

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Навчально-науковий центр заочної форми навчання
(повна назва)

Кафедра Інформаційних управляючих систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістрський)

Дослідження моделей оптимального розподілу
паливних ресурсів в інформаційній системі управління будівництвом
(тема)

Виконав:

здобувач II курсу, групи ІУСТзм-23-1
Данило Юрійович БОГУН
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва спеціальності)


Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інформаційні
управляючі системи і технології
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. каф. ІУС Максим ЄВЛАНОВ
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри


(підпис)

Костянтин ПЕТРОВ
(власне ім'я, прізвище)

Харківський національний університет радіоелектроніки

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук

Кафедра Навчально-науковий центр заочної форми навчання

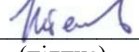
Рівень вищої освіти другий (магістрський)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Інформаційні управляючі системи та технології
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри 
(підпис)« » 20 25 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

здобувачеві Богуну Данилу Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження моделей оптимального розподілу паливних ресурсів в інформаційній системі управління будівництвом
затверджена наказом по університету від “03” грудня 2024 р. № 205Стз
2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії “14” січня 2025
3. Вихідні дані до роботи опис об'єкту дослідження, аналіз та аналіз та опис об'єкту дослідження, технічне завдання на адаптацію обраної моделі до інформаційній системі управління будівництвом
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі огляд і аналіз сучасного стану існуючого рішення з дослідження моделей оптимального розподілу паливних ресурсів в інформаційній системі управління будівництвом. Змістовний опис та аналіз структурних і функціональних особливостей модуля та основних видів його забезпечення. Постановка завдання розробки модуля. Розробка та обґрунтування інформаційного забезпечення модуля. Обґрунтування вибору математичного забезпечення модуля. Розробка елементів програмного забезпечення модуля. Вибір, розробка та обґрунтування комплексу технічних засобів. Рекомендації щодо впровадження та використання модуля.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи проекту	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Змістовний опис та аналіз структурних і функціональних особливостей об'єкта дослідження та основних забезпечуючих систем	09.12.2024 – 11.12.2024	виконано
2	Огляд і аналіз сучасного стану завдання	12.12.2024 – 14.12.2024	виконано
3	Формування завдання розробки	15.12.2024 – 17.12.2024	виконано
4	Опис архітектури об'єкта розробки на рівні функцій	18.12.2024-21.12.2024	виконано
5	Розробка й обґрунтування елементів інформаційної забезпечуючої системи	22.12.2024 – 26.12.2024	виконано
6	Розробка й обґрунтування елементів математичної забезпечуючої системи	27.12.2024 – 30.12.2024	виконано
7	Розробка й обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи	02.01.2025 – 09.01.2025	виконано
8	Розробка й обґрунтування елементів технічної забезпечуючої системи	10.01.2025 - 11.01.2025	виконано
9	Розробка UserExperience (UX) та UserInterface(UI) рішень	12.01.2025 – 13.01.2025	виконано
10	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	12.01.2025 – 14.01.2025	виконано
11	Перевірка на плагіат	15.01.2025	виконано
12	Попередній захист	16.01.2025	виконано

Дата видачі завдання « 09 » грудня 2024 р. _____

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

проф. каф. ІУС Максим ЄВЛАНОВ
(посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи бакалавра містить: 57 сторінки, 13 таблиць, 14 рисунків, 10 джерел, 1 додаток.

ДІАГРАМА ПОТОКІВ ДАНИХ, КОМПЛЕКС ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ, БУДІВНИЦТВО, ПАЛИВНІ РЕСУРСИ, СХЕМА ДАНИХ, PYTHON, MS SQL SERVER

Метою цієї роботи є дослідження моделей оптимального розподілу паливних ресурсів в інформаційній системі управління будівництвом та розробка програмного модуля для адаптації моделі. Завдання включають аналіз існуючих моделей оптимізації, порівняння методів маршрутизації та їх адаптацію до специфіки будівництва, розробку модуля для автоматизованого обліку витрат паливних матеріалів та тестування його в реальних умовах компанії.

Об'єктом дослідження є процес оптимального розподілу паливних ресурсів у інформаційній системі управління будівництвом, зокрема, методи та моделі для ефективного планування, обліку та контролю витрат палива під час виконання будівельних робіт.

У цьому дослідженні застосовуються різні методи для досягнення встановлених цілей. Для аналізу та оптимізації розподілу паливних ресурсів використовуються методи математичного програмування, зокрема моделі транспорт-них завдань та маршрутизації. Для розробки алгоритмів управління витратами палива використовуються методи системного аналізу. У процесі створення програмного модуля застосовуються методи об'єктно-орієнтованого програмування, а також техніки моделювання даних для інтеграції модуля з наявними інформаційними системами підприємства.

З метою підвищення ефективності управління витратами паливних ресурсів у будівництві, було розроблено модуль оптимального розподілу палива, інтегровану в інформаційну систему управління будівельними процесами. Ця модель дозволяє автоматизувати процеси планування, обліку та контролю витрат палива, що забезпечує зниження витрат і підвищення продуктивності в рамках виконання будівельних робіт. Це дозволить значно покращити управління витратами паливних ресурсів, забезпечити точний контроль за їх використанням, а також оптимізувати процеси транспортування та постачання палива на будівельні майданчики. У результаті буде досягнута економія ресурсів, підвищена ефективність роботи та зменшення витрат на будівництво, що сприятиме конкурентоспроможності підприємства.

Виконання даної роботи відповідає методичним вказівкам щодо організації виконання та захисту кваліфікаційної роботи бакалавра [1-2]

ABSTRACT

The explanatory note of the bachelor's qualification work contains: 57 pages, 13 tables, 14 figures, 10 sources, 1 appendix.

DATA FLOW DIAGRAM, COMPLEX OF TECHNICAL EQUIPMENT, CONSTRUCTION, FUEL RESOURCES, DATA SCHEMA, PYTHON, MS SQL SERVER

The purpose of this work is to study models of optimal fuel resource allocation in the construction management information system and develop a software module for model adaptation. The tasks include the analysis of existing optimization models, comparison of routing methods and their adaptation to the specifics of construction, development of a module for automated accounting of fuel consumption and testing it in real company conditions.

The object of the study is the process of optimal fuel resource allocation in the construction management information system, in particular, methods and models for effective planning, accounting and control of fuel consumption during construction work.

This study uses various methods to achieve the set goals. Mathematical programming methods are used to analyze and optimize the distribution of fuel resources, in particular models of transport tasks and routing. Systems analysis methods are used to develop fuel consumption management algorithms. In the process of creating a software module, object-oriented programming methods are used, as well as data modeling techniques for integrating the module with existing enterprise information systems.

In order to increase the efficiency of fuel resource cost management in construction, a module for optimal fuel distribution was developed, integrated into the information system for managing construction processes. This model allows you to

automate the processes of planning, accounting and control of fuel consumption, which ensures cost reduction and productivity increase in the framework of construction work. This will significantly improve the management of fuel resource costs, ensure precise control over their use, and optimize the processes of transportation and supply of fuel to construction sites. As a result, resource savings will be achieved, work efficiency will be increased, and construction costs will be reduced, which will contribute to the competitiveness of the enterprise.

The implementation of this work complies with the methodological guidelines for organizing the implementation and defense of bachelor's qualification work [1-2]

ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки.....	9
Вступ.....	10
1 Огляд і аналіз сучасного стану завдання	12
2 Змістовний опис та аналіз структурних і функціональних особливостей об'єкта дослідження та основних видів його забезпечення	17
2.1 Аналіз та опис об'єкта автоматизації.....	17
2.2 Вимоги до функціональної структури модуля	23
3 Вимоги до забезпечуючої частини модуля проблеми маршрутизації транспортних засобів ІС управління будівництвом	26
4 Постановка завдання на розробку модуля.....	28
4.1 Характеристика поставленого завдання	28
4.2 Вихідна інформація модуля.....	29
4.3 Вхідна інформація модуля.....	30
5 Розробка й обґрунтування інформаційного забезпечення модуля ««Проблеми маршрутизації транспортних засобів»».....	33
6 Аргументування рішень з математичного забезпечення модуля	40
7 Розробка елементів програмного забезпечення модулю	41
8 Вибір, розробка та обґрунтування технічного забезпечення модуля.....	44
9 Впровадження на об'єкті автоматизації	47
Висновки.....	50
Перелік джерел посилання	51
Додаток А Графічний матеріал	53

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

БД – база даних;

ІС – інформаційна система;

КТЗ – комплекс технічних засобів;

ОС – операційна система;

ПЗ – програмне забезпечення;

ПК – персональний комп'ютер;

СКБД – система керування базами даних;

ТЗ – технічне забезпечення.

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку будівельної галузі, коли зростають вимоги до ефективності та економії, важливою умовою підвищення конкурентоспроможності підприємств є оптимізація використання всіх ресурсів, зокрема паливних матеріалів. Витрати пального на транспортування будівельних матеріалів та виконання різних видів робіт є суттєвою частиною загальних витрат на будівництві. Неоптимізоване використання пального призводить до значних економічних втрат, а також може негативно впливати на екологічну ситуацію. Для зменшення таких витрат необхідно застосовувати сучасні технології для автоматизації обліку та управління витратами паливних ресурсів. У даному дослідженні будуть розглянуті основні математичні моделі, які використовуються для оптимального розподілу паливних ресурсів у будівельних компаніях. У процесі дослідження буде піднято ряд важливих питань:

- аналіз існуючих методів обліку та планування витрат пального в будівельних компаніях, а також виявлення їх недоліків;
- оцінка ефективності використання різних моделей оптимізації витрат пального для специфічних умов будівельних процесів, таких як маршрутизація транспортних засобів, врахування умов часу та ресурсів;
- визначення факторів, які потрібно враховувати при адаптації моделі маршрутизації до існуючих інформаційних систем управління будівництвом, таких як динаміка зміни замовлень, змінювані умови на маршруті та терміни доставки;
- проблеми інтеграції нового модуля в інформаційну систему підприємства, зокрема забезпечення його взаємодії з іншими модулями та системами для обробки даних у реальному часі.

Метою цієї роботи є дослідження моделей оптимального розподілу паливних ресурсів а за потреби адаптація найбільш ефективної моделі, яка буде

інтегрована в існуючу інформаційну систему управління будівництвом. Для досягнення цієї мети передбачено виконання наступних етапів:

Оцінити різні моделі оптимізації витрат пального, зокрема задачу комівояжера, транспортну задачу і проблему маршрутизації транспортних засобів, для визначення найбільш підходящої для будівельної галузі.

Розробити алгоритм для модулю оптимізації витрат пального, враховуючи специфічні вимоги та обмеження будівельних підприємств.

Забезпечити інтеграцію цього модуля з іншими підсистемами інформаційної системи підприємства для автоматизації процесу управління ресурсами.

1 ОГЛЯД І АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ЗАВДАННЯ

Оптимізація розподілу ресурсів є одним із ключових напрямів досліджень у сфері управління будівництвом. Особливий інтерес становить питання розподілу паливних ресурсів, які забезпечують функціонування будівельної техніки та транспорту. В умовах глобальних екологічних викликів, зростання вартості палива та необхідності зниження викидів вуглекислого газу, ефективний розподіл паливних ресурсів набуває особливої актуальності.

Будівельна галузь, як один із найбільших споживачів палива, стикається з низкою проблем, пов'язаних із забезпеченням безперебійного постачання та оптимального використання ресурсів. Водночас, зростання масштабів будівельних проектів і динаміка змінних умов на будівельних майданчиках вимагають застосування сучасних інформаційних систем і моделей, які можуть враховувати всі ці фактори в реальному часі. Актуальність даного питання також зумовлена необхідністю зниження операційних витрат та покращення загальної ефективності управління проектами.

Серед вагомих науковців, які займалися питаннями оптимізації розподілу ресурсів, можна відзначити:

- Д. Бертсекіс (D. Bertsekas), який досліджував динамічне програмування та його застосування до оптимізації розподілу ресурсів;

- Р. Беллман (R. Bellman), який розробив основи теорії динамічного програмування;

- Г. Таха (H. Taha), автор праць із лінійного та нелінійного програмування;

- вітчизняні дослідники, такі як А. Нестеренко та І. Ковальчук, розглядали питання оптимізації в контексті будівельних проектів.

Сучасні підходи базуються на використанні як класичних математичних методів, так і сучасних інформаційних технологій, включаючи штучний інтелект, машинне навчання та системи підтримки прийняття рішень (СППР).

Систематизація існуючих моделей оптимізації розподілу ресурсів дозволяє виділити кілька основних категорій:

1. За типом визначеності даних:

Детерміновані моделі: базуються на припущенні, що всі параметри системи відомі заздалегідь. Наприклад, лінійне програмування.

Стохастичні моделі: враховують невизначеність у вихідних даних, зокрема ймовірнісні характеристики потреби в ресурсах.

2. За характером зміни параметрів у часі:

Статичні моделі: розраховують оптимальний розподіл ресурсів у фіксований момент часу.

Динамічні моделі: дозволяють враховувати зміну потреб у ресурсах із плином часу, наприклад, динамічне програмування.

3. За рівнем деталізації:

Агреговані моделі: аналізують розподіл ресурсів на макрорівні.

Деталізовані моделі: враховують особливості окремих об'єктів чи процесів.

4. За методологією:

Математичне програмування: лінійне, нелінійне, цілочисельне програмування.

Евристичні методи: генетичні алгоритми, мурашині колонії, алгоритми часток рою.

Імітаційне моделювання: моделі Монте-Карло, системна динаміка.

Існує багато алгоритмів оптимізації та методів їх застосування, а саме:

1. Генетичні алгоритми:

Використовуються для вирішення задач оптимізації, які мають складний пошуковий простір. Особливістю генетичних алгоритмів є їх здатність знаходити субоптимальні рішення в умовах багатьох змінних і обмежень.

Наприклад, у будівництві вони можуть застосовуватися для планування маршрутів постачання палива.

2. Алгоритми мурашиних колоній:

Ефективні для задач маршрутизації, таких як пошук оптимального маршруту для доставки палива до будівельних майданчиків. Алгоритм базується на поведінці мурах, які знаходять найкоротший шлях між джерелом і пунктом призначення.

3. Алгоритми часток рою:

Використовуються для багатовимірних задач оптимізації. Їх можна застосовувати для розподілу паливних ресурсів між кількома об'єктами будівництва, враховуючи обмеження та потреби кожного об'єкта.

4. Лінійне програмування:

Класичний метод оптимізації, який використовується для задач розподілу ресурсів за заданими обмеженнями. Наприклад, розрахунок оптимальної кількості палива, що повинна бути доставлена кожному об'єкту, з урахуванням вартості перевезення.

5. Імітаційне моделювання (Метод Монте-Карло):

Застосовується для оцінки ризиків і невизначеностей у розподілі ресурсів. Наприклад, прогнозування можливих затримок у постачанні палива через логістичні проблеми.

Існує декілька основних моделей що допомагають оптимізувати використання ресурсів у певних процесах:

1. Проблема комівояжера

Проблема комівояжера (TSP) є класичною задачею оптимізації, що передбачає пошук найкоротшого маршруту між набором міст, відвідуючи кожне лише один раз і повертаючись до початкового пункту. У будівництві ця задача може використовуватися для оптимізації маршрутів транспорту, який доставляє паливо або матеріали на кілька будівельних майданчиків. Для її вирішення застосовуються:

- динамічне програмування;

- алгоритми гілок і меж;
- евристичні підходи, такі як мурашині колонії чи генетичні алгоритми.

2. Модель транспортної задачі

Транспортна задача – це оптимізаційна модель, яка використовується для визначення оптимального способу доставки ресурсів (наприклад, палива) від кількох постачальників до кількох споживачів. Основною метою є мінімізація витрат на транспортування. Модель базується на таких припущеннях:

- відомі запаси в кожному пункті постачання і потреби кожного споживача;
- відомі витрати на транспортування одиниці ресурсу між кожною парою постачальник-споживач.

Приклад: Під час будівництва великої інфраструктурної споруди використання транспортної моделі дозволило оптимізувати логістичний ланцюг та скоротити витрати на перевезення на 20%.

3. Проблема маршрутизації транспортних засобів

Ця задача є узагальненням проблеми комівояжера і передбачає оптимізацію маршрутів для кількох транспортних засобів. У будівництві вона застосовується для координації доставки палива до кількох будівельних майданчиків, враховуючи обмеження, такі як:

- ємність транспортних засобів;
- часові вікна для доставки;
- вартість перевезення.

Для її вирішення застосовуються алгоритми, зокрема:

- математичне програмування (лінійне чи цілочисельне);
- метаевристики, такі як алгоритми мурашиних колоній чи генетичні алгоритми.

Приклад: Одна з міжнародних будівельних компаній використала алгоритм часток рою для оптимізації маршруту доставки матеріалів, що дозволило зменшити витрати пального на 12% та скоротити час виконання логістичних операцій.

Приклади використання алгоритмів у практичних задачах:

- оптимізація маршруту постачання палива: Використання алгоритму мурашиних колоній дозволило одній будівельній компанії скоротити витрати на транспортування палива на 15%, зменшивши загальний пробіг транспорту;

- розподіл палива між об'єктами: Застосування динамічного програмування для адаптації планів розподілу палива в реальному часі в умовах змін потреби на будівельних майданчиках;

- прогнозування витрат: Моделювання за допомогою Методу Монте-Карло допомогло знизити ризик перевищення бюджету на паливо в масштабному будівельному проекті.

Незважаючи на значні досягнення в розробці моделей оптимізації розподілу ресурсів, існує ряд проблем та обмежень:

1. Неврахування складності реальних умов: багато моделей базуються на спрощених припущеннях, які не враховують складність будівельних процесів, наприклад, логістичних затримок чи змін умов на будівельному майданчику.

2. Невизначеність та ризики: недостатня увага приділяється врахуванню невизначеності в прогнозуванні потреб у паливних ресурсах, що може призводити до неефективного розподілу.

3. Обмеження обчислювальної ефективності: деякі моделі є занадто складними з обчислювальної точки зору, що ускладнює їх застосування в реальному часі.

4. Відсутність інтеграції з інформаційними системами: не всі моделі забезпечують можливість інтеграції з сучасними інформаційними системами управління будівництвом.

5. Обмеженість адаптивності: багато моделей не здатні швидко адаптуватися до змінних умов, наприклад, термінових змін у постачанні ресурсів чи нових проектних вимог.

2 ЗМІСТОВНИЙ ОПИС ТА АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОСНОВНИХ ВИДІВ ЙОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

2.1 Аналіз та опис об'єкта автоматизації

Об'єктом дослідження є інформаційна система управління будівництвом, орієнтована на оптимізацію витрат паливних ресурсів у процесах транспортування матеріалів та експлуатації будівельної техніки. Ця система поєднує в собі кілька підсистем: моніторинг транспортних засобів, планування маршрутів та облік пального. Головною метою є не лише мінімізація витрат на паливо, але й забезпечення ефективної роботи техніки в межах заданих параметрів та умов.

Структурні особливості:

- модуль обліку пального: включає в себе базу даних, де фіксуються витрати пального для кожного транспортного засобу та будівельної одиниці. За допомогою цього модуля можна відслідковувати реальні витрати в порівнянні з розрахунковими;

- модуль моніторингу транспорту: використовує GPS та сенсори для відстеження руху транспортних засобів, а також збору даних щодо швидкості, маршруту, заторів та погодних умов;

- алгоритми оптимізації маршрутів: на основі отриманих даних від модуля моніторингу створюються адаптивні маршрути для кожного транспортного засобу, що зменшує витрати пального і покращує ефективність роботи техніки.

Функціональні особливості:

- інтерфейс користувача: зручний інтерфейс для управлінців будівництва та логістів, що дозволяє швидко аналізувати поточну ситуацію, приймати рішення щодо розподілу пального та коригувати маршрути;

- прогнозування витрат пального: на основі історичних даних система може прогнозувати потреби в паливі для різних етапів будівництва і коригувати запаси пального;

- автоматизація процесів: система забезпечує автоматичний розподіл пального між різними транспортними засобами залежно від їхніх характеристик, поточного навантаження і пріоритетності завдань.

Детальне вивчення проблеми комівояжера (TSP).

Модель комівояжера є важливою частиною задач логістики та оптимізації маршрутів. Її суть полягає у визначенні найкоротшого шляху для відвідування заданої кількості точок з поверненням до початкової. Це дозволяє вирішити задачу оптимального планування маршрутів для транспорту.

Функція:

- мінімізація витрат пального: у контексті вашої роботи, модель комівояжера дозволяє знайти маршрути, які мінімізують відстань та час поїздки, тим самим знижуючи витрати пального;

- оптимізація логістичних процесів: шляхом вибору найкращих маршрутів для техніки та транспортних засобів можна забезпечити високу ефективність використання наявних ресурсів.

Плюси:

- ефективність: дозволяє значно зменшити витрати пального при плануванні транспортування матеріалів;

- гнучкість: при використанні алгоритмів можна враховувати різні обмеження, наприклад, терміни доставки, обмеження по вазі вантажу чи типу доріг.

Мінуси:

- висока обчислювальна складність: з кожним новим пунктом, кількість можливих варіантів маршрутів зростає експоненційно, що може вимагати значних ресурсів для вирішення задачі в реальному часі;

- проблеми з великими даними: при великій кількості точок або нестандартних обмеженнях (наприклад, непередбачувані ситуації на маршрутах) розв'язок стає не так швидким і точним.

Модель транспортної задачі.

Транспортна задача дозволяє знайти оптимальний спосіб транспортування товарів з кількох джерел до кількох споживачів, мінімізуючи загальні витрати на транспортування. Це особливо актуально для вашої теми, де необхідно правильно розподіляти паливо між різними транспортними засобами.

Функції:

- оптимізація витрат на доставку пального: система може автоматично розраховувати, скільки пального потрібно доставити до кожної будівельної одиниці в залежності від її потреби та відстані;

- урахування обмежень: транспортна задача також враховує обмеження на кількість пального, яке можна доставити в певний момент, а також час, за який ця доставка повинна бути здійснена.

Плюси:

- простота реалізації: на відміну від моделі комівояжера, транспортна задача має чітку структуру і може бути вирішена за допомогою стандартних методів оптимізації;

- чітке планування: дає можливість чітко визначити, скільки пального необхідно доставити та куди, мінімізуючи витрати.

Мінуси:

- не враховує динамічних змін: транспортна задача є статичною моделлю і не враховує реальні зміни на маршруті (затори, аварії тощо);

- обмеження в умовах реального часу: може бути не досить ефективною в умовах, коли інформація швидко змінюється, і необхідно оперативно коригувати маршрути.

Проблема маршрутизації транспортних засобів (VRP).

Проблема маршрутизації транспортних засобів є ключовим аспектом для адаптації вашої системи до реальних умов будівництва. Вона враховує безліч

параметрів, таких як розміри транспортних засобів, обмеження по часу, відстані, та специфіку використання техніки.

Функції:

- адаптивні маршрути: алгоритми маршрутизації дозволяють змінювати маршрути транспортних засобів в залежності від реальних умов (наприклад, погодних умов або змін у плані роботи);

- оптимізація використання техніки: цей підхід допомагає не тільки економити паливо, але й знижувати знос техніки, розподіляючи навантаження на різні засоби транспорту.

Плюси:

- гнучкість і адаптивність: система постійно коригує маршрути в реальному часі, що дозволяє зменшити витрати пального і часу;

- інтеграція з іншими системами: маршрутизація може бути інтегрована з іншими підсистемами управління будівництвом, створюючи ефективну і єдину інфраструктуру.

Мінуси:

- високі вимоги до інфраструктури: для ефективного функціонування такої системи потрібна потужна інфраструктура збору та обробки даних;

- залежність від актуальності даних: успіх маршрутизації залежить від точності та актуальності даних про дорожню ситуацію та технічний стан транспорту.

Для інформаційної системи було обрано використання моделі маршрутизації транспортних засобів для оптимізації витрат пального. Це дозволить динамічно адаптувати маршрути в реальному часі та знижувати витрати пального, враховуючи зовнішні чинники, що можуть змінюватися під час роботи.

Розробка модуля маршрутизації:

- автоматизація та інтеграція: розробка модуля маршрутизації дозволяє автоматизувати процес планування маршрутів, що зменшує ймовірність людських помилок і підвищує ефективність;

- адаптивність: цей модуль може інтегруватися з іншими підсистемами для забезпечення єдиної платформи для управління витратами пального, технікою та ресурсами будівництва. Такий підхід дасть змогу досягти значної економії на етапах транспортування та використання пального, а також забезпечить зростання ефективності всього будівельного процесу.

У рамках проведеного дослідження було детально проаналізовано кілька класичних підходів до вирішення проблеми оптимального розподілу паливних ресурсів у будівництві. Основними моделями, які були розглянуті, стали: задача комівояжера (TSP), транспортна задача та проблема маршрутизації транспортних засобів (VRP). Для кожної з цих моделей було проведено оцінку ефективності у контексті управління витратами пального та логістики будівельного процесу.

1. Модель комівояжера (TSP) є класичною задачею оптимізації, яка фокусується на знаходженні найкоротшого шляху для відвідування кількох точок. Це дозволяє оптимізувати маршрути для транспортних засобів, зменшуючи загальні витрати на транспортування. Однак, через її високу обчислювальну складність при великій кількості точок, застосування цієї моделі в умовах будівництва з великою кількістю завдань та змінних факторів (зміни в графіку робіт, непередбачувані затримки) є не найефективнішим варіантом.

2. Транспортна задача виявилася корисною для оптимізації розподілу ресурсів між кількома джерелами та споживачами. Ця модель дозволяє мінімізувати витрати на транспортування та забезпечити чітке планування доставки пального. Проте, транспортна задача не враховує динамічні зміни в умовах реального часу, як-от затори на дорогах чи зміни в дорожній ситуації, що знижує її ефективність у рамках реальних умов будівництва.

3. Проблема маршрутизації транспортних засобів (VRP) була визнана найкращою моделлю для адаптації до реальних умов управління транспортними засобами в будівництві. Ця модель дозволяє враховувати різноманітні фактори, такі як обмеження по часу, відстані, змінні умови руху, та адаптувати маршрути в реальному часі. Вона забезпечує динамічну оптимізацію та є дуже ефективною

в умовах, де ситуація на дорогах може змінюватися (наприклад, через дорожні роботи або непередбачувані обставини).

Модель комівояжера (TSP) продемонструвала свою корисність для малого числа точок, але не підходить для задач великих масштабів, які характерні для будівництва з великою кількістю завдань і точок доставки. Транспортна задача є ефективним інструментом для планування транспортних потоків у стабільних умовах. Однак її застосування в динамічних умовах, коли потрібно враховувати зміни в маршрутах в реальному часі, має суттєві обмеження. Проблема маршрутизації транспортних засобів (VRP) є найбільш оптимальним підходом для задачі оптимізації витрат пального на будівництві. Це обґрунтовано її здатністю враховувати реальні зміни на маршрутах і адаптувати плани в реальному часі. Ця модель дозволяє значно зменшити витрати на паливо, збільшити ефективність транспорту та зменшити час на доставку матеріалів.

З огляду на вищезазначений аналіз, було прийнято рішення використати модель маршрутизації транспортних засобів (VRP) як основну для вирішення задачі оптимального розподілу паливних ресурсів в інформаційній системі управління будівництвом. Основними перевагами VRP є її здатність адаптуватися до динамічних умов роботи, враховувати реальні фактори, такі як затори, погодні умови та технічний стан транспорту, а також забезпечувати мінімальні витрати пального на довгострокову перспективу. Для адаптації цієї моделі до інформаційної системи управління будівництвом, було вирішено розробити модуль маршрутизації транспортних засобів, який інтегруватиметься з іншими підсистемами управління, такими як облік пального, моніторинг транспорту та логістика. Цей модуль дозволить:

- динамічно коригувати маршрути в реальному часі, зменшуючи витрати пального і покращуючи загальну ефективність транспорту;
- оптимізувати планування доставки пального до різних точок будівництва, враховуючи не лише відстань, а й інші фактори (наприклад, терміни виконання робіт або обмеження по часу);

- інтегрувати з іншими системами для моніторингу та обліку витрат, що дозволить здійснювати детальний контроль за використанням ресурсів і досягненням оптимальних показників.

2.2 Вимоги до функціональної структури модуля

Серед основних функцій модуля модулю «Проблема маршрутизації транспортних засобів» можна виокремити наступні:

Введення даних:

- завантаження інформації про транспортні засоби (тип, вантажопідйомність, швидкість, місце розташування);
- завантаження інформації про клієнтів (адреса, вимоги до доставки, вікно часу);
- завантаження інформації про дорожню мережу (відстані між точками, обмеження руху);
- завантаження інформації про депо (початкова та кінцева точки маршрутів).

Інформаційні потоки модулю «Проблема маршрутизації транспортних засобів» зображені на рис. 2.1 – 2.2.

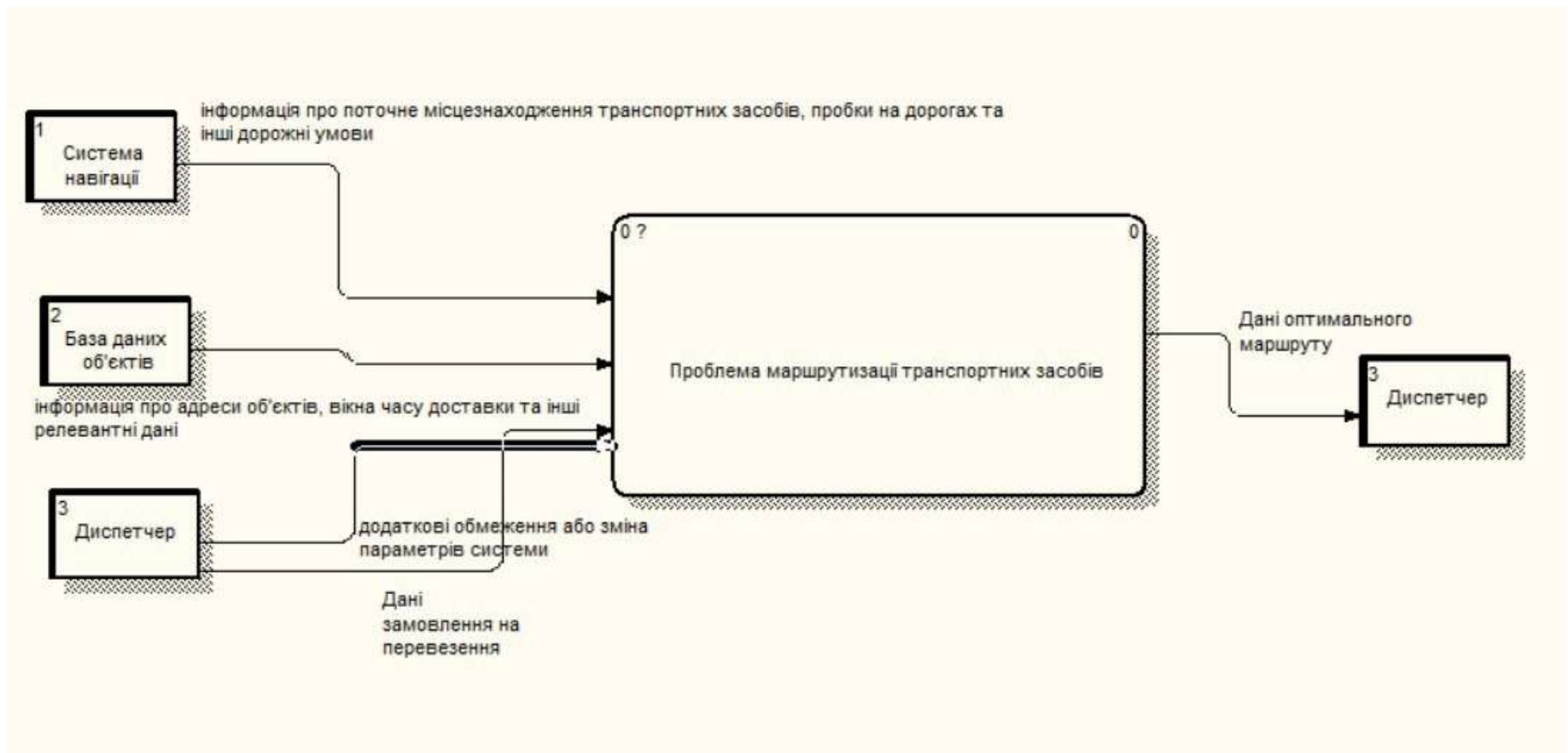


Рисунок 2.1 – Контексна діаграма потоків даних модуля «Проблема маршрутизації транспортних засобів»

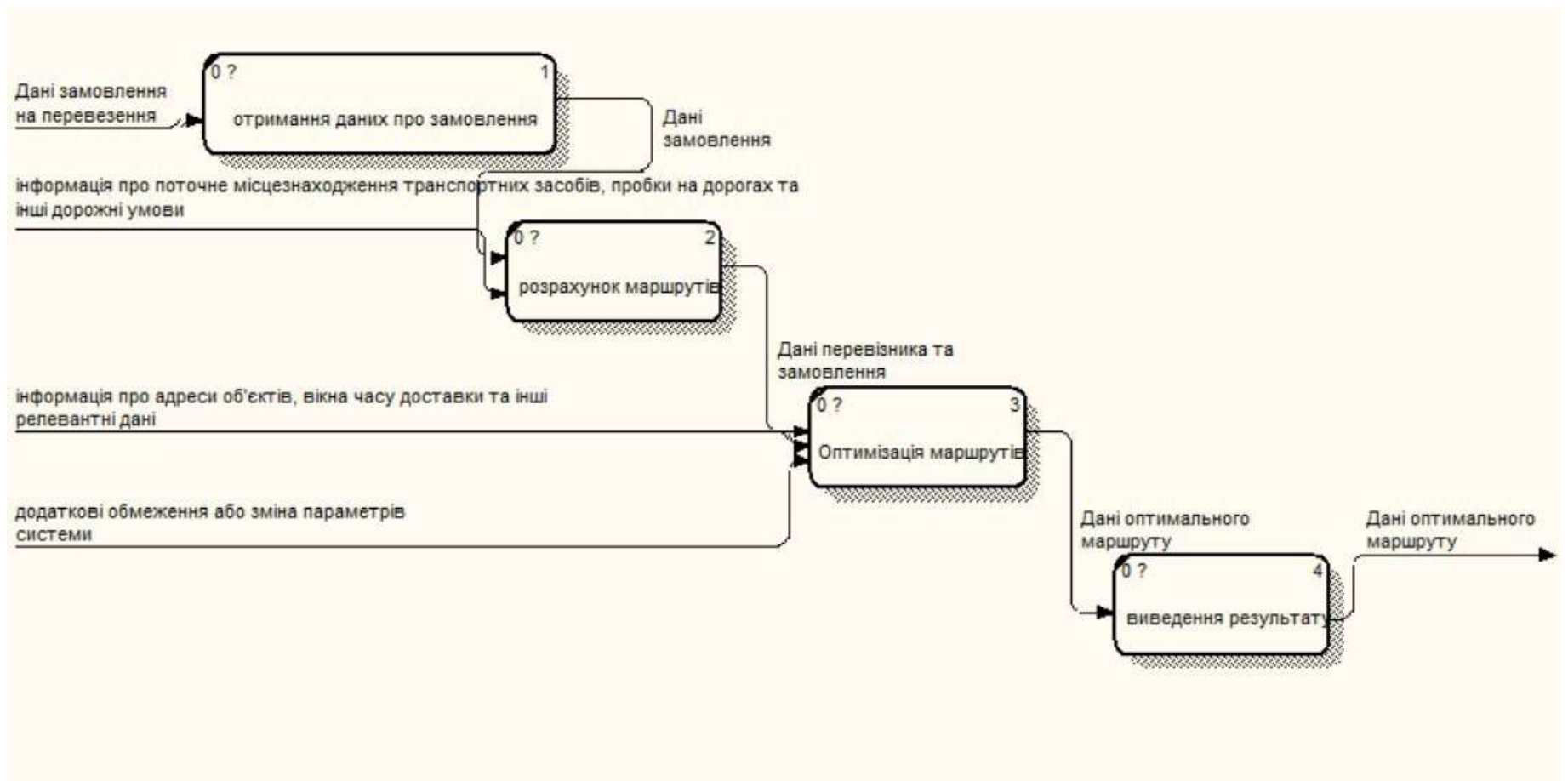


Рисунок 2.2 – Діаграма потоків даних модуля «Проблема маршрутизації транспортних засобів»

З ВИМОГИ ДО ЗАБЕЗПЕЧУЮЧОЇ ЧАСТИНИ МОДУЛЯ ПРОБЛЕМИ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ІС УПРАВЛІННЯ БУДІВНИЦТВОМ

Для успішного дослідження моделі оптимального розподілу паливних ресурсів та розробки модуля маршрутизації транспортних засобів в рамках ІС управління будівництвом було створено надійну систему інформаційного забезпечення на базі СКБД MS SQL Server. Система дозволяє ефективно зберігати, обробляти та аналізувати великі обсяги даних про транспортні засоби, маршрути та споживання палива. Завдяки впровадженню сучасних засобів захисту інформації забезпечується її конфіденційність та цілісність.

Для забезпечення безпеки даних, модуль повинен мати вбудовані механізми резервного копіювання, які автоматично запускаються щотижня. Крім того, система повинна бути спроможна коректно завершувати роботу всіх процесів у разі виникнення аварійних ситуацій, таких як збої живлення. Це дозволить зберегти всі відкриті файли та дані, що обробляються.

Для мінімізації ризиків, пов'язаних з перебоями в роботі, модуль повинен бути оснащений системою резервного живлення та автоматичного збереження даних. Забезпечення безпеки доступу до модуля шляхом використання системи авторизації та ізоляції від зовнішніх мереж є критично важливим для захисту конфіденційної інформації підприємства.

Інтерфейс модуля має бути інтуїтивно зрозумілим та адаптованим до потреб користувача з базовими комп'ютерними навичками. Вся інформація має бути представлена українською мовою, а взаємодія з системою має здійснюватися за допомогою стандартних пристроїв введення (клавіатура, миша). Візуальне оформлення інтерфейсу має бути єдиним та відповідати сучасним стандартам зручності сприйняття інформації.

Модуль має включати механізм валідації даних, який забезпечить перевірку введеної інформації на відповідність заданим типам та діапазонам.

Система повинна реагувати на спроби доступу до неіснуючих ресурсів, видаючи відповідні повідомлення про помилки. Для забезпечення безперервності роботи та захисту даних, модуль має бути обладнаний резервним джерелом живлення та системою автоматичного збереження даних. Крім того, необхідно реалізувати механізм підтвердження виконання операцій для запобігання втрати даних.

4 ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ НА РОЗРОБКУ МОДУЛЯ

4.1 Характеристика поставленого завдання

Впровадження системи оптимізації маршрутів дозволить будівельній компанії значно знизити витрати на логістику. Автоматизований підбір оптимальних маршрутів дозволить скоротити відстань перевезень, зменшити витрати на паливо та зменшити знос транспортних засобів. Крім того, система допоможе уникнути затримок у доставці матеріалів та підвищити ефективність виконання будівельних проектів.

Модуль повинен бути інтегрований з існуючими системами автоматизації об'єкта. Робочий цикл модуля розрахований на стандартний робочий день з 8:00 до 17:00 по буднях. Систему автоматично зупиняється у випадку технічних збоїв обладнання, відключення електроенергії, програмних помилок або досягнення кінця робочого дня. Для управління модулем буде забезпечений зручний інтерфейс, що не вимагає спеціальних навичок.

Інтерфейс користувача забезпечує введення даних, які зберігаються в базі даних. Ці дані можуть бути виведені на екран у вигляді звітів або таблиць, а також роздруковані на принтері.

4.2 Вихідна інформація модуля

Вихідна інформація модуля «Проблеми маршрутизації транспортних засобів» наведена у вигляді електронних документів і відеограм, перелік і опис яких наведений у табл. 4.1–4.2.

Таблиця 4.1 – Вихідні повідомлення модулю «Проблеми маршрутизації транспортних засобів»

Повне іменування	Ідентифікатор	Форма подання	Періодичність і терміни видачі	Отримувачі
Оптимальний маршрут	Route	Електронний документ, відеограма	За вимогою	Диспетчер

Таблиця 4.2 – Перелік і опис структурних одиниць вихідного повідомлення «Маршрут» (Route)

Повне іменування	Ідентифікатор	Тип інформації	Загальна кількість символів	Форма відображення
Код маршруту	Route_id	Символьний	10	xxxxxxxxxx
Черговість відвідування клієнтів	Sequence of customer visits	Символьний	До 100	Текст
Загальна відстань	Total distance	Числовий	10	xxxxxxxxxx
Загальний час доставки	Total delivery time	Числовий	6	00.00.00

4.3 Вхідна інформація модуля

Вхідна інформація модуля «Проблеми маршрутизації транспортних засобів» представлена у вигляді електронних документів. Вона складається з повідомлень, перелік і опис яких наведений у табл. 4.4-4.7.

Таблиця 4.3 – Вхідні повідомлення модуля «Проблеми маршрутизації транспортних засобів»

Повне іменування	Ідентифікатор	Форма відображення	Періодичність отримання	Джерело
1	2	3	4	5
Інформація про поточне місцезнаходження ТЗ, дорожні умови	Location	Документ	За запитом модуля	Система навігації
Інформація про адреси об'єктів, вікна часу доставки	Customers	Документ	За запитом модуля	База даних об'єктів
Додаткові обмеження або зміна параметрів системи	Patch	Документ	За необхідності	Диспетчер
Дані замовлення на перевезення	Order	Документ	За необхідності	Диспетчер

Таблиця 4.4 – Опис структурних одиниць вхідного повідомлення
«Інформація про поточне місцезнаходження ТЗ, дорожні умови»

Повне іменування	Ідентифікатор	Тип інформації	Кількість символів	Формат відображення	Спосіб введення
Поточне місцезнаходження ТЗ	Location	Символьний	50	xxxxx	Перенесення з документа
Стан дороги	Road	Символьний	30	Текст	Перенесення з документа
Погодні умови	Weather	Символьний	50	Текст	Перенесення з документа

Таблиця 4.5 – Опис структурних одиниць вхідного повідомлення
«Інформація про адреси об'єктів, вікна часу доставки»

Повне іменування	Ідентифікатор	Тип інформації	Кількість символів	Формат відображення	Спосіб введення
1	2	3	4	5	6
Адреси об'єктів	Addresses	Символьний	100	Текст	Перенесення з документа
Вікно часу	Time	Символьний	6	00.00.00	Введення з клавіатури

Таблиця 4.6 – Опис структурних одиниць вхідного повідомлення «Додаткові обмеження або зміна параметрів системи»

Повне іменування	Ідентифікатор	Тип інформації	Кількість символів	Формат відображення	Спосіб введення
Додаткові параметри або обмеження	Properties	Символьний	100	Текст	Введення з клавіатури

Таблиця 4.7 – Опис структурних одиниць вхідного повідомлення «Дані замовлення на перевезення»

Повне іменування	Ідентифікатор	Тип інформації	Кількість символів	Формат відображення	Спосіб введення
Тип вантажу	Type	Символьний	20	Текст	Перенесення з документа
Вага	Weight	Числовий	5	xxxxx	Перенесення з документа
Розміри	Size	Числовий	6	xxxxxx	Перенесення з документа

5 РОЗРОБКА Й ОБГРУНТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ «ПРОБЛЕМИ МАРШРУТИЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ»

Інформаційне забезпечення (ІЗ) має на меті забезпечити достовірну інформацію для прийняття управлінських рішень. Організація ІЗ включає в себе вхідні дані, систему баз даних (БД), їх обробку і отримання вихідної інформації. При формуванні ІЗ відбувається визначення складу, структури БД і режиму її функціонування.

У процесі створення модуля " Проблеми маршрутизації транспортних засобів " були розроблені логічна і фізична моделі даних. На основі цих моделей була створена реляційна база даних (БД), яка використовується для вирішення завдань кваліфікаційної роботи. Вибір системи керування базами даних (СКБД) було зроблено на користь MS SQL Server через те, що компанія використовує спеціалізовані програми, що підтримуються лише в операційній системі Windows та сумісні з продуктами компанії Microsoft[6].

Розроблена база даних містить 8 сутностей, які описані у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Відомості про типи сутностей

Назва типа сутності	Опис типа сутності
1	2
Vehicle	Містить інформацію про ТЗ яке можуть задіяти для виконання перевезення
Client	Містить інформацію про клієнта(замовника послуги)
Depot	Містить дані про депо
Route	Містить інформацію про маршрут
Road	Містить інформацію про дороги

У табл. 5.2 наведені відомості про типи використаних зв'язків.

Таблиця 5.2 – Відомості про типи зв'язків

Тип сутності	Тип зв'язку	Тип сутності	Кардинальність
Vehicle	Входить в	Route	1:M
Client	Належить	Route	1:M
Route	Належить	Road	M:M
Vehicle	Належить	Depot	M:1

Відомості про атрибути сутностей представлені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Відомості про атрибути

Тип сутності	Атрибут	Опис	Тип даних, довжина	Обмеження	Значення за замовчуванням	Припустимість Null
1	2	3	4	5	6	7
Client	client_id	Унікальний ідентифікатор клієнта	INTEGER	PK	Автоінкремент	Ні
	address	Адреса клієнта	VARCHAR(50)			Ні
	requirements	Вимога до доставки	VARCHAR(100)			Ні
	time window	Вікно часу доставки	TIME			Ні
Vehicle	vehicle_id	Унікальний ідентифікатор ТЗ	INTEGER	PK	Автоінкремент	Ні
	type	Тип ТЗ	VARCHAR(10)			Ні
	carrying capacity	Вантажопідйомність	INTEGER			Ні
	speed	Швидкість	INTEGER			Ні
	fuel capacity	Паливна ємність	INTEGER			Ні
	current location	Поточне місцезнаходження	VARCHAR(50)			
Route	route_id	Унікальний ідентифікатор маршруту	INTEGER	PK	Автоінкремент	Ні
	vehicle_id	Унікальний ідентифікатор ТЗ	INTEGER	FK		Ні
	sequence of customer visits	Послідовність відвідування клієнтів	VARCHAR(50)			Ні

Кінець таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7
	total distance	Загальна відстань	INTEGER			Hi
	total delivery time	Загальний час доставки	TIME			Hi
Depot	depot_id	Унікальний ідентифікатор витратного депо	INTEGER	PK	Автоінкремент	Hi
	address	Адреса	VARCHAR(50)			Hi
	capacity	Місткість	INTEGER			Hi
Road	road_id	Унікальний ідентифікатор витратного дороги	INTEGER	PK	Автоінкремент	Hi
	starting point	Початкова точка	VARCHAR(50)			Hi
	end point	Кінцева точка	VARCHAR(50)			Hi
	distance	Відстань	INTEGER			Hi
	travel time	Час проїзду	TIME			Hi

На рисунку 5.1 наведена ER-діаграма, що відображає логічну схему даних модуля «Проблема маршрутизації транспортних засобів». Проведена нормалізація дозволила досягти третьої нормальної форми, зменшити кількість відносин і атрибутів до мінімуму, а також забезпечити незалежність кожного не ключового стовпця від інших, залежність відбувається лише від повного первинного ключа.

На рисунку 5.2 представлена ER-діаграма, що відображає фізичну схему даних модуля «Проблема маршрутизації транспортних засобів».

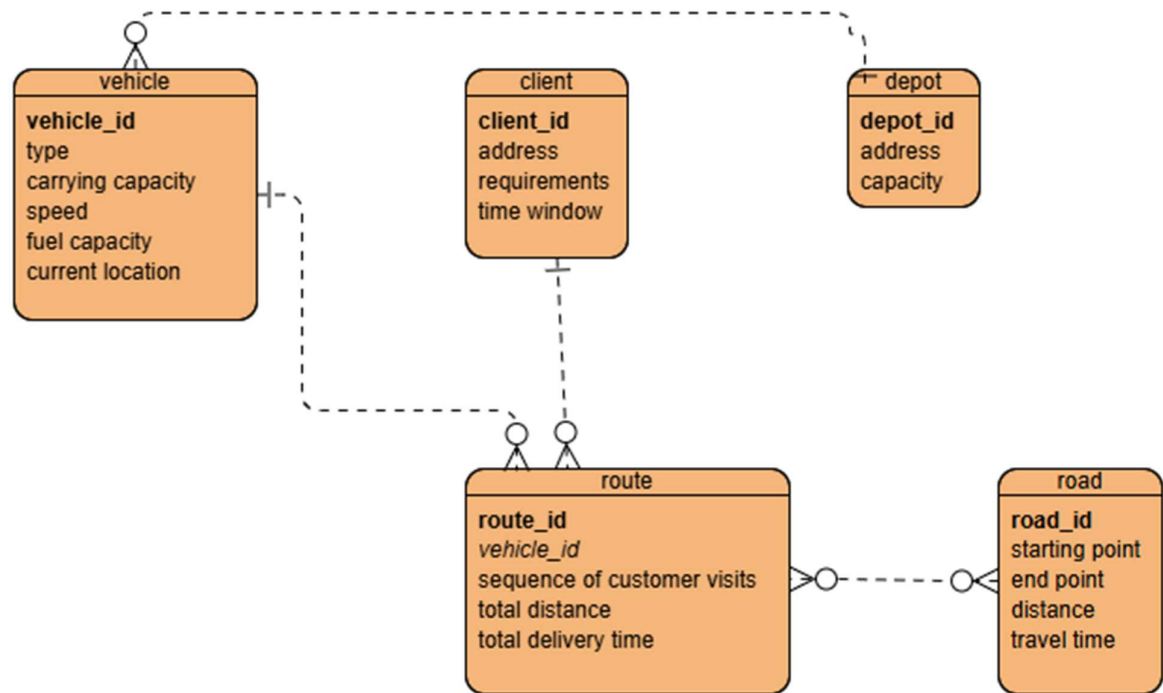


Рисунок 5.1 – Логічна схема даних модуля «Проблема маршрутизації транспортних засобів»

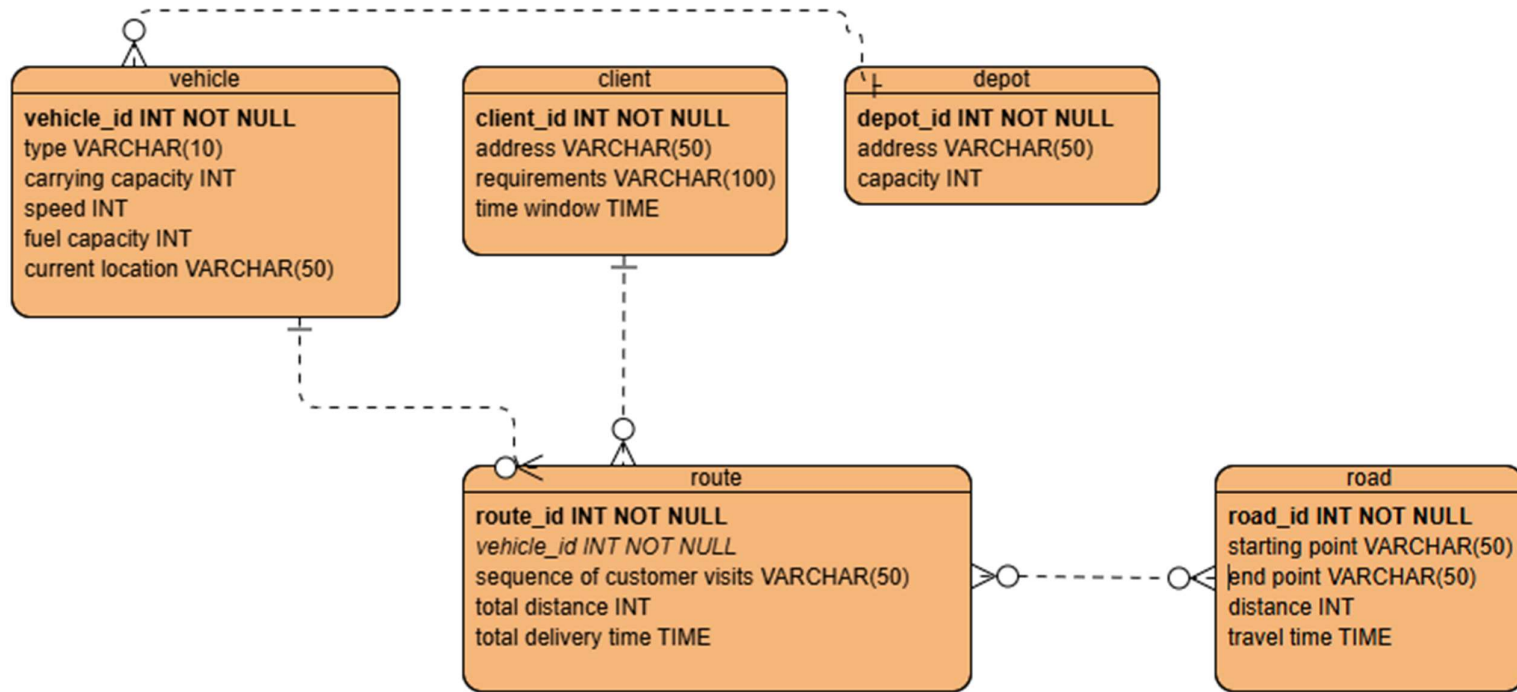


Рисунок 5.2 – Фізична схема даних модуля «Проблема маршрутизації транспортних засобів»

6 АРГУМЕНТУВАННЯ РІШЕНЬ З МАТЕМАТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ

Послідовність роботи модуля " Проблема маршрутизації транспортних засобів " представлена у вигляді математичної схеми, що описує його функціональні кроки.

Математична схема роботи модуля «Проблема маршрутизації транспортних засобів» представлена на рис. 6.1.

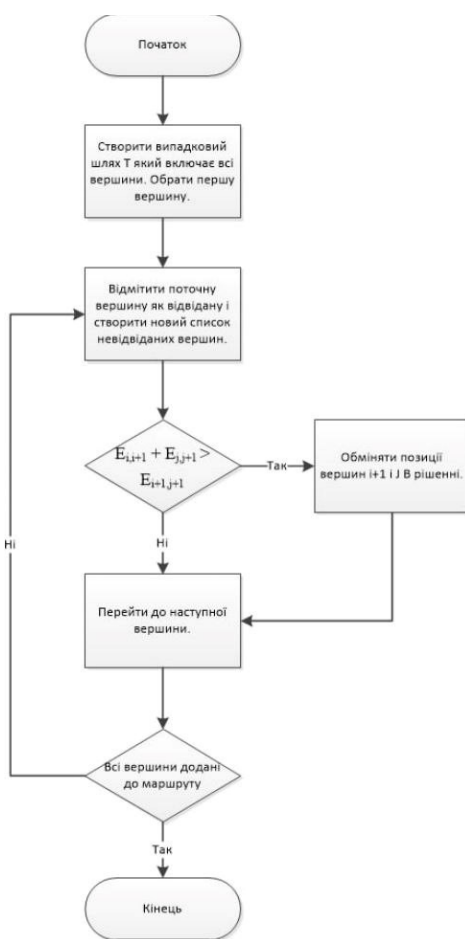


Рисунок 6.1 – Алгоритм схеми роботи модуля «Проблема маршрутизації транспортних засобів»

7 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЮ

Програмне забезпечення є важливим компонентом обчислювальної системи, що взаємодіє з іншими складовими, такими як технічне, математичне та інформаційне забезпечення. У процесі розробки модуля було прийнято ряд стратегічних рішень щодо вибору інструментів і технологій для створення ефективної та надійної системи управління.

Для розробки програмного забезпечення було обрано мову програмування Python з кількох причин, серед яких ключовими є сумісність з існуючим програмним забезпеченням на підприємстві, а також гнучкість та широкі можливості мови для обробки великих обсягів даних. Python має низку переваг, серед яких:

- чітко структурований набір основних типів даних, що дозволяє ефективно працювати з різноманітними даними, зокрема інформацією про ресурси та витрати;
- вбудована підтримка автоматичного створення XML-документації, що забезпечує зручність при роботі з даними та формуванні звітів;
- механізм автоматичного звільнення пам'яті (garbage collection), що дозволяє уникнути витоків пам'яті та підвищує ефективність роботи програми;
- повний доступ до бібліотек .NET і можливість зручної інтеграції з іншими додатками компанії через Windows API;
- гнучкість у зміні параметрів компіляції, що дозволяє адаптувати програму для різних платформ, зокрема для використання в середовищі .NET.

Окрім того, для розробки модуля вибрано платформу .NET, яка забезпечує високу сумісність програмного забезпечення з конкретними операційними системами, завдяки чому можна створювати додатки, які швидко працюють на різних пристроях. .NET має низку переваг:

- покращена ефективність роботи програми завдяки вбудованим інструментам для розробки та налагодження;
- інтеграція з іншими мовами програмування, що дозволяє створювати універсальні програми для різних бізнес-систем;
- вирішення проблем міжмовної взаємодії, що дозволяє створювати програмні продукти, які можна використовувати у різних програмних середовищах;
- єдине середовище для виконання програм (Common Language Runtime - CLR), яке забезпечує стабільну роботу програми незалежно від операційної системи.

Для управління даними вибрана Система керування базами даних (СКБД) MS SQL Server, оскільки ця система має надійну функціональність для забезпечення безпеки даних і підтримує сучасні технології обробки запитів. Основні переваги MS SQL Server:

- високий рівень безпеки, завдяки автентифікації, захисту доступу та керуванню паролями;
- віртуалізація та ефективне масштабування, що дозволяє працювати з великими обсягами даних, що є необхідним для підприємств з великими базами даних;
- розвинені механізми обробки запитів, що забезпечують швидку і точну обробку даних у реальному часі, що критично важливо для управлінських рішень.

Клієнтська частина програмного забезпечення буде працювати на робочих станціях підприємства, на яких буде встановлено необхідне програмне забезпечення, зокрема операційну систему Windows 10, .NET Framework та клієнтську частину додатку. Важливим аспектом є зручний інтерфейс користувача, який забезпечує доступ до ключових функцій програми на основі аналізу вимог і потреб користувачів. Інтерфейс розроблено таким чином, щоб користувач міг швидко отримувати необхідну інформацію щодо використаних ресурсів, а також аналізувати дані для планування майбутніх витрат.

Таким чином, розробка модуля передбачає використання сучасних технологій програмування і баз даних, що дозволяє створити ефективне, швидкодіє та безпечне програмне забезпечення для автоматизації процесів обліку використаних ресурсів на будівельних підприємствах.

8 ВИБІР, РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОДУЛЯ

Технічне забезпечення модуля є одним із ключових аспектів, що забезпечує ефективну роботу автоматизованої системи оптимізації витрат паливних ресурсів на будівництві. Воно складається з набору технічних засобів, що виконують функції збору, реєстрації, передачі, зберігання, обробки та надання даних користувачам у реальному часі.

Для ефективної роботи модуля було вибрано технологічне середовище, яке забезпечує стабільну роботу системи, високу продуктивність, надійність та безпеку даних.

В рамках автоматизованої об'єктної системи використовуються сучасні технічні засоби, серед яких - персональні комп'ютери, сервери, комунікаційні пристрої, що працюють через корпоративну мережу. Одним із важливих аспектів є забезпечення доступу до ресурсів комп'ютерів, що об'єднані в єдину мережу. Для цього висуваються конкретні вимоги, включаючи:

- продуктивність: система має забезпечувати швидку обробку великих обсягів даних щодо витрат паливних ресурсів та ресурсів будівництва;
- надійність: необхідно уникати збоїв та забезпечити стабільну роботу всіх елементів системи;
- безпека: захист даних і запобігання несанкціонованому доступу є пріоритетом, оскільки обробка інформації стосується фінансових та ресурсних витрат;
- керованість і сумісність: система повинна бути сумісною з існуючими технологіями підприємства, а також з можливістю інтеграції нових технологічних рішень;
- розширюваність і масштабованість: для адаптації до змінних умов та збільшення обсягів даних система повинна мати можливість розширення та масштабування;

- прозорість: для зручності моніторингу та управління системою необхідно створити чіткі звіти і логи роботи системи.

Вибір технічних засобів для модуля обумовлений вимогами до швидкості обробки даних, надійності та простоті інтеграції з іншими частинами системи. У складі комплексу технічних засобів (КТЗ) передбачено використання сучасних комп'ютерних систем, а саме персональних комп'ютерів (ПК) з необхідними характеристиками для забезпечення нормальної роботи програмного забезпечення модуля.

Характеристики персональних комп'ютерів:

- процесор: Intel Core i3-6320 (3,90 ГГц). Це забезпечує достатню обчислювальну потужність для ефективного виконання обчислень і роботи з базами даних, що містять інформацію про паливні ресурси та їх використання;

- оперативна пам'ять: 8 Гб. Цього обсягу пам'яті достатньо для багатозадачності при обробці великої кількості даних, а також для забезпечення швидкої роботи програмного забезпечення;

- жорсткий диск: 512 Гб. Великого обсягу дисковий простір необхідний для зберігання баз даних про витрати паливних матеріалів, планування оптимального їх розподілу та звітів;

- монітор: 19-дюймовий екран. Таке розмір екрану дозволяє зручно працювати з інформацією, мати доступ до звітів та графіків без необхідності постійно прокручувати екран;

- маніпулятори: провідна миша та клавіатура для забезпечення зручності введення та навігації в системі;

- лазерний багатофункціональний пристрій (МФУ): для друку документів, сканування звітів та інших матеріалів, що виникають під час роботи модуля.

Характеристики комунікаційного обладнання.

Для забезпечення стабільного та швидкого обміну даними між усіма компонентами системи використовується комутатор з наступними технічними характеристиками:

- пропускна здатність: 48 Гбіт/с. Це дозволяє системі швидко обробляти запити від користувачів і передавати дані без затримок;

- буферна пам'ять: 4.1 Мб. Це забезпечує збереження тимчасових даних і обробку запитів, що надходять від користувачів;

- процесор: MIPS з тактовою частотою 500 МГц, що забезпечує ефективне управління потоком даних і гарантує злагоджену роботу системи;

- пам'ять: 32 Мб Flash та 128 Мб SDRAM для зберігання налаштувань мережі та тимчасових даних;

- гігабітні порти: 24 порти зі швидкістю 100/1000 Мбіт/с, що дозволяє підключати різні робочі станції і сервери до мережі для ефективного обміну даними.

Обрана технічна інфраструктура для реалізації модуля забезпечує високу продуктивність, надійність і безпеку, що є критично важливим для автоматизованої системи управління витратами паливних матеріалів на будівництві. Вибір потужного обладнання та сучасних технологій забезпечує стабільну роботу програмного забезпечення, ефективний обмін даними та зручність користування для співробітників підприємства.

Структурна схема КТЗ представлена на рис. 8.1.

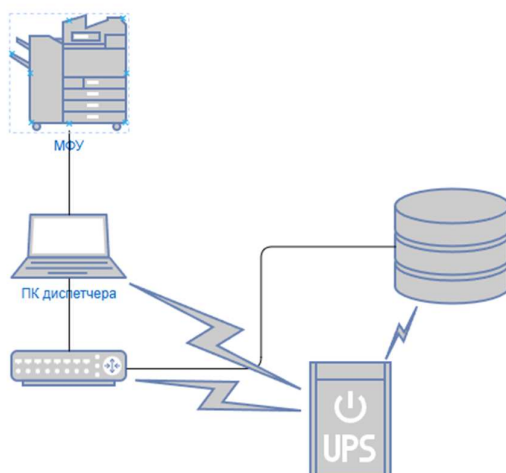


Рисунок 8.1 – Схема структурного КТЗ для модуля «Проблема маршрутизації транспортних засобів»

9 ВПРОВАДЖЕННЯ НА ОБ'ЄКТИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Впровадження модуля «Проблема маршрутизації транспортних засобів» для оптимального розподілу паливних ресурсів в інформаційній системі управління будівництвом потребує ретельної підготовки та виконання ряду етапів. Цей процес слід виконувати поетапно, щоб мінімізувати ризики затримок у роботі підприємства та забезпечити ефективність інтеграції. Враховуючи високу вартість проекту та можливі труднощі, що можуть виникнути під час впровадження, необхідно детально планувати та враховувати всі фактори, які можуть вплинути на результат.

На першому етапі перед впровадженням модуля здійснюється повний аналіз об'єкта автоматизації. Це включає обстеження наявної інфраструктури, оцінку поточного стану інформаційної системи підприємства, а також визначення технічних засобів, які можуть бути необхідні для забезпечення роботи модуля в умовах, що не передбачаються стандартними ситуаціями. У цьому процесі також враховуються особливості самих модулів та специфіка їх інтеграції в існуючу інформаційну систему.

Далі, після збору інформації та попереднього аналізу, розробляється та узгоджується технічне завдання з замовником. Враховуються всі вимоги та побажання з боку користувачів, які в подальшому будуть працювати з модулем. Зокрема, важливою складовою є визначення кількості кінцевих користувачів модуля, їхніх ролей у процесі обліку паливних ресурсів, а також рівня доступу до інформації в рамках модулю.

На основі цих вимог здійснюється оцінка необхідних людських, часових та матеріальних ресурсів для успішного впровадження. Це включає як підготовку персоналу до роботи з новим програмним забезпеченням, так і технічні ресурси для забезпечення його належної роботи в умовах існуючої інфраструктури. При цьому важливо врахувати складність інтеграції нового модуля з іншими

частинами інформаційної системи та забезпечити максимально ефективну взаємодію між різними системами підприємства.

Після цього настає етап підготовки технічного забезпечення для інтеграції модуля в загальну систему управління. Це включає налаштування серверного обладнання, забезпечення необхідної пропускну здатності мережі, а також тестування модуля на сумісність з іншими програмними продуктами, що використовуються на підприємстві. Важливим етапом є тестування надійності розробленого рішення, усунення можливих несправностей, налаштування параметрів безпеки та захисту даних. Це забезпечує безперебійну роботу системи та захист від можливих помилок чи збоїв у її роботі.

Налаштування модуля також включає адаптацію до специфіки діяльності компанії та її вимог щодо обліку паливних ресурсів. Після завершення цих етапів, система проходить фінальне тестування, що включає перевірку ефективності роботи модуля в реальних умовах роботи підприємства. Це дає змогу оцінити, чи дійсно модуль здатний оптимізувати витрати паливних ресурсів і підвищити ефективність управління.

Паралельно з технічними налаштуваннями проводиться навчання персоналу. Важливо, щоб всі користувачі були добре підготовлені до роботи з новим програмним забезпеченням. Тому проводиться навчання користувачів, що включає інструктажі з користування новим функціоналом, а також роз'яснення принципів роботи модулю в межах інформаційної системи компанії. Протягом цього процесу, за потреби, можуть бути внесені певні корективи, що дозволяє краще адаптувати систему до потреб конкретних підрозділів підприємства.

Після успішного виконання усіх етапів тестування та налаштування, модуль вважається готовим до повного впровадження. На цьому етапі система передається замовнику для подальшого використання. Після впровадження компанія отримає можливість автоматизувати процеси обліку паливних ресурсів, значно знизити людський фактор, підвищити точність і швидкість обробки даних, а також отримати кращий контроль над витратами в рамках будівельних проектів. Завершення впровадження модулю для оптимального

розподілу паливних ресурсів стає важливим етапом у розвитку інформаційної системи управління будівництвом, яке дозволяє компанії більш ефективно планувати використання паливних ресурсів і знижувати витрати в умовах сучасних будівельних проектів.

ВИСНОВКИ

У результаті проведеного дослідження було досягнуто ключових результатів щодо впровадження автоматизованої системи для оптимізації витрат паливних ресурсів на будівельних підприємствах. Особливу увагу було приділено розробці модуля, що інтегрується в інформаційну систему управління будівництвом, з метою підвищення ефективності управління ресурсами та зменшення витрат. Впровадження автоматизованої системи на будівельних підприємствах дозволить значно зменшити витрати на палива, що є критично важливим для зниження загальних витрат на транспортування будівельних матеріалів та виконання інших робіт. Під час дослідження було виявлено, що ручний облік та планування витрат пального значно затримує процеси і збільшує ймовірність помилок, що негативно впливає на оперативність виконання робіт. Впровадження автоматизованої системи забезпечить більш точне та своєчасне планування, дозволяючи швидко реагувати на зміни в умовах роботи. Система дасть змогу не лише контролювати витрати пального, а й вчасно коригувати маршрути та плани з урахуванням нових даних, що суттєво підвищить ефективність діяльності підприємства. Розробка технічного забезпечення модуля була базована на вимогах до швидкодії, масштабованості та інтеграції з іншими підсистемами інформаційної системи підприємства. Було обрано надійні і перевірені програмні платформи, здатні ефективно обробляти великі обсяги даних у реальному часі, що є критичним для будівельних компаній з великою кількістю об'єктів і транспорту. Технічне забезпечення модуля включає використання серверної інфраструктури з високою продуктивністю, що дозволяє проводити обчислення маршрутів в реальному часі з урахуванням різноманітних динамічних змін, таких як зміна трафіку, погодні умови чи затримки в роботі транспорту. Крім того, обрані програмні засоби забезпечують високу безпеку даних та можливість надання доступу до необхідної інформації для користувачів на всіх етапах роботи.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Методичні вказівки до організації виконання та захисту кваліфікаційної роботи за другим (магістерським) рівнем вищої освіти для здобувачів вищої освіти усіх форм навчання спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» за освітньою програмою «Інформаційні управляючі системи та технології»/ Упоряд.: К.Е. Петров, А.В. Міхнова, М.С. Кудрявцева, М.В. Євланов, Т.І. Борисенко. – Електронне видання. – Харків: ХНУРЕ, 2023. – 66 с.
2. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. Чинний від 2017-07-01. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 31 с.
3. Економіко-математичні методи та моделі: оптимізація : навч. посібник [Електронний ресурс] / Вітлінський В. В., Терещенко Т. О., Савіна С. С. — К. : КНЕУ, 2016. — 303 с.
4. Розробка моделей і методів оптимального управління системами проектів на базі методів оптимального агрегування. URL: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2020-148-1-61-76> (дата звернення: 03.01.2025).
5. Оптимізація розподілу ресурсів для забезпечення сервісу перевезень на залізниці / В. М. Кулешов, Ю. В. Доценко // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. - 2006. - Вип. 11. - С. 80-83.
6. SQL Server technical documentation. URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/sql/sql-server/?view=sql-server-ver16> (дата звернення: 25.05.2023).
7. Моделі оптимального розподілу ресурсів у вертикально інтегрованій системі URL: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/667> (дата звернення: 03.01.2025).
8. Переваги SQL Server 2019. URL: <https://www.microsoft.com/uk-ua/sql-server/sql-server-2019> (дата звернення: 13.05.2023).

9. Windows 10: переваги та недоліки. URL: <https://ua5.org/windows/408-windows-10-perevagi-ta-nedoliki.html> (дата звернення: 13.05.2023).

10. Norman F. Schneidewind. Computer, Network, Software, and Hardware Engineering with Applications, 2012. – Wiley – 608 с.