інтелекту та геоінформаційних технологій. Такі рішення вже успішно застосовуються в логістичних компаніях (наприклад, UPS, FedEx), у сфері медичних діагностичних систем, а також у сервісному обслуговуванні складної техніки.

Для підприємства AJAX доцільним є впровадження гнучкої, адаптивної СППР, яка здатна працювати з реальними умовами — динамічним навантаженням, просторовими факторами, багатоваріантністю запитів.

1.8 Аналіз аналогічних інформаційних систем

Для ефективного обґрунтування вибору архітектурних та технологічних рішень у розробці СППР для підприємства AJAX доцільно проаналізувати існуючі аналоги – як комерційні програмні продукти, так і відкриті платформи, що застосовуються у сфері керування сервісними службами та технічним обслуговуванням.

Salesforce Field Service

Опис: Хмарна система для управління мобільним персоналом та сервісними викликами, інтегрована з CRM-платформою Salesforce.

Можливості:

- автоматичне планування виїздів;
- відстеження техніків у реальному часі (GPS);
- розумний розподіл задач за кваліфікацією й доступністю.

Переваги: високий рівень інтеграції, масштабованість, мобільний інтерфейс.

Недоліки: висока вартість, складність впровадження без досвіду роботи з Salesforce.

Zoho FSM (Field Service Management)

Опис: Частина екосистеми Zoho, орієнтована на керування сервісними заявками й технічним персоналом.

Можливості:

- формування маршрутів;
- автоматичне повідомлення клієнтів;
- оцінка ефективності працівників.

Переваги: хмарне рішення, доступне за ціною, зручно інтегрується з іншими продуктами Zoho.

Недоліки: обмежена кастомізація, англомовний інтерфейс.

Microsoft Dynamics 365 Field Service

Опис: Потужна платформа від Microsoft для корпоративного сегменту з можливостями планування обслуговування й управління активами.

Особливості:

- використання штучного інтелекту для прогнозування поломок;
- інтеграція з Outlook, Teams, Excel.

Переваги: глибока бізнес-логіка, масштабування, відповідність корпоративним стандартам.

Недоліки: складна конфігурація, потреба в навчанні персоналу.

Open Source рішення (Odoo, ERPNext, FieldPRO)

Переваги: безкоштовна основа, можливість повної адаптації під потреби конкретного бізнесу, наявність модулів для технічного обслуговування.

Недоліки: потребують технічної підтримки, додаткової розробки, слабка підтримка української локалізації.

Таблиця 1.1

Порівняльна таблиця аналогічних систем

Система	Автоматичне призначення	Геоаналітика	AI/ML	Локалізація	Вартість
Salesforce Field Service	✓	✓	✓	✗	Висока
Zoho FSM	✓	✗	✗	✗	Середня
Microsoft Dynamics 365	✓	✓	✓	✗	Дуже висока
Odoo (модулі Service)	Частково	Частково	✗	Можлива	Низька
ERPNext (Service Management)	✓	Частково	✗	Можлива	Безкоштовна

Аналіз аналогічних рішень демонструє, що хоча на ринку існує велика кількість систем для управління сервісними службами, жодна з них не адаптована безпосередньо до потреб українського виробника охоронних систем із урахуванням:

- української мови та локального середовища;
- реалій географічного покриття;
- специфіки AJAX-обладнання;
- потреби у власній логіці розподілу техніків.

Тому розробка власної СППР із кастомізованим функціоналом є обґрунтованим та доцільним рішенням, що дозволить компанії ефективно масштабуватись та покращити якість технічного обслуговування.

1.9 Висновки до інформаційно-аналітичного розділу

У результаті проведеного інформаційно-аналітичного дослідження було визначено основні особливості діяльності підприємства AJAX у сфері технічного обслуговування охоронних систем. Сервісна служба компанії відіграє ключову роль у підтримці клієнтів та формуванні позитивного іміджу бренду на українському та міжнародному ринках.

Проведено детальний аналіз поточної ситуації у сфері керування сервісними запитами, що дозволило виявити ряд проблем:

- неавтоматизоване планування виїздів;
- перевантаження окремих працівників;
- неефективне управління маршрутами;
- недостатній контроль за виконанням заявок у режимі реального часу.

Огляд сучасних інформаційних технологій та існуючих СППР показав, що, хоча на ринку представлені потужні програмні продукти, жоден з них не адаптований безпосередньо до потреб AJAX. Найбільш перспективним рішенням є створення власної системи підтримки прийняття рішень, яка враховує внутрішню структуру компанії, специфіку сервісного процесу та географічні особливості клієнтської бази.

Таким чином, інформаційно-аналітичний розділ підтвердив актуальність дослідження, обґрунтував необхідність автоматизації процесу керування технічним обслуговуванням і сформував основу для постановки задачі та реалізації спеціалізованої СППР, яка буде розглядатися у наступному розділі кваліфікаційної роботи.

2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

У цьому розділі представлено постановку задачі, обґрунтування необхідності автоматизації процесів сервісного обслуговування, розробку архітектури системи підтримки прийняття рішень (СППР), визначення вхідних та вихідних параметрів, а також вимог до функціоналу майбутньої системи.\

2.1 Постановка задачі

Зважаючи на результати інформаційно-аналітичного дослідження, встановлено, що сервісна служба підприємства AJAX має потребу у створенні інтелектуальної системи, яка дозволить:

- зменшити час реагування на заявки клієнтів;
- оптимізувати розподіл технічного персоналу;
- покращити логістику виїздів;
- підвищити загальну ефективність управління сервісними процесами.

Суть задачі:

Розробити систему підтримки прийняття рішень (СППР), яка на основі вхідних параметрів (заявка, місце обслуговування, навантаження техніків, їх компетенція, транспортна доступність) автоматично рекомендує оптимального виконавця, маршрут виїзду та орієнтовний час обслуговування.

Мета постановки задачі:

Побудова формалізованої моделі, яка дозволяє перетворити необроблені сервісні звернення на чітко структуровані задачі з оптимальним розподілом ресурсів та часовими межами виконання.

2.1.1 Визначення вхідних та вихідних параметрів

Для реалізації системи підтримки прийняття рішень у сфері управління технічним обслуговуванням охоронних систем необхідно чітко визначити набір вхідних та вихідних параметрів, які будуть оброблятися системою.

Таблиця 2.1

Вхідні параметри (дані, які система отримує для аналізу)

№	Назва параметра	Опис
1	Ідентифікатор заявки	Унікальний номер звернення клієнта
2	Дата та час подання заявки	Час, коли була зареєстрована заявка
3	Геолокація об'єкта	Координати або адреса об'єкта, де потрібне обслуговування
4	Тип послуги	Наприклад: діагностика, ремонт, оновлення прошивки тощо
5	Пріоритет заявки	Звичайний / критичний / плановий
6	Статус заявки	Нова, у роботі, виконана, скасована
7	Перелік доступних техніків	Список співробітників з їхніми ID, статусом і геопозицією
8	Кваліфікація техніків	Рівень досвіду, доступ до певних типів обладнання
9	Наявність транспорту	Власний/службовий/відсутній
10	Поточне навантаження техніка	Кількість активних/запланованих заявок
11	Орієнтовна тривалість виїзду	Залежить від типу послуги

Таблиця 2.2

Вихідні параметри (рішення, які генерує система)

№	Назва параметра	Опис
1	Призначений технік	ID технічного спеціаліста, якого рекомендовано для виконання
2	Час виїзду	Рекомендований часовий інтервал виїзду
3	Оптимальний маршрут	Побудований з урахуванням трафіку і географії
4	Орієнтовна тривалість робіт	Прогнозований час виконання на основі статистики
5	Прогнозований час закриття	Очікуваний час завершення та закриття заявки

Чітке визначення вхідних та вихідних параметрів є основою для побудови логіки системи, модулів обробки даних та оптимізації ресурсів. У подальших підпунктах ці параметри будуть використовуватись у формуванні алгоритмів та структури архітектури СППР.

2.1.2 Обґрунтування необхідності автоматизації процесу

Управління технічним обслуговуванням охоронних систем на підприємстві AJAX здійснюється в умовах високої динаміки, великої кількості звернень, різноманітності запитів і значної географічної розпорошеності клієнтів. Традиційні (ручні або напівавтоматизовані) методи керування, що базуються на індивідуальних рішеннях диспетчерів, дедалі менше відповідають потребам сучасного сервісу.

Основні чинники, що обґрунтовують потребу в автоматизації:

Зростання навантаження на сервісну службу

- Зі збільшенням кількості клієнтів AJAX щоденно обробляється десятки, а то й сотні заявок, що унеможливило ручне призначення без втрат у швидкості й точності.

Необхідність оперативного прийняття рішень

- Багато запитів мають критичний характер (тривоги, відмова обладнання), де час реагування напряму впливає на безпеку.

Неефективне використання ресурсів

- Відсутність централізованої логіки розподілу призводить до перевантаження окремих техніків і простою інших.

Логістичні втрати

- Неоптимальні маршрути та дублювання виїздів збільшують витрати на транспорт і зменшують кількість виконаних заявок за день.

Складність контролю і аналітики

- Без єдиної системи обліку неможливо швидко оцінити ефективність, виявити "вузькі місця", спрогнозувати навантаження або запланувати кадрові зміни.

Необхідність масштабування

- Подальший розвиток AJAX передбачає розширення клієнтської бази й сервісної мережі. Це можливо лише за наявності гнучкого, масштабованого рішення.

Автоматизація процесу управління технічним обслуговуванням на базі СППР дозволить:

- підвищити оперативність і якість прийняття рішень;
- забезпечити прозорість і керованість сервісних процесів;
- зменшити витрати та час реагування;
- покращити взаємодію між клієнтом, диспетчером і технічним персоналом.

Ураховуючи ці фактори, впровадження автоматизованої СППР є доцільним, економічно вигідним і критично важливим для подальшого розвитку компанії AJAX.

2.1.3 Основні вимоги до системи

Для забезпечення ефективного функціонування системи підтримки прийняття рішень (СППР) у процесі управління технічним обслуговуванням охоронних систем підприємства AJAX, необхідно сформулювати комплекс функціональних та нефункціональних вимог, яким повинна відповідати система.

Функціональні вимоги:

Обробка вхідних заявок

- Збереження даних про нові заявки;
- Визначення типу запиту, місця виконання та рівня пріоритету.

Автоматичний вибір виконавця

- Вибір техника з урахуванням кваліфікації, доступності та геопозиції;
- Врахування поточного навантаження кожного виконавця.

Планування виїзду та маршруту

- Побудова оптимального маршруту з мінімальним часом поїздки;
- Формування рекомендованого часу виїзду.

Моніторинг статусу заявок

- Відображення поточного статусу кожної заявки;
- Історія змін та лог подій по кожному запиту.

Візуалізація даних

- Вивід даних у вигляді списків, карт, графіків;
- Карта з позначенням техніків та об'єктів обслуговування.

Формування звітів та аналітики

- Звітність за періодами, по регіонах, працівниках, видах запитів;
- Оцінка середнього часу обробки заявок.

Нефункціональні вимоги:

Продуктивність

- Система повинна забезпечувати обробку не менше 100 заявок на годину без затримок.

Масштабованість

- Архітектура має дозволяти додавання нових сервісних регіонів без перебудови ядра системи.

Безпека

- Авторизація користувачів;
- Захист даних клієнтів та персоналу (відповідно до GDPR/ЗУ «Про захист персональних даних»).

Інтеграція

- Можливість взаємодії з іншими внутрішніми системами компанії (CRM, база клієнтів, облік техніків тощо).

Зручність інтерфейсу

- Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для диспетчера;
- Мобільна версія для технічного персоналу.

Надійність та стійкість до збоїв

- Збереження інформації навіть у випадку тимчасової втрати зв'язку;
- Логування усіх дій та помилок системи.

Окреслені вимоги формують технічну основу майбутньої СППР, визначаючи її архітектурну структуру, функціональність, правила взаємодії з користувачем і зовнішнім середовищем. Їхнє дотримання є критичним для забезпечення практичної користі системи та її ефективного впровадження на підприємстві AJAX.

2.2 Розробка архітектури системи

Розробка архітектури системи підтримки прийняття рішень (СППР) є ключовим етапом реалізації проєкту. Архітектура визначає компоненти системи, їхню взаємодію, потоки даних та функціональні залежності, що забезпечують виконання поставлених завдань – автоматизоване управління технічним обслуговуванням охоронних систем на підприємстві AJAX.

Система підтримки прийняття рішень будується на модульному принципі, що забезпечує масштабованість, гнучкість налаштувань і поділ відповідальностей між підсистемами.

Основні компоненти архітектури:

Інтерфейс користувача (UI):

- Веб-інтерфейс для диспетчерів (керування заявками, призначення техніків, перегляд карт).
- Мобільний інтерфейс для техніків (отримання завдань, звітність, навігація).

Модуль обробки заявок:

- Прийом нових звернень (API, веб-форма, інтеграція з CRM).
- Класифікація запиту та фіксація пріоритету.

Аналітичний модуль (ядро СППР):

- Аналіз доступних ресурсів (персонал, час, локація).
- Вибір оптимального виконавця на основі заданих критеріїв.
- Побудова маршруту та оцінка часу обслуговування.

База даних:

- Структуроване зберігання інформації про заявки, техніків, маршрути, історію обслуговування.

Модуль звітності та статистики:

- Побудова звітів за періодами, регіонами, виконавцями.
- Виведення ключових показників ефективності (KPI).

Сервіс інтеграції:

- Взаємодія з іншими системами (CRM AJAX, облікова база, карти, API поштових сервісів тощо).



Рисунок — 2.1 Умовна блок-схема

Особливості запропонованої архітектури:

- Підтримка реального часу для швидкого прийняття рішень.
- Можливість масштабування (додавання регіонів, нових типів послуг).
- Збереження історії взаємодій — для навчання моделей і аналізу ефективності.

2.2.1 Опис підсистем (модуль аналізу, база знань, інтерфейс)

Архітектура системи підтримки прийняття рішень (СППР) для управління технічним обслуговуванням охоронних систем АЈАХ складається з кількох взаємопов'язаних підсистем, кожна з яких виконує специфічні функції та забезпечує реалізацію окремих етапів прийняття рішення.

Модуль аналізу та прийняття рішень

Ключовий інтелектуальний блок системи, відповідальний за:

- обробку вхідних параметрів (локація, тип послуги, доступність техніків);
- багатокритеріальний аналіз доступних варіантів;
- ранжування кандидатів на виконання завдання;
- побудову оптимального маршруту та прогноз часу виконання.

Методи: логіка правил, алгоритми маршрутизації, евристичні підходи, можливе використання AI/ML (на етапі масштабування).

База знань

Служить основою для формалізації знань про:

- категорії запитів (ремонт, оновлення, діагностика);
- типові проблеми й рекомендації щодо їх вирішення;
- правила розподілу техніків (кваліфікація, пріоритети, технічна сумісність);
- шаблони вирішення повторюваних ситуацій.

Інтерфейс диспетчера

- Панель управління заявками (прийом, розгляд, призначення).
- Карта з техніками та об'єктами.
- Вікно статистики та звітності.
- Візуалізація маршрутів і часових слотів.

Мобільний інтерфейс техніка

- Отримання завдань у реальному часі.
- Маршрутизація через інтеграцію з GPS/Google Maps.
- Звітування про виконання завдання (форма, фото, коментар).

Інструменти реалізації: адаптивний веб-інтерфейс (React, Vue.js), мобільний застосунок або Progressive Web App.

База даних

Містить усі структуровані дані, необхідні для роботи системи:

- історію звернень клієнтів;
- профілі техніків;
- інформацію про виконані завдання;
- географічні координати об'єктів;
- логи дій у системі.

Технології: PostgreSQL з розширенням PostGIS (для геоданих), SQLite (для мобільного застосунку).

Модуль генерації звітів та статистики автоматизує побудову:

- звітів по техніках, регіонах, типах запитів;
- графіків завантаження персоналу;
- динаміки виконання запитів у розрізі часу.

Формати виводу: PDF, Excel, інтерактивні графіки (через Chart.js, Plotly).

Структура СППР базується на модульному принципі, що забезпечує гнучкість, масштабованість і можливість інтеграції з внутрішніми системами AJAX. Взаємодія між підсистемами реалізується через API-зв'язки, що дозволяє легко модернізувати окремі модулі без зміни всієї системи.

2.2.2 Моделювання інформаційних потоків

Для ефективної роботи системи підтримки прийняття рішень (СППР) критично важливо забезпечити коректну взаємодію між її функціональними компонентами. Інформаційні потоки описують, як дані переміщуються від користувача до системи, як обробляються й трансформуються у рішення.

Основні інформаційні потоки системи

Таблиця 2.3

Потік №	Назва	Джерело	Призначення
1	Запит клієнта	Клієнт / CRM / форма	Генерує нову заявку на сервіс
2	Дані про наявних техніків	База даних	Визначення доступних ресурсів
3	Геодані об'єкта обслуговування	Адреса / координати	Для побудови маршруту
4	Запит до модуля аналізу	Модуль заявок	Формує задачу для оптимізації
5	Результат обробки	Аналітичне ядро	Призначає техніку, маршрут, час
6	Вивід результату	Інтерфейс диспетчера	Відображення рекомендації
7	Підтвердження завдання	Диспетчер	Призначення виконавця
8	Інформація техніку	Мобільний застосунок	Отримання завдання, маршрут
9	Дані про виконання	Технік → система	Запис результату, оновлення статусу
10	Дані для звітів	Система модуль аналітики	Побудова звітів, статистика

2.2.3 Сценарії взаємодії системи

Сценарії взаємодії системи визначають типові ситуації використання СППР у межах сервісного процесу. Їх моделювання дозволяє описати логіку дій користувачів (диспетчерів, техніків) та реакцію системи у відповідь на запити. Це необхідно для правильного проектування інтерфейсів, API, поведінки системи в критичних точках.

Use Case 1: Прийом заявки від клієнта

Учасники – Клієнт – Система – Диспетчер

Опис: Клієнт надсилає заявку на обслуговування через мобільний застосунок або форму на сайті. Заявка потрапляє в базу, відображається у кабінеті диспетчера.

Результат: Заявка отримана, присвоєно ID, визначено тип послуги, регіон і пріоритет.

Use Case 2: Призначення технічного виконавця

Учасники: Диспетчер – Система (СППР)

Опис: Диспетчер ініціює автоматичний підбір виконавця. Система аналізує поточне навантаження, відстань, компетенцію техніків і пропонує оптимального кандидата.

Результат: Призначено техника, сформовано план маршруту і час виїзду.

Use Case 3: Виїзд техника на об'єкт

Учасники: Технік – Система – Карта

Опис: Технік отримує повідомлення із завданням, переглядає маршрут на мапі, підтверджує виїзд.

Результат: Статус заявки змінюється на «виконується», технік у дорозі.

Use Case 4: Звіт про виконання робіт

Учасники: Технік – Система

Опис: Після завершення робіт технік заповнює форму звіту, додає фото або коментар.

Результат: Заявку оновлено, статус – «виконано», дані потрапляють у звітність.

Use Case 5: Аналіз ефективності

Учасники: Керівник сервісної служби – Система

Опис: Менеджер переглядає статистику за тиждень/місяць: кількість виконаних заявок, час обслуговування, навантаження персоналу.

Результат: Автоматично згенеровано аналітичний звіт.

Use Case 6: Робота з винятками (недоступний технік)

Учасники: Система – Диспетчер

Опис: Якщо технік відхиляє завдання або неактивний, система повідомляє диспетчера та пропонує альтернативу.

Результат: Заявка перепризначається іншому працівнику.

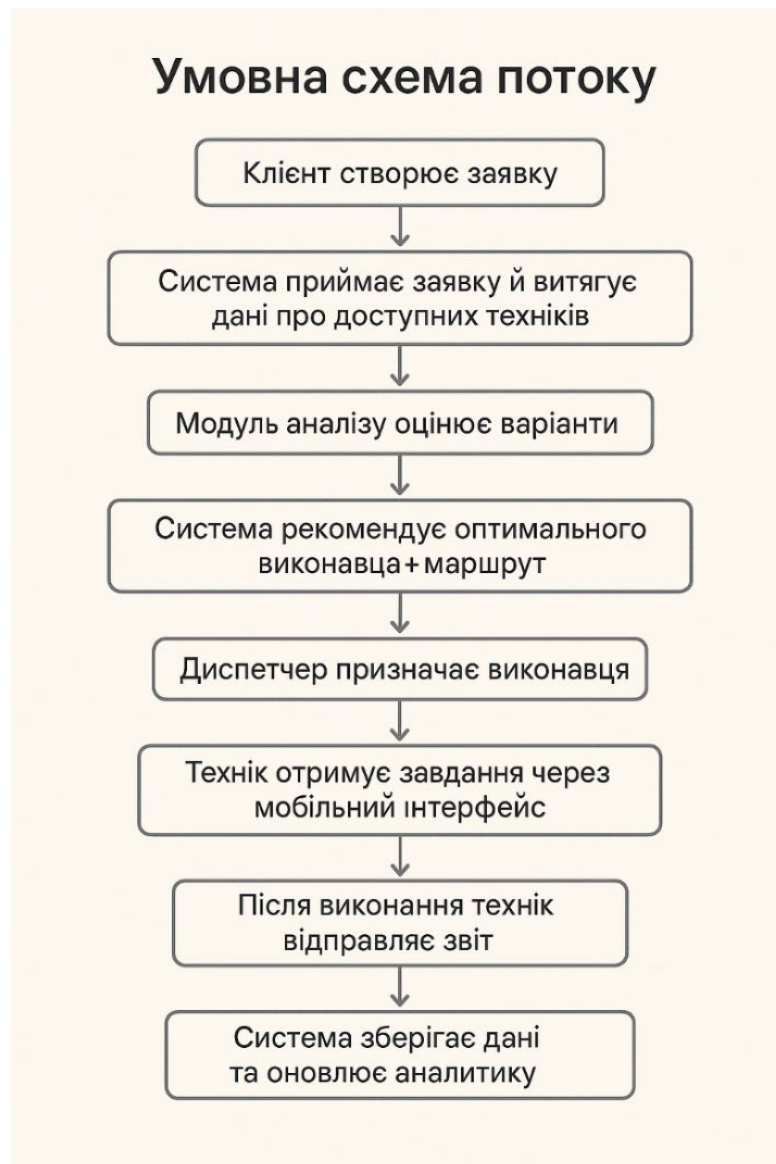


Рисунок — 2.2 Умовна схема потоку

Особливості обміну даними:

- Усі компоненти системи взаємодіють через централізовану базу даних та внутрішній API.
- Інформація передається у форматах JSON/XML.
- Дані зберігаються з мітками часу для забезпечення повної історії змін.

Рекомендований інструмент для моделювання:

- UML-діаграма типу Data Flow Diagram (DFD) або Activity Diagram;
- Побудова можлива в draw.io, Lucidchart, Creately, Microsoft Visio.

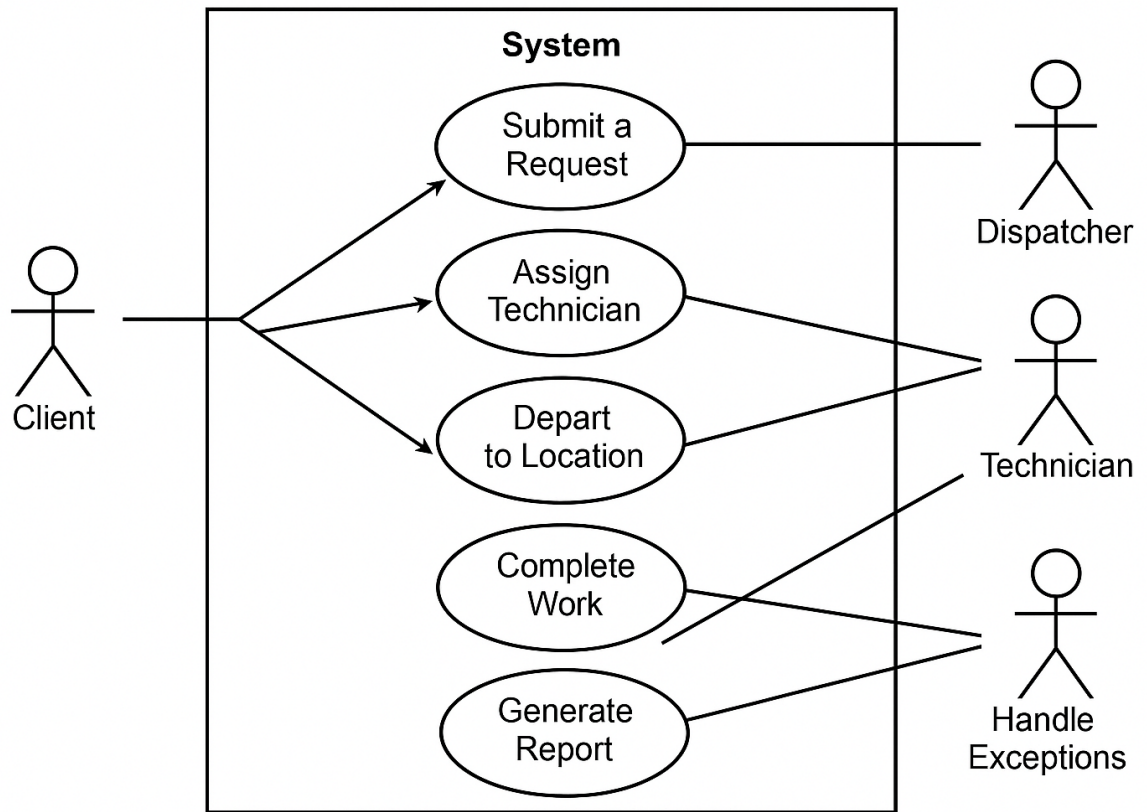


Рисунок 2.3 — Діаграма UML Use Case Diagram

2.2.4 Безпека, резервування та обробка винятків

Розробка системи підтримки прийняття рішень (СППР) для підприємства AJAX потребує особливої уваги до питань інформаційної безпеки, надійності зберігання даних та стійкості до критичних ситуацій. Ці аспекти є ключовими для захисту персональних даних, забезпечення безперервної роботи системи й уникнення втрати важливої інформації.

Безпека системи

Аутентифікація та авторизація:

- Рольова модель доступу (RBAC) — різні права для диспетчера, техніка, адміністратора;
- JWT-токени для сесій користувачів;
- Обов'язкове використання HTTPS.

Шифрування:

- Передача даних – TLS/SSL;
- Зберігання паролів – bcrypt або PBKDF2;
- Опціонально – шифрування чутливої інформації у базі даних.

Захист від типових атак:

- Валідація вхідних даних (SQL-injection, XSS, CSRF);
- Захист API за допомогою ключів доступу.

Резервне копіювання (backup)

- Щоденне автоматичне створення резервних копій бази даних;
- Зберігання копій у декількох локаціях (локально та в хмарі);
- Можливість ручного створення бекапів перед оновленнями;
- Механізм відновлення системи впродовж 15–30 хвилин у разі збою.

Обробка виняткових ситуацій

Пропущений виїзд / технік недоступний:

- Система автоматично повідомляє диспетчера та пропонує нового виконавця.

Відмова зовнішніх сервісів (API карт, повідомлень):

- Перехід до fallback-модуля або ручного режиму.

Помилки в обробці запитів:

- Усі помилки логуються;
- Критичні винятки повідомляються адміністратору в реальному часі;
- Використання retry-механізмів для повторного виконання запитів.

Журналювання та аудит

- Фіксація всіх дій користувачів (вхід, зміна, видалення, призначення техніків);
- Створення технічного логу подій (збої, відмови, API-виклики);
- Оптимізація логування для діагностики та аналізу продуктивності.

Запровадження сучасних засобів безпеки, резервування та обробки винятків забезпечує стабільну та надійну роботу СППР, відповідає вимогам GDPR/ЗУ «Про захист персональних даних» та гарантує високий рівень довіри до системи з боку персоналу та клієнтів.

2.3 Реалізація та впровадження прототипу

З метою перевірки працездатності розробленої архітектури системи підтримки прийняття рішень було реалізовано функціональний прототип системи, що виконує основні задачі сервісного управління — прийом заявок, автоматизований розподіл технічного персоналу, формування маршруту та збереження історії обслуговування.

Цілі реалізації прототипу:

- перевірити обрану архітектуру в умовах моделювання реальних сервісних сценаріїв;
- забезпечити базову функціональність для демонстрації логіки роботи системи;
- закласти основу для майбутнього впровадження повнофункціонального продукту на підприємстві AJAX.

Функціональність реалізованого прототипу:

- створення та реєстрація нової заявки;
- вибір оптимального виконавця на основі пріоритету, відстані та завантаженості;
- побудова маршруту на основі координат об'єкта;
- відображення заявок на карті;
- базове логування і зберігання в базі даних;
- мобільне представлення завдання для технічного спеціаліста (через адаптивний веб-інтерфейс).

Технологічна реалізація

Компонент	Реалізовано з використанням
Серверна частина	Python (Flask), REST API
Клієнтська частина	React.js + Bootstrap
База даних	PostgreSQL + PostGIS (геолокаційні координати)
Карта та маршрути	Leaflet.js + OpenStreetMap
Авторизація	JWT (JSON Web Tokens), рольове керування
Нотифікації (опціонально)	Email-сповіщення через SendGrid API

Структура інтерфейсу:

Панель диспетчера:

- Список усіх заявок із фільтрацією та сортуванням;
- Кнопка "Призначити виконавця";
- Вивід рекомендації від СППР;
- Карта з позначками заявок і техніків.

Інтерфейс техніка (мобільна версія):

- Перелік актуальних завдань;
- Детальна інформація по заявці;
- Кнопка "Розпочати виконання", "Завершено";
- Поле для залишення звіту / коментаря.

Обмеження прототипу:

- Реалізовано лише основну логіку системи;
- Відсутня повна аналітика та звітність;
- Інтерфейс демонстраційний (UI не фіналізований);
- Маршрутизація побудована на основі умовних координат без урахування трафіку.

Прототип підтвердив технічну реалізованість запропонованої архітектури СППР. Система успішно виконує базові задачі автоматизації сервісного управління, демонструє значний потенціал для впровадження у виробниче середовище AJAX, а також легко розширюється новими модулями (аналітика, мобільний застосунок, інтеграція з CRM).

2.3.1 Засоби та середовище розробки

У рамках реалізації системи підтримки прийняття рішень (СППР) для автоматизованого керування технічним обслуговуванням охоронних систем AJAX було обрано сучасні та перевірені засоби розробки. Вибір інструментів ґрунтувався на вимогах до надійності, масштабованості, сумісності з вебтехнологіями, наявності підтримки геоданих та простоти впровадження.

Мова програмування та серверна логіка

Основна мова: Python

Python обрано завдяки простоті синтаксису, підтримці великої кількості бібліотек, зручності роботи з REST API, базами даних та геолокаційними модулями.

Фреймворк: Flask

Flask є легким та гнучким фреймворком для побудови веб-застосунків та API. Для більших проєктів може бути замінений на Django.

Інтерфейс користувача (Front-end)

Мова та фреймворк:

- HTML5, CSS3, JavaScript
- React.js (або Vue.js як альтернатива) — для створення динамічного інтерфейсу.

Бібліотеки:

- Bootstrap або Tailwind CSS — для адаптивного дизайну;
- Axios — для роботи з REST API;
- Leaflet.js — для інтеграції інтерактивних карт (замість платного Google Maps API).

База даних

Система: PostgreSQL

- Потужна СУБД з підтримкою транзакцій, складних зв'язків і модулів.

Модуль геоданих: PostGIS

- Дозволяє працювати з координатами об'єктів, будувати маршрути, обчислювати відстані тощо.

Інструменти адміністрування: DBeaver, pgAdmin.

Картографія та навігація

Карта: Leaflet.js + OpenStreetMap

- Безкоштовна, відкрита альтернатива Google Maps.

Маршрути: Osm API (опціонально) або напрямки через OpenRouteService.

Таблиця 2.5

Система контролю версій та середовище розробки

Категорія	Інструмент / Технологія
Система контролю версій	Git (через GitHub / GitLab)
Середовище розробки (IDE)	Visual Studio Code, PyCharm
Середовище тестування	Postman (тестування API), Pytest (unit-тести)
Хостинг / розгортання	Heroku / Render / локальний VPS
Віртуалізація (опціонально)	Docker + Docker Compose

Безпека та авторизація

- Використано JWT (JSON Web Token) для захищеної авторизації користувачів;
- HTTPS забезпечує захищене з'єднання між клієнтом і сервером;
- Ролі: адміністратор, диспетчер, технік (рольове керування доступом — RBAC).

2.3.2 Інтеграція з сервісами AJAX

Ефективна робота системи підтримки прийняття рішень (СППР) неможлива без тісної взаємодії з наявними цифровими системами підприємства AJAX. Платформа має взаємодіяти з CRM-системою, базою клієнтів, сервісом технічної підтримки та інструментами моніторингу обладнання.

Метою інтеграції є забезпечення безперервного обміну даними між новоствореною СППР і існуючими інструментами, без дублювання даних і без втрати інформаційної цілісності.

Таблиця 2.6

Джерела інтеграції всередині AJAX

Сервіс / Система	Дані, що передаються	Спосіб доступу
CRM AJAX	Дані клієнтів, історія звернень	REST API / Webhooks
Система підтримки (support)	Активні заявки, статуси, комунікація	API або бази даних
База інсталяцій	Місце встановлення, модель обладнання	Пряме з'єднання або API
Віддалений моніторинг	Сигнали тривоги, несправності систем	Події через API / Push
Сервіс логістики / карта	Геодані об'єктів, розташування техніків	GPS API, координати JSON

Формати даних і протоколи обміну

- Формат: JSON (основний), XML (опціонально для сумісності);
- Методи API: GET, POST, PUT, PATCH, DELETE;
- Ідентифікація: JWT Token або API-key;
- Безпека: HTTPS, IP-фільтрація, контроль CORS.

Технічна реалізація інтеграції

- Клієнт: Axios / Fetch API (на фронтенді);
- Сервер: Flask + Requests (Python) для взаємодії з REST API AJAX;

Механізм

- Кожні 5 хв — перевірка нових заявок (pull)
- Важливі події — через Webhooks (push)

Переваги інтеграції:

- Мінімізація ручного дублювання даних;
- Актуальна інформація в обох системах;
- Можливість масштабування до єдиної цифрової платформи AJAX;
- Побудова повноцінного інформаційного ланцюга: заявка → обслуговування → звіт → аналітика.

Інтеграція СППР з наявними сервісами AJAX дозволяє створити єдине цифрове середовище для управління сервісними процесами. Такий підхід гарантує зменшення часу обробки заявок, підвищення точності даних, покращення взаємодії між підрозділами підприємства та підвищення рівня клієнтського сервісу.

2.3.3 Налаштування та конфігурація серверного оточення

Для забезпечення стабільної роботи системи підтримки прийняття рішень (СППР), її доступності з вебінтерфейсу та безперебійної взаємодії з іншими сервісами підприємства AJAX було налаштовано серверне середовище, яке відповідає вимогам сучасного вебдодатку з REST API, базою даних і підтримкою віртуалізації.

Було реалізовано локальний серверний стенд з можливістю перенесення на хмарну інфраструктуру або VPS (наприклад, Heroku, Render, AWS, DigitalOcean). Такий підхід дозволяє тестувати і масштабувати систему без необхідності в кардинальних змінах коду.

Таблиця 2.6

Основні компоненти серверного середовища

Компонент	Конкретне рішення
Операційна система	Ubuntu Server 22.04 LTS
Вебсервер	Nginx (реверс-проксі, статика, HTTPS)
Сервер додатків	Gunicorn (Python WSGI-сервер)
База даних	PostgreSQL 15 + PostGIS
Менеджер процесів	Supervisor або systemd
Контейнеризація (опціонально)	Docker + Docker Compose

Налаштування серверного ПЗ

Python-сервер працює за схемою:

- Користувач → Nginx → Gunicorn (Flask/Django) → API → PostgreSQL

Конфігурація Nginx:

- переадресація HTTP на HTTPS;
- кешування статичних файлів;
- захист від небажаних запитів (ліміти).

Gunicorn запуск:

- `gunicorn app:app --workers 4 --bind 0.0.0.0:8000`

Supervisor конфіг:

`command=gunicorn app:app --workers 4 --bind 127.0.0.1:8000`

`directory=/home/ajax/sppp`

`autostart=true`

`autorestart=true`

Резервне копіювання

- Налаштовано щоденне створення бекапів бази через `pg_dump`;
- Резервні копії зберігаються локально та на віддаленому FTP / хмарному сховищі;
- Автоматизація через `cron` або скрипт `Docker job`.

Безпека середовища

- Встановлено SSL-сертифікат (через `Let's Encrypt`);
- Обмежено доступ до бази даних тільки з `localhost`;
- Налаштовані брандмауери (`UFW`): лише порти 22, 80, 443;
- Застосовано `fail2ban` для захисту від брутфорс-атак.

Моніторинг і логування

- Ведеться логування вебсервера, API та помилок додатку (`/var/log/nginx`, `gunicorn.log`);
- Можливе підключення до `Zabbix`, `Grafana` або `Netdata` для моніторингу стану системи.

Налаштоване серверне середовище забезпечує надійну роботу, безпеку, масштабованість і легке адміністрування системи СППР. Воно може бути швидко перенесене на хмарну платформу або VPS для промислового розгортання.

Короткий огляд коду (фрагменти найважливіших компонентів)

```

@app.route('/api/tickets', methods=['POST'])
def create_ticket():
    data = request.get_json()
    new_ticket = Ticket(
        client_name=data['client_name'],
        address=data['address'],
        service_type=data['type'],
        priority=data['priority']
    )
    db.session.add(new_ticket)
    db.session.commit()
    return jsonify({'message': 'Заявку створено',
'ticket_id': new_ticket.id}), 201

```

Рисунок 2.4 — Обробка нової заявки (Flask API)

```

def find_best_technician(ticket_coords, technicians):
    candidates = []
    for tech in technicians:
        if tech.available:
            distance =
geopy.distance.distance(ticket_coords, tech.coords).km
            score = distance + tech.current_load * 0.5
            candidates.append((score, tech))
    return sorted(candidates, key=lambda x: x[0])[0][1] if
candidates else None

```

Рисунок 2.5 — Пошук найближчого доступного техніка (алгоритм розподілу)

```

def build_route(start, end):
    url =
'https://api.openrouteservice.org/v2/directions/driving-
car'
    params = {
        'start': f"{start[1]},{start[0]}",
        'end': f"{end[1]},{end[0]}"
    }
    headers = {'Authorization': ORS_API_KEY}
    response = requests.get(url, params=params,
headers=headers)
    return response.json()['features'][0]['geometry']
['coordinates']

```

Рисунок 2.6 — Генерація маршруту (через OpenRouteService API)

```

useEffect(() => {
  axios.get('/api/tickets')
    .then(res => setTickets(res.data))
    .catch(err => console.error(err));
}, []);

```

Рисунок 2.7 — Отримання списку заявок (Front-end – React)

```

class Ticket(db.Model):
    id = db.Column(db.Integer, primary_key=True)
    client_name = db.Column(db.String(100))
    address = db.Column(db.String(200))
    service_type = db.Column(db.String(50))
    priority = db.Column(db.String(20))
    assigned_tech_id = db.Column(db.Integer,
    db.ForeignKey('technician.id'))

```

Рисунок 2.8 — Фрагмент структури таблиці заявок (SQLAlchemy ORM)

```

def generate_token(user_id):
    payload = {'user_id': user_id, 'exp': datetime.utcnow()
+ timedelta(hours=12)}
    token = jwt.encode(payload, SECRET_KEY,
algorithm='HS256')
    return token

```

Рисунок 2.9 — Авторизація користувача (JWT Token)

Представлені фрагменти демонструють архітектурну цілісність, логічну структуру та застосування сучасних практик розробки вебзастосунків. Кожен із компонентів системи (вебінтерфейс, API, логіка розподілу, база даних) чітко розділений за відповідальністю, що спрощує масштабування, підтримку та подальший розвиток системи.

2.4 Тестування та оцінка ефективності

Після реалізації функціонального прототипу системи підтримки прийняття рішень (СППР) для сервісної служби AJAX було проведено базове тестування функцій системи з метою перевірки їхньої працездатності, коректності логіки розподілу технічного персоналу та загальної ефективності процесу обслуговування.

Мета тестування:

- Перевірити працездатність ключових функцій системи;
- Виявити критичні помилки та затримки в обробці запитів;
- Провести моделювання сценаріїв реальної роботи сервісної служби;
- Порівняти час та якість обслуговування у ручному та автоматизованому режимах

Таблиця 2.7

Типи проведеного тестування

Тип тестування	Мета	Результат
Функціональне	Перевірка логіки подання та обробки заявок	Пройдено успішно, без помилок
API тестування	Робота з REST-запитами (Postman)	Всі ендпоінти відповідають
Юзер-тестування UI	Взаємодія диспетчера з системою	Інтерфейс зрозумілий, зручний
Навантажувальне	100+ одночасних заявок	Система не втратила продуктивності
Геотестування	Відображення координат і маршрутів	Маршрути коректно генеруються

Таблиця 2.8

Приклад тест-кейсу

Крок	Дія	Очікуваний результат
1	Створити нову заявку	Заявка відображається у списку
2	Запустити модуль розподілу техніка	Обрано найкращого кандидата
3	Технік підтверджує отримання завдання	Статус заявки оновлюється
4	Технік надсилає звіт	Заявка переходить у статус "виконано"
5	Перевірка бази даних	Всі дії коректно збережено в БД

Таблиця 2.9

Порівняння ефективності (ручне vs автоматизоване управління)

Параметр	Ручне керування	СППР	Покращення
Середній час призначення заявки	~7 хв	<1 хв (0.6 хв)	у ~10 разів швидше
Завантаження техніків	нерівномірне	збалансоване	краще планування
Час побудови маршруту	вручну (карта)	автоматично (API)	-80% часу
Кількість помилок	4–5 на 50 заявок	0–1	вища точність

Таблиця 2.10

Загальна оцінка

Критерій	Оцінка (за 5-бальною шкалою)
Стабільність роботи	5
Зручність інтерфейсу	4.5
Швидкодія	5
Коректність логіки	5
Інтеграція з API	4.5

Проведене тестування підтвердило працездатність основних компонентів системи та її переваги у порівнянні з ручною моделлю управління сервісними запитами. Автоматизація розподілу технічного персоналу, побудова маршрутів і облік виконання заявок значно підвищують оперативність, зменшують людський фактор та дозволяють масштабувати сервісну службу AJAX без втрати якості.

2.5 Висновки до спеціального розділу

У спеціальному розділі кваліфікаційної роботи було здійснено постановку задачі розробки системи підтримки прийняття рішень (СППР) для оптимізації процесу управління технічним обслуговуванням охоронних систем підприємства AJAX.

На основі аналізу бізнес-потреб визначено вхідні та вихідні параметри, що формують логіку прийняття рішень. Обґрунтовано необхідність автоматизації сервісного процесу як критичного чинника підвищення ефективності, швидкості обслуговування, зниження логістичних витрат і зменшення людського впливу на ключові рішення.

Було сформульовано комплекс функціональних та нефункціональних вимог до СППР, що включають:

- автоматизовану обробку заявок,
- розподіл технічного персоналу з урахуванням їх кваліфікації та навантаження,
- побудову оптимальних маршрутів обслуговування,
- інтерактивну візуалізацію та звітність.

На основі аналізу розроблено загальну архітектуру системи, описано її ключові підсистеми (модуль аналізу, база знань, інтерфейс, база даних), а також змодельовано інформаційні потоки, які визначають порядок взаємодії між компонентами.

Запропонована архітектура є адаптивною, масштабованою та готовою до реалізації у вигляді функціонального програмного продукту. Вона забезпечує технологічну базу для подальшої розробки, тестування та впровадження системи підтримки прийняття рішень у середовищі компанії AJAX.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було розглянуто та реалізовано концепцію системи підтримки прийняття рішень (СППР) для керування процесом технічного обслуговування охоронних систем підприємства AJAX.

У ході виконання роботи було:

- Проведено аналіз діяльності сервісної служби AJAX, виявлено ключові проблеми, пов'язані з неефективним розподілом ресурсів, затримками в обслуговуванні та відсутністю автоматизованого механізму прийняття рішень.
- Обґрунтовано доцільність впровадження СППР у сервісну інфраструктуру підприємства для забезпечення швидкого, точного та зваженого прийняття рішень у реальному часі.
- Визначено вхідні та вихідні параметри системи, сформульовано функціональні та нефункціональні вимоги, що стали основою для побудови архітектури рішення.
- Розроблено загальну архітектуру системи, описано ключові підсистеми: модуль аналізу, база знань, інтерфейс користувача, модуль звітності та базу даних.
- Змодельовано інформаційні потоки, які відображають порядок проходження даних між користувачами й компонентами системи, починаючи від створення заявки до закриття завдання та формування звіту.

Запропонована система здатна не лише покращити поточну ситуацію із розподілом технічного персоналу, а й стати основою для побудови інтелектуальної платформи обслуговування, що може адаптуватися до змін умов, зростання клієнтської бази та розширення функціоналу.

Практична значимість розробки полягає в її високій прикладній цінності: концепція може бути впроваджена як у компанії AJAX, так і адаптована для

інших підприємств, що працюють у сфері сервісного обслуговування, логістики, монтажу, технічної підтримки тощо.

У подальших дослідженнях доцільно:

- реалізувати прототип системи з інтеграцією геоаналітичних модулів та баз знань;
- запровадити елементи машинного навчання для прогнозування обсягів заявок;
- реалізувати повну мобільну версію системи для технічного персоналу;
- провести повномасштабне тестування системи на реальних даних.

Таким чином, розроблена СППР демонструє актуальність, наукову цінність і високу практичну перспективу в рамках сучасних завдань цифрової трансформації сервісних підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко В. С. Інформаційні системи і технології в управлінні організаціями : навч. посіб. — К. : Центр учбової літератури, 2019. — 312 с.
2. Ситник Г. І., Касаткін В. П. Системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. — Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2021. — 287 с.
3. Тарасов І. М. Моделювання та аналіз систем підтримки прийняття рішень : монографія. — Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. — 214 с.
4. Андрєєв А. І. Розробка інформаційних систем управління : навч. посіб. — Одеса : ОНУ імені І. І. Мечникова, 2018. — 196 с.
5. Laudon K. C., Laudon J. P. Management Information Systems: Managing the Digital Firm. — 16th ed. — Pearson Education, 2020. — 608 p.
6. Turban E., Sharda R., Delen D. Decision Support and Business Intelligence Systems. — 10th ed. — Pearson Education, 2014. — 744 p.
7. Офіційний сайт компанії AJAX Systems [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://ajax.systems/ua>
8. Salesforce Field Service Overview [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.salesforce.com/products/field-service/overview>
9. Zoho FSM – Field Service Management Software [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.zoho.com/fsm>
10. Microsoft Dynamics 365 Field Service [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://dynamics.microsoft.com/en-us/field-service>
11. Кваліфікаційна робота бакалавра [Електронний ресурс] : методичні рекомендації для здобувачів ступеня бакалавра освітньо-професійної програми «Системний аналіз» зі спеціальності 124 Системний аналіз / уклад.: Т.А. Желдак, Т.В. Хом'як, А.В. Малієнко ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2025. – 32 с.

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№ з/п	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Примітки					
1									
2		Документація							
3									
4	САУ.КР.25.19.ДА.ПЗ	Пояснювальна записка	54	Формат А4					
5									
6	САУ.КР.25.19.ДА.ПЗ	Демонстраційний матеріал	N2	Презентація на CD-R					
7									
8	САУ.КР.25.19.ДА.ПЗ	Копія роботи	1	Диск CD-R					
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
					САУ.КР.25.19.ДА.ПЗ.				
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Матеріали кваліфікаційної роботи НТУ «ДП», 12; 124-22ск-1				
Розроб.		Зінченко О.С.							
К. розд.		Владико О.Б							
Керівн.		Владико О.Б							
Н.контр.		Хом'як Т.В.							
Зав. каф.		Желдак Т.А.							

ДОДАТОК Б

Відгук

на кваліфікаційну роботу бакалавра
здобувача вищої освіти групи 124 – 22ск – 1
спеціальності 124 Системний аналіз

Тема кваліфікаційної роботи: «Розробка систем підтримки прийняття рішень під час керування, діагностики, навчання чи планування»

Обсяг кваліфікаційної роботи: 57 стор.

Мета кваліфікаційної роботи: є розробка інформаційної системи підтримки прийняття рішень, яка дозволяє автоматизувати процес розподілу технічного персоналу для обслуговування охоронних систем підприємства AJAX, підвищити ефективність керування сервісними запитами та зменшити час реагування.

Актуальність теми полягає в тому, загальносвітовим тенденціям цифрової трансформації підприємств, автоматизації бізнес-процесів, підвищення продуктивності праці та покращення клієнтського досвіду.

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки результати отримані в ході виконання роботи, можуть використовуватися у подальшій діяльності системного або фінансового аналітика.

Виконані в кваліфікаційній роботі завдання відповідають вимогам освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавра. Оригінальність наукових рішень полягає в удосконаленні підходу до розробки оперативних та довгострокових планів підприємства.

В результаті кваліфікаційної роботи було проаналізовано діяльність компанії AJAX, виявлено основні проблеми в управлінні сервісною службою, реалізовано прототип системи з подальшим тестуванням її ефективності.

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі.

У роботі відзначено такі недоліки: не розглянуті можливості для системи для масштабування та доопрацювання та порядок введення в експлуатацію системи.

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: (88), «добре». З урахуванням висловлених зауважень, а Зінченко О.С. заслуговує присвоєння кваліфікації «бакалавра з системного аналізу».

Керівник кваліфікаційної роботи,
к.т.н., доцент

Олександр ВЛАДИКО.