
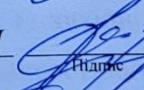
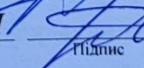


Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему Спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях

Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Шифр і назва галузі знань
Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки
Шифр і назва спеціальності
Освітня програма Комп'ютерні науки
Назва освітньої програми

Виконав: студент 4 курсу, група КН-19-2  В.В. Ларкін
Курс, група виконавця Підпис Ініціали, прізвище
Керівник: к.фіз-мат.н., доцент кафедри КН  В.Д. Міхалевський
Науковий ступінь, посада Підпис Ініціали, прізвище
Нормоконтроль: к.т.н., доцент кафедри КН  Р.О. Багрій
Науковий ступінь, посада Підпис Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри КН, д.т.н., професор  О.В. Бармак
Підпис Ініціали, прізвище

05 06 2023 р.

Хмельницький 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних наук

Освітній ступінь бакалавр

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

Освітня програма освітньо-професійна програма підготовки бакалавра

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри комп'ютерних наук


(підпис)

д.т.н., професор О.В. Бармак

« 06 » 03 2023 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

1. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: «Спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях»

2. Завдання видано студенту Ларкіну Володимирі Валерійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

3. Керівник роботи доцент кафедри КН Міхалевський Віталій Цезарійович
(посада, прізвище, ім'я, по батькові)

4. Затверджено наказом університету від « 01 » 03 2023 р. № 5

5. Дата видачі завдання студенту: « 03 » 03 2023 р.

6. Зміст пояснювальної записки (перелік задач) та вихідні дані: провести аналіз предметної області, огляд методів побудови найкоротшого шляху переміщення між точками, існуючих програмних рішень та сформулювати постановку задачі. Запропонувати способи побудови маршрутів для переміщення між точками для соціально-економічних інформаційних систем, визначити основні характеристики і залежності; розробити спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях, спроектувати функціональну структуру інформаційної системи. Здійснити програмну реалізацію інформаційної системи для переміщення між точками з використанням сучасних засобів створення програмного забезпечення.

7. Календарний план виконання кваліфікаційної роботи бакалавра:

№	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики кваліфікаційної роботи бакалавра з керівником	грудень 2022	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю, формулювання мети та задач дослідження, визначення об'єкта та предмета дослідження	січень 2023	виконано
3	Робота над розділом 1 – Характеристика предметної області і постановка задачі	січень 2023	виконано
4	Робота над розділом 2 – Спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях	березень 2023	виконано
5	Робота над розділом 3 – Програмна реалізація інформаційної системи переміщення між пунктами з використанням запропонованого способу побудови найкоротшого шляху	квітень 2023	виконано
6	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	травень 2023	виконано
7	Попередній захист кваліфікаційної роботи бакалавра	травень 2023	виконано
8	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра на засіданні Екзаменаційної комісії	червень 2023	виконано

Виконавець: студент 4 курсу, група КН-19-2
Курс, група виконавця


Підпис

В.В. Ларкін
Ініціали, прізвище

Керівник: к.фіз.-мат.н., доц. кафедри КН
Науковий ступінь, посада


Підпис

В.Ц. Міхалевський
Ініціали, прізвище

Анотація

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра: Спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях

Виконавець кваліфікаційної роботи бакалавра: студент групи КН-19-2 Ларкін Володимир Валерійович

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра: к.фіз.-мат.н., доцент кафедри КН Міхалевський Віталій Цезарійович

Кваліфікаційна робота бакалавра містить:

Пояснювальна записка				Кількість додатків
Сторінок	Рисунків	Таблиць	Джерел інформації	
65	27	7	28	3


Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка способу побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях.

Результатом виконання кваліфікаційної роботи бакалавра є створення інформаційної системи переміщення між пунктами з використанням способу побудови найкоротшого шляху.

Ключові слова: маршрут, найкоротший шлях, транспортна магістраль, завади на транспортних магістралях, спеціальна служба.

Виконавець:

студент 4 курсу, група КН-19-2
Курс, група виконавця


Підпис

В.В. Ларкін
Ініціали, прізвище

Зміст

Перелік скорочень	3
Вступ.....	4
Розділ 1 Характеристика предметної області та постановка задачі	6
1.1 Аналіз предметної області	6
1.2 Огляд методів побудови найкоротшого шляху	11
1.3 Аналіз існуючих рішень для систем побудови шляхів переміщення між пунктами	14
1.4 Постановка задачі.....	18
Розділ 2 Спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях	19
2.1 Інформаційна модель переміщення спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях.....	19
2.2 Схема способу побудови найкоротшого шляху при завадах	22
2.3 Функціональна структура інформаційної системи переміщення між пунктами	25
2.4 Проектування структури інформаційної системи	27
2.5 Алгоритм пошуку оптимального маршруту	34
Розділ 3 Програмна реалізація інформаційної системи з використанням запропонованого способу побудови найкоротшого шляху	36
3.1 Структура модулів системи, їх взаємозв'язок	36
3.2 Особливості реалізації способу побудови найкоротшого шляху при завадах на транспортних магістралях.....	38
3.2.1 Вибір IDE.....	39
3.2.2 Вибір програмного середовища.....	40
3.2.3 Інструментарій забезпечення прокладання маршруту	42
3.3 Опис функціональних можливостей інформаційної системи	44
3.4 Проведення експериментів та дослідження роботи системи	45
3.5 Запровадження системи в життя	58
Висновки	61
Перелік посилань.....	63
Додатки	

Перелік скорочень

Скорочення, термін, позначення	Пояснення
БД	База даних
ДСНС	Державна служба надзвичайних ситуацій
ДТП	Дорожньо-транспортна пригода
ІС	Інформаційна система
КРБ	Кваліфікаційна робота бакалавра
КН	Комп'ютерні науки
НС	Надзвичайна ситуація
СС	Спеціальні служби
API	Application Programming Interface
CSS	Cascading Style Sheets
HTML	HyperText Markup Language
IDE	Integrated Development Environment
JS	JavaScript

Вступ

Кваліфікаційна робота бакалавра присвячена розробці способу побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях.

Актуальність теми. Проблематика оптимізації шляхів у логістичній сфері транспортних перевезень з кожним роком набуває більшого попиту. Зростання технологій дозволяє різного роду підприємствам та організаціям, зокрема, спеціальним службам, залучати сучасне інформаційне та технічне забезпечення для відповідального виконання своїх функціональних обов'язків із врахуванням можливих завад на транспортних магістралях. Тому, одним із наступних кроків у транспортній логістиці має стати розробка технічного і програмного забезпечення для ефективного використання ресурсів та продуктивної роботи системи.

Для здійснення перевезень між логістичними пунктами часто використовуються шаблони, але при виникненні непередбачуваних завад на магістралях (дорожньо-транспортна пригода, повалені дерева, порушені будинки тощо) необхідно оперативно приймати рішення для переміщення за іншим маршрутом, а визначення його оптимальності без задіяння інформаційних технологій стає неможливим.

Актуальність теми побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях в Україні необхідно розглядати в контексті війни. На жаль, військовий конфлікт забирає не тільки людські життя, але і завдає шкоди інфраструктурі та дорогам. Це ускладнює перевезення вантажів та транспортування поранених. Відтак, розробка оптимальних алгоритмів для побудови найкоротшого та найбезпечнішого маршруту стає надзвичайно важливою для забезпечення ефективної та оперативної роботи спеціальних служб в умовах війни. Дослідження можуть допомогти зменшити витрати часу та збільшити шанси на успішне проходження маршруту, що може врятувати життя поранених та військовослужбовців.

Саме тому, розробка способу побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях є актуальною.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра полягає у розробці способу побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях та інформаційної системи переміщення між пунктами, які необхідні для автоматизованої побудови оптимального шляху за відомостями множини пунктів призначення, множини доступних/закритих магістралей, показників завад та наявності апаратно-технічного забезпечення для їх усунення.

Об'єкт дослідження – процес побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях.

Предмет дослідження – методи збору та аналізу інформації, моделі, способи та засоби автоматизації процесу побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях.

Завдання кваліфікаційної роботи бакалавра:

1. Провести аналіз предметної області та відомих підходів до автоматизованої побудови шляхів перевезень при завадах на транспортних магістралях.

2. Розробити спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях.

3. Розробити інформаційну технологію автоматизованого визначення найкоротшого шляху при завадах на транспортних магістралях.

4. Спроекувати функціональну та інформаційну структуру інформаційної системи переміщення між пунктами.

5. Розробити програмну реалізацію інформаційної системи переміщення між пунктами з використанням способу побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях.

6. Провести функціональне та прикладне дослідження розробленої інформаційної системи для запропонованого способу побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях.

Розділ 1 Характеристика предметної області та постановка задачі

1.1 Аналіз предметної області

Аналіз предметної області, пов'язаної з побудовою найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях, включає в себе дослідження методів транспортування та принципів маршрутизації. Застосування цих методів у сфері спеціальних служб має велике значення у забезпеченні швидкого та ефективного перевезення поранених та іншого вантажу до місць призначення [1].

Основні проблеми, які виникають при побудові найкоротшого маршруту перевезень, пов'язані з транспортними завадами, такими як затори на дорогах, небезпечні ділянки, переправи через водойми, руйнування доріг та інші. Тому для вирішення цих проблем необхідно використовувати сучасні методи математичного моделювання, що дозволяють побудувати оптимальні маршрути з урахуванням різноманітних завад.

Важливими факторами, які впливають на побудову найкоротшого маршруту, є точність топографічних даних та доступність інформації про транспортні завади [2]. Недостатня точність даних та недоступність необхідної інформації можуть призвести до неточності та неповноти побудованих маршрутів, що збільшує ризик небезпечних ситуацій та порушення графіку перевезень.

Застосування сучасних методів математичного моделювання та геоінформаційних технологій дозволяє розв'язати задачі побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях, що дозволяє значно підвищити ефективність та оперативність дій спеціальних служб [2, 3]. В Україні, де триває війна, побудова найкоротшого маршруту перевезень для спеціальних служб стає особливо актуальною. Необхідність швидкого та безпечного перевезення поранених та інших важливих вантажів часто стикається з транспортними завадами на дорогах, що може

призвести до втрати часу, життів та матеріальних збитків. Тому, розв'язання цих проблем є надзвичайно важливим завданням для підтримання ефективної роботи спеціальних служб у військових та миротворчих операціях.

В контексті війни в Україні, питання забезпечення безпечних та ефективних перевезень стає особливо актуальним. У зв'язку зі збільшенням кількості терористичних актів зі сторони росії на території України, дорожні завади, блокпости та перевірки відбуваються навіть у мирних регіонах країни. Це ускладнює рух транспортних засобів, зокрема, тих, що мають особливе призначення, наприклад, транспортування поранених та лікарських засобів.

У зв'язку з цим, дослідження способів побудови найкоротшого маршруту перевезення для спеціальних служб набуває особливої важливості. Такий маршрут дозволить забезпечити швидкий та безпечний транспорт важливих вантажів, що збільшить успішність операцій та зменшить витрати на їх проведення. Крім того, побудова найкоротшого маршруту дозволить економити час та зменшити ризик поранення пацієнтів під час перевезення.

Отже, побудова найкоротшого маршруту перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях є надзвичайно важливою та актуальною проблемою, яка потребує комплексного підходу та використання сучасних методів математичного моделювання та геоінформаційних технологій [3, 4]. Дослідження в цій області може призвести до покращення ефективності та безпеки перевезень, а також врятувати багато життів у часи війни.

Маршрути переміщення — це послідовність точок або вузлів, які необхідно пройти для досягнення певної мети [5]. Маршрути переміщення можуть мати різні характеристики і властивості, які впливають на вибір транспортного засобу і методу перевезення, а також на тривалість та вартість перевезення. До характеристик маршрутів переміщення можуть належати [5]:

- довжина маршруту;
- тривалість маршруту;
- різноманітність умов переміщення;
- наявність перешкод на маршруті.

Завади – це різноманітні фактори, які ускладнюють або перешкоджають переміщенню транспортних засобів по маршруті [5, 6, 7]. Завади можуть бути фізичними, технічними, природними або людськими. До характеристик завад можуть належати:

- тип завади (наприклад, розбита дорога, пробки, повінь, затори);
- місцезнаходження завади на маршруті;
- тривалість дії завади;
- імовірність появи завади.

Побудова маршрутів є важливою задачею в багатьох галузях, де є необхідність у забезпеченні ефективного переміщення людей та вантажів [1, 2, 5]. Деякі з найбільш поширених задач, для яких потрібна побудова маршрутів, включають:

1. Перевезення вантажів: побудова найкоротшого маршруту для перевезення вантажу з одного пункту до іншого з мінімальними витратами на паливо та час.
2. Пасажирські перевезення: побудова оптимального маршруту для пасажирських перевезень з мінімальними витратами на паливо та час.
3. Доставка харчових продуктів: побудова маршруту для доставки продуктів з мінімальною втратою якості.
4. Екстрені випадки: побудова швидкого та ефективного маршруту для рятувальних служб та інших екстрених ситуацій.
5. Медичні послуги: побудова маршруту для доставки медичної допомоги з мінімальним часом реакції та максимальним швидким доступом до лікарень.

Існують різні види оптимізації маршрутів, які можуть використовуватися для розв'язання задач побудови маршрутів [5]. Деякі з найпоширеніших видів оптимізації маршрутів включають:

1. Мінімізація відстані: знаходження маршруту з найменшою відстанню між двома пунктами.
2. Мінімізація часу: знаходження маршруту з найменшим часом між двома пунктами.
3. Мінімізація витрат: знаходження маршруту з найменшими витратами на паливо, знос транспортного засобу, та інші витрати.
4. Максимізація пасажирської кількості: знаходження оптимального маршруту для перевезення максимальної кількості пасажирів на певний проміжок часу.
5. Мінімізація кількості транспортних засобів: знаходження маршруту з мінімальною кількістю транспортних засобів для перевезення вантажів або пасажирів.

У спеціальних служб, таких як поліція, пожежна охорона та швидка допомога, існують деякі особливості переміщення [1, 3]. Наприклад, вони повинні бути здатні швидко реагувати на будь-які надзвичайні ситуації та повинні мати можливість дістатися до будь-якої точки міста або області в найкоротший термін.

Крім того, вони можуть зустрічатися із завадами на дорозі, такими як затори, дорожні ремонти, аварії, які можуть ускладнити їх переміщення. Тому побудова оптимального маршруту є критично важливою для швидкого та ефективного реагування на надзвичайні ситуації та забезпечення безпеки громадян.

Сутність предметної області. Сутність предметної області полягає в побудові найкоротшого маршруту для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях. Для цього можна використовувати базу даних з такими атрибутами:

1. Точки призначення: координати місця, до якого слід дістатися.
2. Джерела інформації: різноманітні джерела інформації, такі як камери спостереження, датчики трафіку, звіти про стан доріг тощо.

3. Тип транспорту: відомості про транспортні засоби, які будуть використовуватися для переміщення від однієї точки до іншої.
4. Обмеження: обмеження, такі як обмеження швидкості, обмеження на вантажопідйомність, обмеження на рух транспорту в певні години тощо.
5. Результат: найкоротший маршрут з точки А до точки Б з урахуванням всіх обмежень і факторів.

Процеси предметної області і їх кроки. Процеси, що стосуються даної предметної області, включають такі кроки:

1. Збір даних про транспортні магістралі: це може включати збір інформації про обмеження, дорожні умови, трафік та інші фактори, що можуть вплинути на побудову маршруту.
2. Вибір точок призначення: визначення координат місця, до якого слід дістатися, а також збір додаткової інформації про місце призначення.
3. Побудова маршруту: знаходження найкоротшого маршруту, який дозволить спеціальним службам дістатися з точки А до точки Б з урахуванням всіх обмежень і факторів.
4. Аналіз результатів: оцінка ефективності побудованого маршруту та внесення змін за потребою.
5. Оптимізація маршруту: внесення змін до побудованого маршруту з метою поліпшення його ефективності, наприклад, зменшення часу або витрат на перевезення.
6. Планування: розподіл ресурсів (транспортних засобів, співробітників тощо) між різними маршрутами.
7. Контроль: відстеження виконання маршруту з метою виявлення можливих затримок або змін у плані.

Особливості переміщення для спеціальних служб можуть включати вимоги щодо безпеки та надійності, такі як необхідність підтримувати постійний зв'язок з центром керування, надання допомоги людям у разі аварії, а також потребу в спеціальному обладнанні, такому як кришки каналізаційних люків, які

забезпечують прохідність транспортного засобу. Крім того, спеціальні служби можуть використовувати різні види транспорту, включаючи автомобілі, мотоцикли, вертольоти тощо, що може впливати на побудову маршрутів і оптимізацію ресурсів.

1.2 Огляд методів побудови найкоротшого шляху

Існує декілька методів побудови найкоротшого шляху для перевезень, серед яких [5]:

1. Алгоритм Дейкстри: цей алгоритм використовується для побудови найкоротшого шляху між двома вузлами в графі з невід'ємними вагами на ребрах. Він працює шляхом поетапного додавання вузлів до множини відвіданих, поступово зменшуючи відстань до всіх інших вузлів.

2. Алгоритм Флойда-Уоршелла: цей алгоритм використовується для побудови найкоротших шляхів між кожною парою вершин в графі. Він працює шляхом ітераційного оновлення матриці відстаней між вершинами.

3. Алгоритм A^* (A-star): цей алгоритм використовується для побудови найкоротшого шляху між двома точками в графі з вагами на ребрах та оцінками відстаней до кінцевої точки. Він працює шляхом обчислення евристичної оцінки відстані до кінцевої точки та знаходження найкоротшого шляху від початкової точки до точок з найменшою оцінкою.

Алгоритм Дейкстри. Алгоритм Дейкстри — це алгоритм пошуку найкоротшого шляху в графі з невід'ємними вагами ребер. Він був розроблений голландським математиком Едсгером Дейкстром у 1956 році.

Алгоритм Дейкстри починає роботу з визначення відстаней між початковою вершиною і всіма іншими вершинами графа. При цьому він створює дві множини вершин: множину відвіданих та множину невідвіданих вершин.

Початкова вершина вважається відвіданою, а відстань до неї - нульовою. Всі інші вершини вважаються невідвіданими, а їх відстань встановлюється на нескінченність.

Далі алгоритм Дейкстри обирає невіддану вершину з найменшою відстанню і додає її до множини відвіданих вершин. Потім він переглядає всі сусідні вершини цієї вершини та оновлює їхні відстані до початкової вершини, якщо новий шлях до цієї вершини коротший за попередній.

Алгоритм Дейкстри продовжує повторювати ці кроки, доки всі вершини не будуть відвідані. Після цього, найкоротші шляхи до всіх вершин графа будуть знайдені.

Алгоритм A^* (A-star). Алгоритм A^* є усуненням недоліків алгоритму Дейкстри шляхом оцінки вартості залишкової дистанції від поточної точки до кінцевої точки. Для оцінки вартості залишкової дистанції від поточної точки до кінцевої використовується так звана "евристична функція" або "оціночна функція". Зазвичай в якості оціночної функції використовується евклідова відстань між поточною точкою і кінцевою точкою.

Алгоритм A^* починає свою роботу з пошуку шляху від початкової точки до кінцевої, рухаючись по графу. На кожному кроці алгоритм розглядає всі сусідні точки поточної точки і оцінює їх вартість, складаючи при цьому планований шлях від початкової точки до кінцевої через розглянуті сусідні точки. Ця вартість складається з вартості переходу до сусідньої точки та оціночної вартості, що визначається за допомогою оціночної функції.

У процесі роботи алгоритм підтримує список відкритих та закритих точок. Відкриті точки є тими, які ще не були відвідані, а закриті - тими, які були відвідані і їхні сусідні точки були розглянуті. Алгоритм продовжує працювати, доки не досягне кінцевої точки або не знайде найкоротший шлях до кінцевої точки.

Алгоритм Флойда-Уоршелла. Алгоритм Флойда-Уоршелла є алгоритмом для знаходження найкоротших шляхів між усіма парами вершин в зваженому орієнтованому графі з вагою на дугах. Цей алгоритм використовує динамічне програмування і працює за час $O(n^3)$, де n — кількість вершин в графі.

Алгоритм Флойда-Уоршелла починається з матриці суміжності графу, де вага дуги між вершинами i та j знаходиться в комірці $[i][j]$. Алгоритм обчислює найкоротші шляхи між усіма парами вершин у три вкладені цикли, в яких на кожній ітерації обчислюються значення довжин найкоротших шляхів між вершинами, які можуть проходити через вершину k .

Алгоритм Флойда-Уоршелла може бути застосований до графів з від'ємними вагами на дугах, якщо в графі немає від'ємних циклів. Якщо в графі є від'ємний цикл, то алгоритм не зможе дати коректну відповідь.

Обмеження при побудові шляху.

Особливості для спеціальних служб при побудові найкоротшого шляху полягають у необхідності враховувати обмеження, пов'язані зі специфікою їх роботи. Зокрема, це можуть бути такі обмеження [2]:

1. Обмеження на вагу та розміри транспортних засобів. Деякі спеціальні служби, наприклад, пожежники чи медичні рятувальники, використовують транспортні засоби зі спеціальним обладнанням або розміром, що перевищує звичайні норми. При плануванні маршрутів необхідно враховувати обмеження на вагу та розміри цих транспортних засобів, щоб уникнути перешкод на шляху.

2. Обмеження на швидкість руху. Деякі спеціальні служби повинні дотримуватися певних швидкісних режимів при руху на дорогах. Наприклад, для пожежників може бути обмеження на швидкість руху в місцях, де є небезпека вибухів чи пожеж. При плануванні маршруту необхідно враховувати ці обмеження, щоб забезпечити безпечність руху.

3. Обмеження на доступ до певних територій. Деякі території можуть бути обмежені для доступу в зв'язку зі специфікою роботи спеціальних служб. Наприклад, для пожежників можуть бути обмеження на доступ до територій з об'єктами, які можуть стати джерелом пожежі.

Побудова найкоротшого шляху для спеціальних служб в умовах війни може мати ряд обмежень, пов'язаних зі станом транспортних магістралей та забезпеченням безпеки. Зокрема, одним з найважливіших факторів є наявність перешкод на шляху, таких як зруйновані мости, підірвані пристрої на дорогах або заблоковані вулиці. У таких випадках слід використовувати методи, які можуть знайти альтернативний шлях або враховують наявність перешкод при побудові маршруту.

1.3 Аналіз існуючих рішень для систем побудови шляхів переміщення між пунктами

Існує багато різних систем для побудови шляхів переміщення між пунктами, які можуть бути застосовані в різних контекстах [8, 9]. Наприклад, в автомобільному транспорті часто використовують системи GPS з вбудованими картами, які можуть побудувати найкоротший маршрут між двома пунктами з урахуванням різних факторів, таких як наявність доріг, трафік і обмеження швидкості.

У сфері спеціальних служб, які займаються боротьбою зі злочинністю або наданням допомоги в екстремальних ситуаціях, можуть використовуватися більш складні системи побудови шляхів [10-13]. Наприклад, може бути розроблена система, яка враховує не тільки фізичні обмеження місцевості, але і інформацію про злочинні угруповання, їх поведінку та інші фактори, які можуть впливати на безпеку. Вони зазвичай мають вбудовані бази даних про дорожню ситуацію, дозволяють враховувати обмеження на рух транспорту, швидко оновлюють інформацію та надають можливість керування маршрутом в режимі

реального часу. Такі продукти можуть бути досить вартісними і потребувати спеціалізованої підготовки для їх використання.

Для військових дій, де шляхи переміщення можуть бути дуже складними і небезпечними, можуть використовуватися спеціалізовані системи побудови шляхів, які враховують такі фактори, як наявність мін, прихованих пасток або ворожих позицій. В таких системах можуть бути використані технології, такі як дрони або супутниковий зв'язок, для збору і передачі інформації про місцевість та ворожі дії.

Існують також рішення, які базуються на використанні штучних нейронних мереж (ШНМ). Вони здатні до самонавчання і можуть побудувати оптимальний маршрут на основі зібраної інформації. Ці рішення зазвичай використовуються в складних умовах, коли інші методи важко або неможливо застосовувати через велику кількість параметрів, які впливають на вибір маршруту. Однак, для використання ШНМ необхідно мати достатню кількість даних для їх тренування, що може бути складним завданням в умовах війни.

За напрямками розробки рішення для пошуку оптимального шляху класифікуються [5, 9]:

1. Алгоритми побудови найкоротшого шляху, які базуються на географічних даних та використовуються в навігаційних системах.

Алгоритми побудови найкоротшого шляху на основі географічних даних широко використовуються в навігаційних системах. Основна ідея полягає в тому, щоб використовувати геодані для визначення найкоротшого маршруту між двома точками на мапі.

Одним з найпопулярніших алгоритмів побудови шляху на основі геоданих є алгоритм Дейкстри, який був описаний раніше. Однак, для застосування в навігаційних системах, цей алгоритм може бути змінений для врахування додаткової інформації, такої як трафік на дорогах та розташування інших об'єктів [9, 13, 14].

2. Моделі оптимізації маршрутів, які використовуються в диспетчерських системах [1, 3].

Моделі оптимізації маршрутів широко використовуються в диспетчерських системах для керування транспортними потоками та вирішення різноманітних завдань, таких як ефективне розподілення задач між водіями, зменшення часу перебування транспорту на дорозі, підвищення загальної продуктивності та зменшення витрат на паливо.

Одна з найпоширеніших моделей — модель Торговельних Представників (Traveling Salesman Problem, TSP), яка ставить задачу знайти найкоротший маршрут, який проходить через всі вказані точки та повертається в початкову точку. Ця задача є NP-складною, тому існує багато алгоритмів для її розв'язання, таких як генетичні алгоритми, імітаційна оптимізація, мурашиний алгоритм та інші.

3. Моделі, які враховують ризики на дорозі та прогнозують найбільш оптимальний маршрут [5].

Ці моделі використовуються спеціальними службами, які забезпечують безпеку на дорогах та координують рух транспорту в аварійних ситуаціях. Прикладами таких моделей є система керування рухом на дорогах ITS та система спостереження за дорожнім рухом VIVOTEK.

Система ITS (Intelligent Transportation System) включає в себе комплекс заходів та технологій, які сприяють оптимізації дорожнього руху та безпеці на дорогах. До складу системи входять різноманітні сенсори, камери, датчики та інші пристрої, які забезпечують збір та обробку інформації про дорожній рух. За допомогою цієї інформації система може прогнозувати затори на дорогах та побудовувати оптимальні маршрути для транспорту.

Такі моделі дозволяють підвищити безпеку на дорогах та забезпечити ефективне керування рухом транспорту, що є особливо важливим у військових діях, коли необхідно швидко та безпечно переміщувати військову техніку та особовий склад.

Опишемо характерних представників кожного класу.

1. Алгоритми побудови найкоротшого шляху, які базуються на географічних даних та використовуються в навігаційних системах:

– Google Maps API — сервіс, що надає доступ до картографічних даних та алгоритмів побудови маршрутів для розробки застосунків та сервісів на базі мап Google.

– OpenStreetMap (OSM) - це вільна та відкрита база географічних даних, яка надає API для розробки застосунків та сервісів, включаючи можливість побудови маршрутів на основі географічних даних спільноти OSM.

2. Моделі оптимізації маршрутів, які враховуються в диспетчерських системах:

– Trimble MAPS – система, яка надає інструменти для планування маршрутів та їх оптимізації для логістичних компаній та транспортних підприємств.

– Route4Me – це система оптимізації маршрутів, спеціально розроблена для логістичних компаній та кур'єрських служб. Вона надає інструменти для ефективного планування та оптимізації маршрутів доставки.

3. Моделі, які враховують ризики на дорозі та прогнозують найбільш оптимальний маршрут:

– Waze – мобільний застосунок, який використовує дані користувачів для прогнозування трафіку на дорогах та побудови оптимального маршруту.

– Sygic – навігаційний застосунок, який використовує дані користувачів та інші джерела для прогнозування найбільш оптимального маршруту з урахуванням ризиків.

1.4 Постановка задачі

Метою кваліфікаційної роботи бакалавра є розробка способу побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях та інформаційної системи переміщення між пунктами, які необхідні для автоматизованої побудови оптимального шляху за відомостями множини пунктів призначення, множини доступних/закритих магістралей, показників завад та наявності апаратно-технічного забезпечення для їх усунення.

Для досягнення поставленої мети необхідно реалізувати виконання наступних задач:

– *провести аналіз предметної області та відомих підходів до автоматизованої побудови шляхів перевезень при завадах на транспортних магістралях;*

– *розробити спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях;*

– *розробити інформаційну технологію автоматизованого визначення найкоротшого шляху при завадах на транспортних магістралях;*

– *спроєктувати функціональну та інформаційну структуру інформаційної системи переміщення між пунктами;*

– *розробити програмну реалізацію інформаційної системи переміщення між пунктами з використанням способу побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях;*

– *провести функціональне та прикладне дослідження розробленої інформаційної системи для запропонованого способу побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях.*

Розділ 2

Спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях

2.1 Інформаційна модель переміщення спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях

Інформаційна модель переміщення спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях — це структуроване відображення всіх необхідних даних та процесів, які відбуваються під час переміщення спеціальних служб в разі виникнення завад на транспортних магістралях. Така модель може містити наступні складові [1, 5]:

1. Дані про завади на дорогах – дані про ремонтні роботи, аварії, затори тощо. Ці дані можна збирати з різних джерел, таких як поліція, камери спостереження, мобільні застосунки, комунальні служби тощо.
2. Дані про локацію спеціальних служб – дані про місцезнаходження рятувальних служб, їх обладнання та особовий склад. Ці дані можна отримувати в самих службах.
3. Алгоритм пошуку найкоротшого маршруту – для побудови оптимального маршруту спеціальних служб потрібен ефективний алгоритм, який враховує наявні завади на дорозі та обмеження на рух спеціальних транспортних засобів.
4. Дані про відстань та час переміщення – для кожного маршруту необхідно зберігати дані про відстань та час переміщення, щоб враховувати їх під час подальшого планування та оптимізації маршрутів.
5. Функції візуалізації – для ефективного відображення даних та маршрутів можуть використовуватися функції візуалізації, такі як карти, діаграми та графіки.

Для розробки інформаційної моделі запропонованої системи, яка включає диспетчерський центр і користувачів застосунку, можемо розглянути такі складові:

1. Сутності системи.

Диспетчерський центр. Це центральний елемент моєї системи, який отримує інформацію про завади на дорогах від комунальних служб, поліції або дронів. Він координує та керує процесом переміщення аварійних служб та надає їм необхідну інформацію.

Аварійні служби. Це користувачі розробленого застосунку, які можуть бути, наприклад, службою швидкої медичної допомоги, пожежною службою або поліцією. Вони мають списки свого транспорту, працівників та інші дані, які необхідні для ефективного виконання своїх обов'язків.

2. Взаємодія та обмін даними.

Збір даних. Диспетчерський центр отримує інформацію про завади на дорогах від різних джерел, таких як комунальні служби, поліція або дрони. Ці дані можуть бути отримані через API, базу даних або інші механізми обміну даними.

Обробка даних. Диспетчерський центр аналізує та обробляє отримані дані, ідентифікує завади на дорогах та враховує їх при побудові оптимального маршруту для аварійних служб.

Надання інформації. Диспетчерський центр надає інформацію про найкоротший маршрут аварійним службам на основі отриманих даних про завади на дорогах. Ця інформація може бути представлена у вигляді маршрутної карти, яка візуалізує оптимальний маршрут для аварійних служб з урахуванням завад на дорогах.

3. База даних.

Для зберігання і керування інформацією про користувачів застосунку, транспортні засоби, працівників та інші важливі дані може використовуватися база даних. Це дозволить зручний доступ до даних та їх ефективне управління.

4. Веб-застосунок.

Інформаційна модель може бути реалізована у вигляді веб-застосунку, який забезпечує інтерфейс для взаємодії диспетчерського центру та аварійних служб [1]. Цей застосунок може використовувати Mapbox API для побудови маршрутів та візуалізації картографічних даних [9].

Ці складові допоможуть створити повноцінну інформаційну систему переміщення між пунктами для аварійних служб. Вона забезпечить оперативну обробку і аналіз даних про завади, надання оптимального маршруту та зручну взаємодію між диспетчерським центром та аварійними службами.

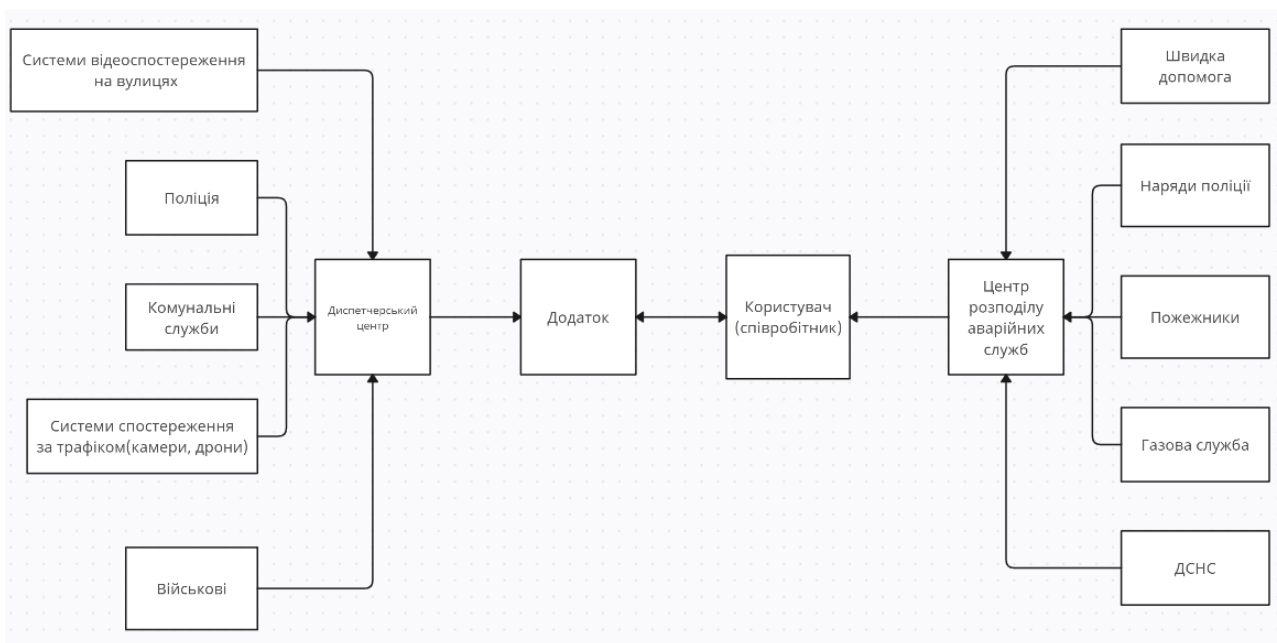


Рисунок 2.1 – Інформаційна модель переміщення спецслужб

Ця інформаційна модель дозволить диспетчерському центру отримувати актуальну інформацію про завади на дорогах з різних джерел, що дозволяє оперативно реагувати на ситуації та планувати оптимальні маршрути для аварійних служб. Користувачі застосунку, тобто аварійні служби, отримують надійну та точну інформацію про найкоротший маршрут до місця призначення з урахуванням наявних завад на дорозі.

Така інформаційна модель дозволяє ефективно використовувати ресурси аварійних служб, скорочуючи час реакції та забезпечуючи швидку доставку до

місця події. Порівняно зі стандартними маповими сервісами, такими як Google Maps, де потрібно вручну перераховувати маршрут при наявності завад, створений застосунок забезпечує миттєве оновлення та показ оптимального маршруту, що веде до значного підвищення продуктивності та швидкості реагування аварійних служб.

2.2 Схема способу побудови найкоротшого шляху при завадах

Марбох використовує алгоритм найкоротшого шляху, який базується на модифікації алгоритму Дейкстри [10]. Давайте розглянемо його крок за кроком:

1. Ініціалізація: Початкова точка визначається як стартова вершина. Усі інші вершини встановлюються як недоступні (необроблені). Розташування кожної вершини має свої координати (широту та довготу).

2. Визначення початкових значень: Відстань до стартової вершини встановлюється як 0, а відстань до всіх інших вершин - як нескінченність. Початкова вершина стає поточною вершиною.

3. Обхід сусідніх вершин: Починаючи з поточної вершини, обчислюються відстані до всіх сусідніх вершин. Відстань обчислюється за допомогою географічних координат, що використовують формулу Гаверсінуса або інші географічні алгоритми [8]. Відстань між двома точками визначається як географічна відстань між ними.

4. Оновлення відстаней: Якщо відстань до сусідньої вершини, обчислена через поточну вершину, є коротшою, ніж поточна відстань до цієї вершини, то відстань оновлюється на менше значення.

5. Позначення вершин: Після оновлення відстаней до сусідніх вершин, поточна вершина позначається як оброблена і вже не розглядається в майбутніх ітераціях.

6. Вибір наступної вершини: Наступна вершина для обробки вибирається з непозначених вершин, в якій відстань від початкової вершини є найменшою. Якщо такої вершини немає, то алгоритм закінчується.

7. Повторення кроків: Повторюються кроки 3-6, доки всі вершини не будуть оброблені або не буде знайдено шуканий маршрут.

8. Побудова маршруту: Після закінчення алгоритму, для отримання найкоротшого шляху до певної вершини можна зворотньо прослідкувати шлях від цільової вершини до початкової. Кожна вершина містить посилання на попередню вершину, через яку досягнута найкоротша відстань.

Це загальний опис алгоритму, який базується на модифікації алгоритму Дейкстри з використанням географічних даних та відстаней. Конкретні деталі реалізації та формули можуть бути різними для різних систем та платформ, включаючи Mapbox.

Оскільки створений веб-застосунок розрахований на 2 типи юзерів (працівники спеціальних служб та диспетчери) – він має два окремих сценарії використання для кожного типу юзерів.

Опишемо покрокову взаємодію диспетчера з веб-застосунком (EmerMap) на основі MapboxAPI:

1. Диспетчер відкриває код веб-застосунку у своєму браузері або через IDE.
2. Диспетчер додає відомі йому координати завод на дорогах, які веб-застосунок помічає на мапі як червоні крапки діаметром 50 м.
3. Диспетчер зберігає дані про нову заваду.
4. Інформація про додану заваду зберігається на сервері веб-застосунку.
5. Працівник екстреної служби, відкриваючи веб-застосунок, бачить на мапі всі завади, які були додані диспетчером.
6. При побудові маршруту на основі даних, введених диспетчером, веб-застосунок враховує наявність завод на дорозі та будує оптимальний маршрут для працівника екстреної служби.

Отже, основна взаємодія диспетчера з веб-застосунком полягає у додаванні інформації про завади на дорогах, які потім використовується працівниками екстрених служб для побудови оптимального маршруту.

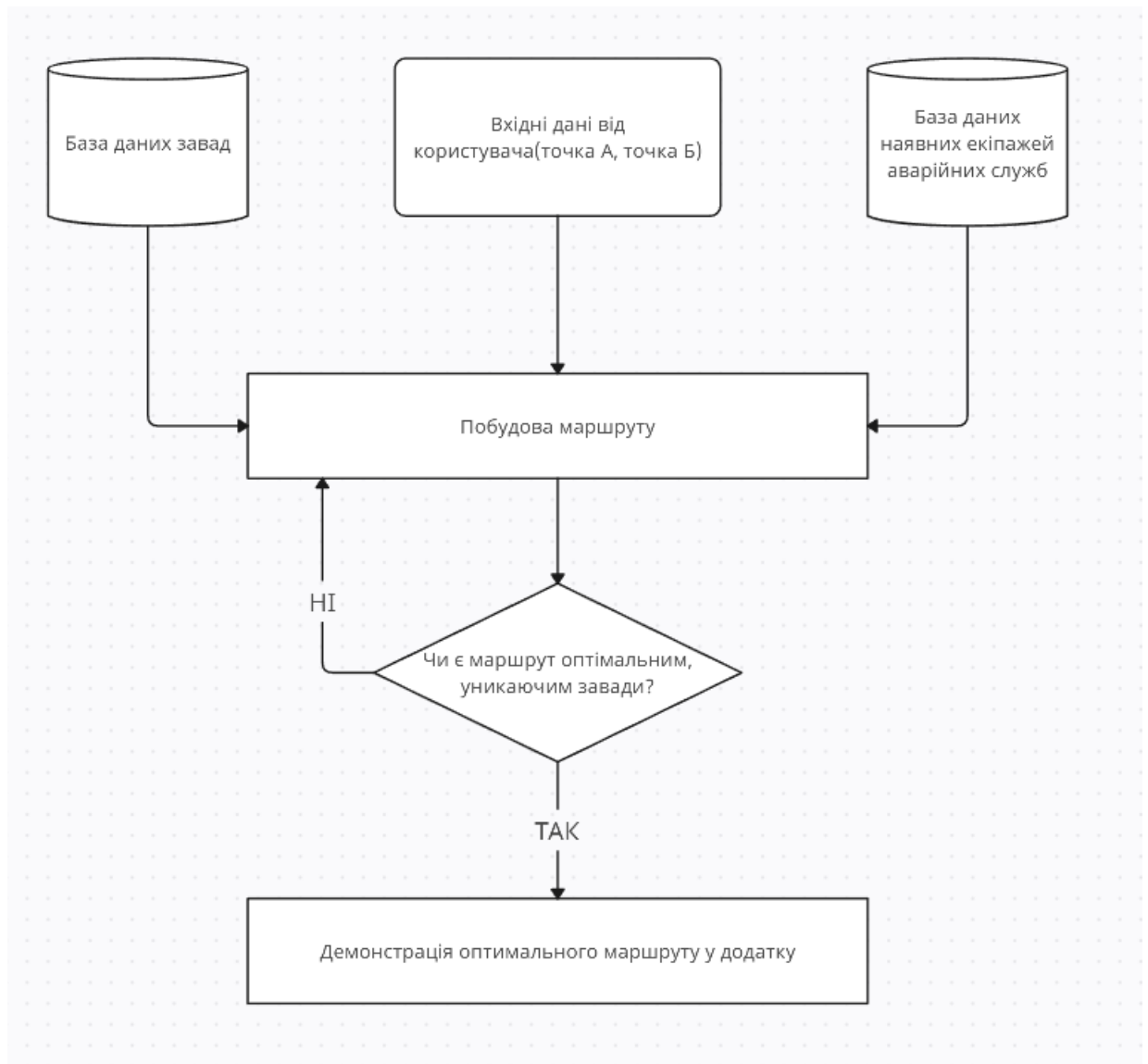


Рисунок 2.2 — Схема побудови оптимального маршруту

Розглянемо взаємодію користувача з веб-застосунком покроково:

1. Користувач відкриває веб-застосунок, де він бачить мапу міста, доступну для інтерактивної взаємодії.
2. Користувач обирає точку А на мапі, використовуючи маркер або вводячи адресу у відповідне поле.

3. Користувач обирає точку Б на мапі, використовуючи маркер або вводячи адресу в відповідне поле.
4. Після того, як користувач вибрав точки А та Б, веб-застосунок запитує сервер Марбох про оптимальний маршрут між цими точками.
5. Сервер Марбох розраховує оптимальний маршрут, враховуючи усі завади на транспортних магістралях (які додав диспетчер).
6. Веб-застосунок відображає на мапі оптимальний маршрут з точки А до точки Б, який уникає завад.
7. Користувач може збільшувати або зменшувати масштаб мапи, щоб отримати більш детальну інформацію про маршрут та його завади.

Таким чином, кожен крок розробленого способу відіграє свою важливу роль у побудові маршруту та його оптимізації.

2.3 Функціональна структура інформаційної системи переміщення між пунктами

Функціональна структура інформаційної системи переміщення між пунктами включає різні модулі та компоненти, які співпрацюють для забезпечення ефективного управління та координації переміщення аварійних служб:

1. Диспетчерський модуль. Цей модуль відповідає за отримання та обробку інформації про завади на дорогах від комунальних служб, поліції та інших джерел. Він отримує дані про завади на дорогах від комунальних служб, поліції та дронів, що стежать за трафіком міста. Ці дані передаються в модуль маршрутизації, де вони використовуються для побудови найкоротшого маршруту з урахуванням завад та інших факторів. Потім модуль маршрутизації передає оптимальний маршрут в модуль візуалізації, який відображає його на мапі.
2. Модуль маршрутизації. Цей модуль відповідає за обробку інформації про завади та побудову найкоротшого маршруту для аварійних служб. Він

використовує алгоритми пошуку найкоротшого шляху, алгоритм A*, для врахування завад та знаходження оптимального шляху. Модуль також може враховувати додаткові фактори, такі як обмеження швидкості або попередження про небезпечні ділянки дороги.

3. Модуль візуалізації. Цей модуль відповідає за візуальне відображення інформації про маршрути та завади на мапі. Він інтегрується з веб-застосунком на основі Mapbox і використовує його функціональні можливості для відображення мапи міста, маркерів пунктів призначення та шляхів

4. Модуль комунікації. Цей модуль забезпечує комунікацію між диспетчерським центром та аварійними службами. Він може включати наступні функціональні компоненти:

- Система обміну повідомленнями. Цей компонент дозволяє передавати повідомлення та команди між диспетчерським центром та аварійними службами. Він забезпечує швидку та надійну доставку повідомлень, що дозволяє диспетчеру надати важливі інструкції та оновлення службам на місці події.

- Відеозв'язок. Цей компонент дозволяє диспетчеру та аварійним службам встановлювати відеозв'язок для більш детального обговорення ситуації, обміну візуальною інформацією та забезпечення керівництва на місці події.

- GPS та слідкування. Цей компонент використовує технологію GPS для визначення місцезнаходження аварійних служб. Диспетчер може відстежувати рух автомобілів та слідкувати за їхнім розташуванням на мапі. Це дозволяє диспетчеру більш ефективно керувати розподілом ресурсів та надсилати найближчу службу на місце події.

- Журнал подій. Цей компонент записує всі важливі події, команди та обмін повідомленнями між диспетчерським центром та аварійними службами. Журнал подій – це історичний звіт про взаємодію та прийняті рішення.

Така функціональна структура дозволяє системі оперативно обробляти дані про завади чи ризики, будувати оптимальні маршрути та забезпечувати

зручну комунікацію між диспетчерським центром та аварійними службами. В результаті аварійні служби можуть швидко та ефективно реагувати на надзвичайні ситуації, покращуючи рівень безпеки та ефективність своїх дій.

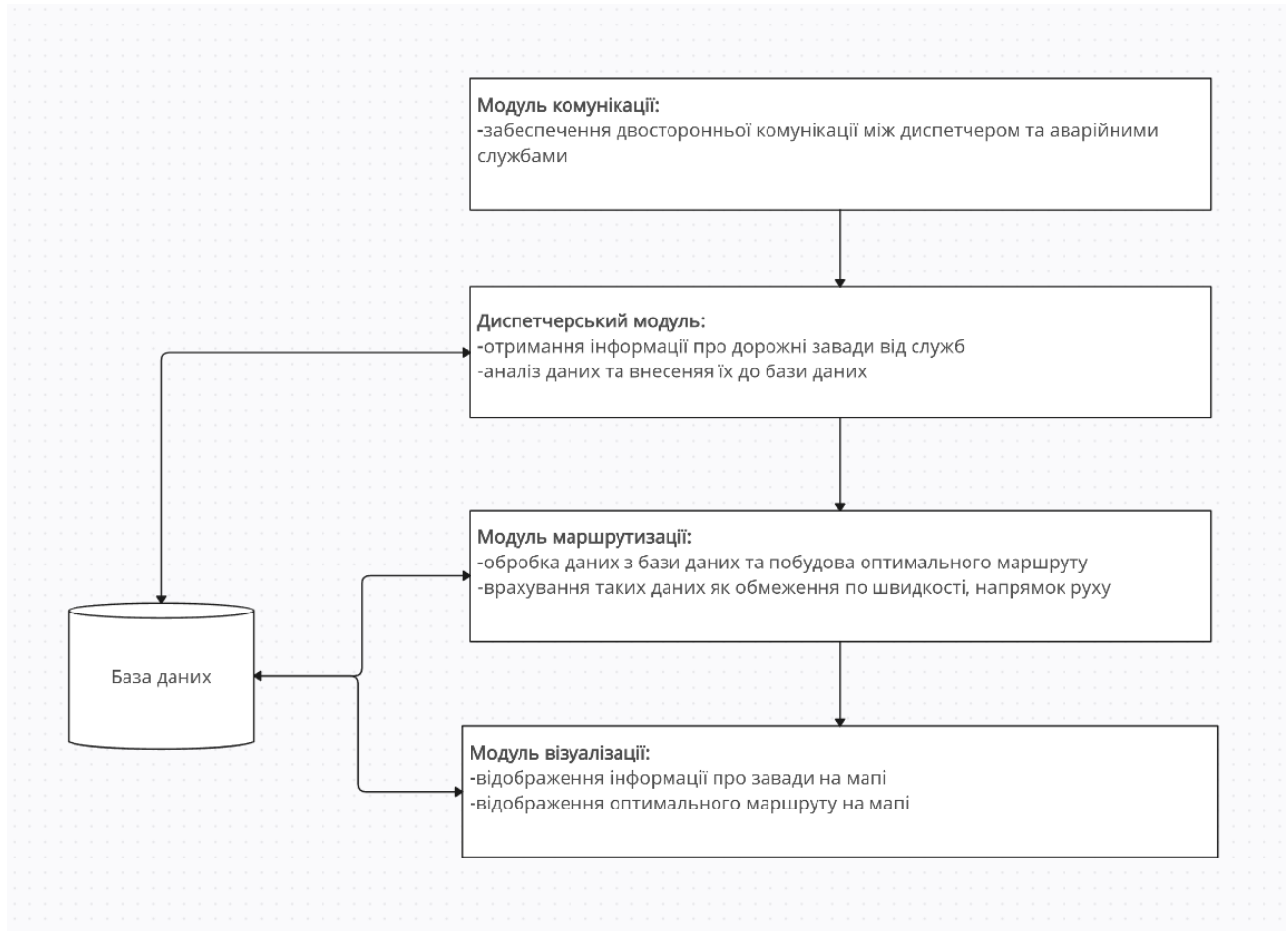


Рисунок 2.3 – Схема взаємодії модулів інформаційної системи

Таким чином, структура інформаційної системи в достатній мірі описує предметну область та функціональну взаємодію її модулів.

2.4 Проектування структури інформаційної системи

Проектування структури інформаційної системи включає розробку діаграм взаємодії та опис бази даних, які використовуються в застосунку для керування інформацією про наявні екіпажі, дороги, водіїв, завади та інші важливі дані. Основною метою проектування є створення ефективною та надійною

структури, яка забезпечує потрібну функціональність і зручну роботу з системою.

Одним з ключових елементів проектування є діаграми взаємодії, які відображають спосіб взаємодії користувачів з веб-застосунком. Наприклад, можуть бути розроблені діаграми (рисунок 2.4), що показують вхідні дані, взаємодію з мапою, вибір точок А та Б, обробку інформації про завади, побудову найкоротшого маршруту та відображення результатів користувачу. Ці діаграми допомагають уявити послідовність операцій та потік даних в системі.



Рисунок 2.4 – Діграма взаємодії користувача з застосунком

Крім того, структура бази даних грає важливу роль у проектуванні інформаційної системи. База даних (рисунок 2.5) містить інформацію про наявні екіпажі, дороги, водіїв, завади та інші дані, необхідні для оптимального побудови маршрутів та керування даними в системі. Дизайн бази даних може включати таблиці, які зберігають інформацію про різні сутності та взаємозв'язки

між ними, запити для отримання необхідних даних та зв'язки між таблицями для забезпечення цілісності даних.



Рисунок 2.5 – Даталогічна модель для ІС

Головною таблицею є «Маршрут» (Таблиця 2.1)

Таблиця 2.1 – Атрибути таблиці БД «Маршрут»

№ п/п	Назва	Тип поля	Опис
1	Ід_маршруту	int	Первинний ключ призначений для ідентифікації маршруту
2	Ід_екіпажу	int	Первинний ключ призначений для ідентифікації екіпажу, який виїхав на виклик
3	Ід_водія	int	Первинний ключ призначений для ідентифікації водія
4	Ід_дороги	int	Первинний ключ призначений для ідентифікації об'єкта дороги
5	Ід_завад	int	Первинний ключ призначений для

			ідентифікації завад на шляху
6	Дата та час початку	datetime	Дата та час початку виїзда на виклик.
7	Дата та час завершення	datetime	Дата та час завершення виклику.

У Таблицю 2.2 заносяться дані про доступні екіпажі та необхідні характеристики.

Таблиця 2.2 – Атрибути таблиці БД «Екіпажі»

№ п/п	Назва	Тип поля	Опис
1	Ід	int	Первинний ключ призначений для ідентифікації екіпажу
2	Ім'я	nvarchar(50)	Ім'я відповідальної людини в екіпажі
3	Прізвище	nvarchar(50)	Прізвище відповідальної людини в екіпажі
4	Посада	nvarchar(50)	Посада відповідальної людини в екіпажі

У Таблицю 2.3 заносяться дані про доступних водіїв та необхідні характеристики, в тому числі, наявність у них прав.

Таблиця 2.3 – Атрибути таблиці БД «Водії»

№ п/п	Назва	Тип поля	Опис
1	Ід	int	Первинний ключ призначений для ідентифікації екіпажу
2	Ім'я	nvarchar(50)	Ім'я водія
3	Прізвище	nvarchar(50)	Прізвище водія

4	Водійські права	char	Тип прав, наданих водію

У Таблицю 2.4 заносяться дані про доступні дороги та необхідні характеристики.

Таблиця 2.4 – Атрибути таблиці БД «Дороги»

№ п/п	Назва	Тип поля	Опис
1	Ід	int	Первинний ключ, призначений для ідентифікації дороги
2	Назва	nvarchar(50)	Назва дороги
3	Координати	nvarchar(50)	Геопросторові координати дороги

У Таблицю 2.5 заносяться дані про заводи та необхідні характеристики.

Таблиця 2.5 – Атрибути таблиці БД «Завади»

№ п/п	Назва	Тип поля	Опис
1	Ід	int	Первинний ключ, призначений для ідентифікації заводи
2	Опис	nvarchar(1000)	Опис заводи
3	Координати	int	Координати заводи
4	Статус	int	Статус заводи

У процесі проектування структури інформаційної системи також можуть бути розглянуті інші аспекти, такі як безпека, масштабованість та інтеграція з іншими системами.

Питання безпеки включають захист інформації, автентифікацію та авторизацію користувачів, контроль доступу до даних та захист від несанкціонованого втручання. Для цього можуть бути використані різні заходи, такі як шифрування даних, використання безпечних протоколів передачі, засоби автентифікації користувачів та механізми контролю доступу.

Масштабованість є важливим аспектом проектування, оскільки система повинна бути здатна працювати ефективно при зростанні обсягів даних та навантаження. Це може включати використання розподіленої архітектури, горизонтального та вертикального масштабування, кешування даних та інші стратегії для забезпечення швидкодії та доступності системи.

Інтеграція з іншими системами може бути важливою вимогою для інформаційної системи переміщення між пунктами. Наприклад, система може потребувати інтеграції з системами комунальних служб для отримання інформації про завади на дорогах або з системами GPS для отримання даних про розташування автомобілів. Інтеграція може вимагати використання стандартів обміну даними, API та інших технологій для забезпечення зв'язку та взаємодії з іншими системами.

Структура інформаційної системи включає організацію компонентів та їх взаємодію для ефективного функціонування системи побудови найкоротшого шляху для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях. Основні компоненти та їх взаємозв'язки в структурі інформаційної системи наступні:

1. Користувацький інтерфейс (UI): Цей компонент забезпечує взаємодію користувача з системою. Він може бути реалізований у вигляді веб-інтерфейсу, застосунку для мобільних пристроїв або іншого типу інтерфейсу. Користувацький інтерфейс дозволяє користувачам вводити дані, переглядати результати, змінювати налаштування та взаємодіяти з системою відповідно до їх потреб.

2. Компонент обробки даних: Цей компонент відповідає за обробку та аналіз даних, необхідних для побудови найкоротшого шляху. Він включає алгоритми та методи розрахунку оптимальних маршрутів, виявлення завад та вибору альтернативних шляхів. Компонент обробки даних отримує вхідні дані з інтерфейсу користувача, бази даних та інших джерел, обробляє їх та генерує оптимальні маршрути для спеціальних служб.

3. База даних: Цей компонент використовується для зберігання та організації даних, необхідних для функціонування системи. Вона містить інформацію про географічні об'єкти, дорожні мережі, завади та інші відповідні дані. База даних забезпечує доступ до даних для обробки та відображення на користувальницькому інтерфейсі.

4. Модуль побудови маршруту: Цей модуль відповідає за побудову оптимальних маршрутів на основі отриманих даних. Він використовує алгоритми та методи побудови найкоротшого шляху, враховуючи наявність завад та інших обмежень. Модуль побудови маршруту взаємодіє з базою даних та іншими компонентами системи для генерації оптимальних маршрутів.

5. Модуль візуалізації: Цей модуль відповідає за візуалізацію згенерованих маршрутів та інших даних на карті або інших візуальних елементах. Він забезпечує зручне відображення результатів для користувача, дозволяючи легко аналізувати та редагувати маршрути.

6. Модуль адміністрування: Цей модуль відповідає за управління системою, включаючи керування користувачами, налаштування системи, моніторинг та реєстрацію подій. Він забезпечує можливість створення та управління обліковими записами користувачів, налаштування параметрів системи та відстеження її роботи.

Ці компоненти взаємодіють між собою, обмінюючись даними та виконуючи певні операції для забезпечення функціонування системи побудови найкоротшого шляху для спеціальних служб. Їх організація та взаємозв'язки залежать від конкретних вимог та потреб проєкту, а також від технологій, що використовуються для розробки системи.

2.5 Алгоритм пошуку оптимального маршруту

Вибір алгоритму пошуку нового маршруту є важливим етапом розробки веб-застосунку для побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях. Для цього була застосована низка основних кроків, описаних нижче:

1. Сховати відображення поточного маршруту і прямокутника, встановивши їх прозорість на нуль. Це дозволяє очистити попередні дані і підготувати мапу для наступних обчислень.

2. Перевірити, чи досягнуто максимальну кількість спроб. Якщо так, викликати функцію `noRoutes`, яка обробляє ситуацію, коли неможливо знайти новий маршрут і повідомляє про це користувачу.

3. Якщо максимальна кількість спроб не досягнута, продовжувати обробку маршрутів. Це дозволяє забезпечити можливість пошуку альтернативних маршрутів.

4. Для кожного маршруту з отриманої події виконуються наступні дії:

- Зробити маршрут та прямокутник видимими для подальшої обробки.
- Отримати геодані у форматі `GeoJSON LineString` для маршруту. Ці дані використовуються для подальших розрахунків і візуалізації маршруту на карті.

– Створити обмежувальний прямокутник навколо цього маршруту. Цей прямокутник визначає область пошуку для нового маршруту.

– Оновити дані для маршруту на карті, щоб відобразити його та обмежувальний прямокутник.

– Перевірити, чи перешкоди не перетинаються з маршрутом. Для цього порівнюються координати перешкод з координатами маршруту та обмежувального прямокутника.

5. В залежності від наявності перешкод виконуються наступні дії:

– Якщо перешкод немає, встановити відповідні значення змінних, оновити відображення маршруту на карті та скинути лічильник спроб. Це означає, що знайдений маршрут є прийнятним і може бути використаний без необхідності корекцій.

– Якщо перешкоди є, збільшити лічильник спроб, збільшити область пошуку та оновити маршрут з використанням нової точки шляху. Це дозволяє продовжувати пошук альтернативних маршрутів, які обходять завади.

6. Після кожного обробленого маршруту додається новий розділ звіту в бічну панель. Цей звіт містить інформацію про знайдений маршрут, його час.

Такий підхід до вибору алгоритму пошуку нового маршруту дозволяє системі ефективно виявляти та уникати завад на транспортних магістралях, забезпечуючи швидкість та оптимальність переміщення для спеціальних служб.

Розділ 3

Програмна реалізація інформаційної системи з використанням запропонованого способу побудови найкоротшого шляху

3.1 Структура модулів системи, їх взаємозв'язок

Для програмної реалізації інформаційної системи переміщення між пунктами з використанням способу побудови найкоротшого шляху на основі Mapbox Api можна скористатися рядом інструментів та технологій.

Основні етапи програмної реалізації такого веб-застосунку:

1. Створення користувацького інтерфейсу для вибору точки А та точки Б на мапі міста.
2. Підключення Mapbox Api до веб-застосунку, отримання ключа API та налаштування мапи міста для користування API.
3. Використання алгоритму A^* для побудови найкоротшого шляху між двома вибраними точками на мапі.
4. Врахування інформації про завади на транспортних магістралях, яку надає диспетчер, при побудові маршруту.
5. Відображення найкоротшого маршруту на мапі міста та відображення інформації про час та довжину маршруту.

Для реалізації веб-застосунку можна використовувати різні технології та мови програмування. Тут використані такі інструменти, як HTML, CSS, JavaScript та бібліотеки для взаємодії з Mapbox Api, наприклад Mapbox GL JS та Turf.js.

Структура веб-застосунку передбачає розбиття на модулі для кращої організації та підтримки коду. Модулі веб-застосунку включають:

1. Модуль користувацького інтерфейсу. Він відповідає за створення інтерактивного інтерфейсу для вибору точок А та Б на мапі міста. Цей

модуль використовує HTML, CSS та JavaScript для створення форми та відображення мапи.

2. Модуль підключення Mapbox API. Він забезпечує підключення до Mapbox API та отримання ключа API для використання мапи міста. Цей модуль використовує JavaScript для ініціалізації та конфігурації мапи з використанням отриманого ключа API.

3. Модуль побудови найкоротшого шляху. Цей модуль використовує алгоритм A* для побудови найкоротшого маршруту між вибраними точками на мапі. Він отримує дані про маршрут та завади з модуля управління базою даних та використовує JavaScript для виконання алгоритму побудови шляху.

4. Модуль відображення маршруту та інформації. Цей модуль відповідає за візуалізацію найкоротшого маршруту на мапі міста та відображення інформації про час та довжину маршруту. Він використовує JavaScript та бібліотеки, такі як Mapbox GL JS та Turf.js, для відображення маршруту та обчислення відстаней.

Ці модулі взаємодіють між собою через передачу даних та виклик функцій. Наприклад, модуль користувальницького інтерфейсу передає вибрані точки А та Б модулю побудови найкоротшого шляху, який в свою чергу отримує інформацію про дорожню ситуацію з модуля управління базою даних. Результат побудованого маршруту передається модулю відображення маршруту для візуалізації на мапі міста.

Завдяки такій структурі модулів та їх взаємодії веб-застосунок забезпечує швидкий та ефективний доступ до актуальної інформації про переміщення між пунктами з використанням найкоротшого шляху. Користувачі, зокрема аварійні служби, зможуть оперативно реагувати на надзвичайні ситуації та мінімізувати час прибуття на місце події, що сприятиме безпеці та благополуччю громадян.

3.2 Особливості реалізації способу побудови найкоротшого шляху при завадах на транспортних магістралях

Особливості реалізації способу побудови найкоротшого шляху при завадах на транспортних магістралях можуть бути враховані в контексті веб-застосунку, навіть без використання бази даних. Залежно від обраної архітектури і підходу до реалізації, можна використовувати різні методи та механізми для оптимального врахування завад на магістралях при побудові найкоротшого шляху. Ось кілька можливих підходів:

1. Завантаження даних про завади: Веб-застосунок може мати можливість завантажувати дані про завади із зовнішніх джерел, наприклад, із сервера диспетчерського центру чи публічних джерел інформації про дорожні обставини. Ці дані можуть бути використані для оновлення мапи та побудови найкоротшого шляху з урахуванням цих завад.

2. Реал-тайм оновлення: Веб-застосунок може мати можливість отримувати оновлену інформацію про завади в режимі реального часу, використовуючи певні механізми або сервіси. Наприклад, можливо використовувати технологію веб-сокетів для отримання сповіщень про нові завади або зміни існуючих завад на магістралях.

3. Алгоритмічне врахування завад: Веб-застосунок може мати вбудований алгоритм, який на основі отриманих даних про завади враховує їх при побудові найкоротшого шляху. Наприклад, можливо застосувати модифікований алгоритм A* або інший алгоритм для пошуку найкоротшого шляху, який додатково враховує завади на магістралях і обирає оптимальний шлях, оминаючи їх.

4. Користувальницьке визначення завад: Застосунок може надавати можливість користувачам самостійно вказувати наявність завад на транспортних магістралях. Наприклад, користувачі можуть відмічати аварії, ремонти або інші перешкоди, які вони спостерігають на дорозі. Ці дані можуть бути використані

для оновлення інформації про завади та врахування їх при побудові найкоротшого шляху.

3.2.1 Вибір IDE

Вибір інтегрованого середовища розробки (IDE) є важливим кроком при розробці веб-застосунку. Sublime Text — популярний текстовий редактор з великою кількістю корисних функцій, які можуть бути використані для розробки веб-застосунків. Ось кілька переваг використання Sublime Text у контексті розробки веб-застосунків:

1. Легкість використання: Sublime Text має простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що полегшує роботу розробників. Він пропонує широкий набір функцій та плагінів, які допомагають підвищити продуктивність та зручність роботи.

2. Розширюваність: Sublime Text надає можливість розширення функціональності за допомогою плагінів. Є велика спільнота розробників, яка активно створює та підтримує плагіни для покращення робочого процесу. Це дозволяє налаштувати редактор під свої потреби та використовувати потужні інструменти для розробки веб-застосунків.

3. Підсвічування синтаксису та автодоповнення: Sublime Text надає можливість автоматичного підсвічування синтаксису мов програмування, що допомагає виявляти помилки та полегшує розробку. Він також підтримує автодоповнення, що забезпечує швидкий доступ до доступних функцій, методів та змінних, що прискорює процес створення коду.

4. Мультиплатформність: Sublime Text доступний для різних операційних систем, включаючи Windows, macOS і Linux. Це дозволяє розробникам працювати у своєму улюбленому середовищі, незалежно від платформи, що робить Sublime Text гнучким і зручним варіантом для розробки веб-застосунків.

Назвемо деякі додаткові переваги використання Sublime Text у контексті розробки веб-застосунків:

1. Швидкість та продуктивність: Sublime Text славиться своєю швидкістю роботи і низькими вимогами до системних ресурсів. Це дозволяє розробникам працювати ефективно і швидко в цьому середовищі, що не знижує їхню продуктивність.

2. Мультиредакція: Sublime Text дозволяє відкривати та працювати з кількома файлами одночасно, що полегшує навігацію та взаємодію з кодом. Це корисно під час одночасної роботи з різними частинами веб-застосунку.

3. Командний рядок та вбудовані інструменти: Sublime Text має вбудований командний рядок, що дозволяє виконувати різні дії та операції безпосередньо з редактора. Він також підтримує використання власних скриптів та інструментів для автоматизації рутинних задач.

4. Підтримка розробки мов програмування: Sublime Text надає підтримку для багатьох мов програмування, що використовуються в розробці веб-застосунків, включаючи HTML, CSS, JavaScript, PHP, Python та інші. Він надає можливості підсвічування синтаксису, автодоповнення та інші інструменти, що сприяють ефективному написанню коду.

Загалом, Sublime Text є потужним і гнучким редактором, який може бути використаний для розробки веб-застосунків. Його простий інтерфейс, розширюваність, швидкість та підтримка різних мов програмування роблять його популярним серед розробників, саме тому зупиняємо свій вибір на SublimeText 4.

3.2.2 Вибір програмного середовища

Вибір мови програмування для розробки веб-застосунків є важливим кроком, і вибір фронтенд-технологій, таких як HTML, CSS і JavaScript, є

розумним. Ось кілька обґрунтувань, чому ці мови програмування є універсальними і популярними для розробки веб-застосунків:

1. HTML (HyperText Markup Language): HTML є стандартною мовою розмітки для веб-сторінок. Вона використовується для створення структури та семантики веб-документа. HTML визначає елементи, такі як заголовки, абзаци, списки, посилання і форми, які дозволяють створювати зрозумілу та доступну структуру веб-сторінок.

2. CSS (Cascading Style Sheets): CSS використовується для візуального оформлення веб-сторінок. Вона визначає стиль, розміщення, кольори та інші аспекти вигляду елементів на сторінці. CSS дозволяє розділити вміст (HTML) від його представлення (стили), що дозволяє розробникам легко змінювати вигляд і макет веб-сторінок.

3. JavaScript: JavaScript є мовою програмування, яка дозволяє реалізувати взаємодію та динаміку на веб-сторінках. Вона використовується для створення веб-застосунків, додавання взаємодії з користувачем, маніпуляції елементами сторінки, виконання асинхронних запитів до сервера та багатьох інших функцій.

4. JavaScript є однією з найпопулярніших мов програмування веб-застосунків і має широкую підтримку та набір ресурсів.

Обрані вказані фронтенд-технології (HTML, CSS і JavaScript) дозволять створити повноцінний веб-застосунок зі структурою, виглядом та функціональністю.

HTML забезпечує основну структуру веб-застосунку, включаючи розміщення елементів, визначення заголовків, абзацив, списків та інших елементів веб-сторінки. За допомогою HTML можна логічно організувати контент застосунку та встановити зв'язки між його різними частинами.

CSS дозволяє стильово оформити розроблений веб-застосунок. Можна визначити кольори, шрифти, розміри, межі, фонові зображення та багато іншого

за допомогою CSS. Це дозволяє створювати привабливий та зручний вигляд для користувачів веб-застосунку.

JavaScript є потужною мовою програмування, яка додає динаміку та інтерактивність до веб-застосунку. Тому можна використовувати JavaScript для обробки подій, валідації форм, анімацій, маніпуляції DOM (Document Object Model), взаємодії з сервером за допомогою AJAX-запитів та багатьох інших функцій. JavaScript є основою для багатьох популярних фреймворків та бібліотек, які розширюють можливості розробки веб-застосунків.

Вибір цих фронтенд-технологій дозволить створити динамічний і взаємодіючий веб-застосунок, який буде виглядати естетично та матиме зручний інтерфейс для користувачів. Крім того, є багато зручних JavaScript-бібліотек з прикладами для обраного кейсу (Turf.js, Mapbox). Це дозволить скористатися готовими рішеннями та спростити розробку певних функціональних блоків веб-застосунку.

Загалом, вибір HTML, CSS і JavaScript для фронтенд-розробки веб-застосунку є раціональним, оскільки вони є основними і широко підтримуваними технологіями, які дозволяють створювати привабливі, функціональні та інтерактивні веб-застосунки.

3.2.3 Інструментарій забезпечення прокладання маршруту

Вибір Mapbox для прокладання маршруту є раціональним і обґрунтованим вибором. Mapbox є потужним інструментом географічної візуалізації та роботи з мапами, який надає широкі можливості для створення інтерактивних веб-застосунків з функціоналом переміщення між пунктами. Ось деякі переваги використання Mapbox у цьому проекті:

1. Потужність та гнучкість: Mapbox надає багато функціональних можливостей, що дозволяють взаємодіяти з мапою, відображати шари, маркери, малювати лінії та полігональні області, змінювати розмір та стиль мапи, а також

використовувати анімацію та ефекти. Також можемо точно налаштувати зовнішній вигляд та функціональність мапи залежно від потреби.

2. Документація та підтримка: Mapbox має добре організовану та докладну документацію, яка надає пояснення та приклади використання його функцій. Будь-хто зможе швидко засвоїти основи та ефективно використовувати його в своєму проєкті. Крім того, Mapbox також має активну спільноту розробників, яка може надати підтримку та відповісти на питання.

3. Розширюваність: Mapbox дозволяє розширити його функціональність за допомогою додаткових бібліотек та інструментів. Наприклад, Mapbox GL JS є потужною JavaScript-бібліотекою для взаємодії з Mapbox, яка дозволяє додавати шари, маркери, змінювати стиль мапи та багато іншого. Крім цього, є інші додаткові бібліотеки, такі як Turf.js, що надає функціональність для геоаналітики та обробки геоданих.

4. Швидкість та надійність: Mapbox пропонує високу швидкість та надійність обробки геоданих та роботи з мапами. Він оптимізований для ефективного відображення та маніпулювання великими обсягами геоданих, що робить його ідеальним вибором для веб-застосунку з переміщенням між пунктами.

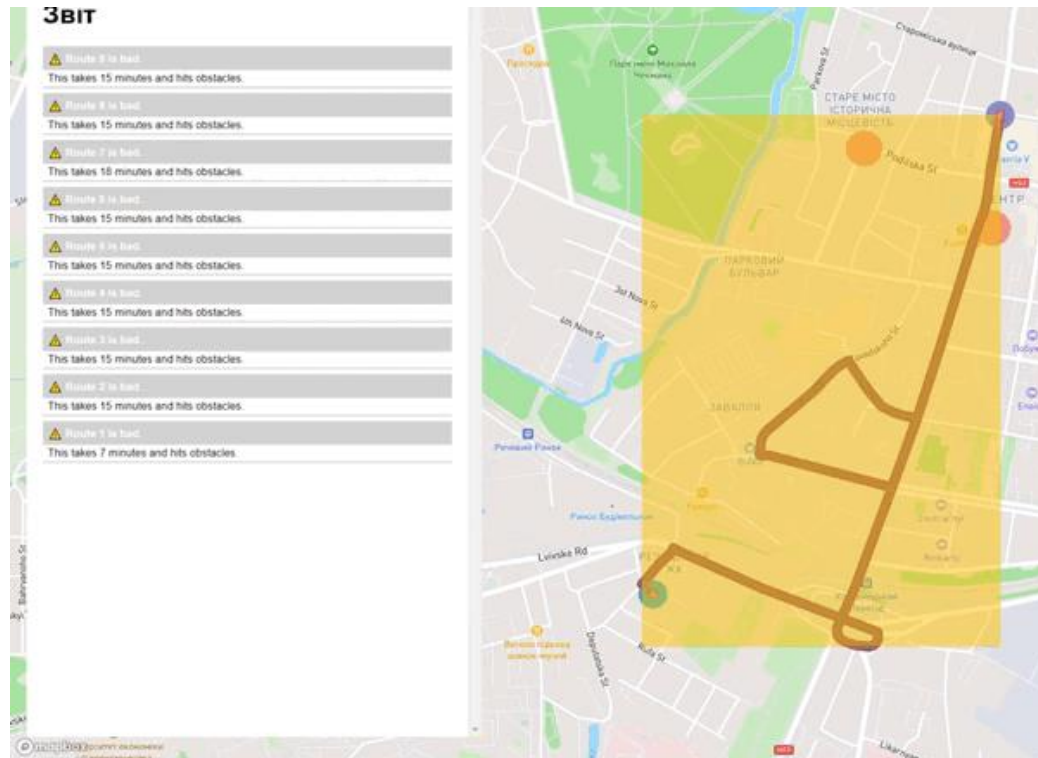


Рисунок 3.1 — Візуалізація роботи Марбох

Загалом, вибір Марбох надає потужний інструментарій для реалізації функціоналу переміщення між пунктами в вашому веб-застосунку. З використанням Марбох можливо створити інтерактивну картографічну систему з підтримкою найкоротших маршрутів, відображенням завад та іншої необхідної інформації.

3.3 Опис функціональних можливостей інформаційної системи

Опис функціональних можливостей інформаційної системи включає перелік основних функцій та операцій, які система може виконувати для задоволення потреб користувачів. В даному випадку, описуватимемо функціональні можливості розробленого веб-застосунку для переміщення між пунктами з використанням побудови найкоротшого шляху на основі Марбох API. Основні функції включають:

1. Вибір пункту А та пункту Б: Користувачі зможуть вибрати вихідну та кінцеву точку на мапі, визначаючи місцезнаходження, від якого вони хочуть почати свій маршрут і до якого місця вони хочуть дістатися.

2. Побудова найкоротшого шляху: З використанням алгоритму А* (A-star), інформаційна система здатна побудувати найкоротший шлях між вибраними пунктами на мапі. Цей алгоритм забезпечує ефективну побудову маршруту, враховуючи відстань та інші фактори.

3. Управління завадами на маршруті: Система буде враховувати інформацію про можливі завади на транспортних магістралях, яку надає диспетчер або вхідні дані. Вибудовуваний маршрут буде уникати таких завад, що дозволить користувачам об'їжджати транспортні пригоди аби діставатися до місця призначення найшвидшим способом.

4. Відображення маршруту на мапі: Після побудови найкоротшого шляху, інформаційна система відобразить цей маршрут на мапі міста, демонструючи точки маршруту та зв'язуючи їх лінією. Це дозволить користувачам візуально спостерігати за своїм маршрутом та легко його розуміти.

5. Відображення інформації про час: Система також буде надавати інформацію про час маршруту між вибраними пунктами. Користувачі зможуть бачити оцінковий час подорожі, що допоможе їм планувати свої переміщення.

Ці функціональні можливості дозволять користувачам зручно та ефективно переміщатися між пунктами, використовуючи інформаційну систему. Вони забезпечать надійну побудову маршрутів, управління завадами та зручне відображення необхідної інформації на мапі.

3.4 Проведення експериментів та дослідження роботи системи

В сучасному світі картографія та геолокація стали невід'ємною частиною життя. Застосунки з маршрутизацією є дуже популярними серед користувачів, які планують свої маршрути по місту. Однак, не всі застосунки забезпечують найкращу швидкість та точність для розрахунку маршрутів. Тут на допомогу

приходять такі гіганти ринку картографії, як GoogleMaps, з їх широким функціоналом та високою точністю розрахунку маршрутів. У цьому пункті розглянемо переваги використання веб-застосунку для переміщення між пунктами на основі Mapbox API та порівняємо його з GoogleMaps (10+ млрд. завантажень у Google Play) та SygicGPS (50 млн завантажень у Google Play).

Головним плюсом розробленого веб-застосунку для переміщення між пунктами є те, що він дозволяє враховувати наявні завади при побудові найкоротшого маршруту, що дозволяє користувачам економити час і зусилля на пошук нового шляху через завади. У порівнянні з Google Maps та Sygic, де в разі наявності завади користувачеві доведеться здійснювати пошук нового найкоротшого маршруту, даний застосунок здійснює автоматичний підрахунок найкоротшого шляху з урахуванням всіх наявних завод. Однією з ключових переваг веб-застосунку є те, що диспетчер екстреної служби може оперативно додавати завади, що виникають на шляху руху. Завдяки можливості додавати завади у режимі реального часу, диспетчер може забезпечити миттєве оновлення оптимального маршруту та дати водію актуальну інформацію щодо шляху.

Це робить застосунок більш зручним та ефективним для використання для екстрених служб, таких як швидка допомога, пожежники та поліція, які повинні швидко і ефективно діяти в умовах обмеженого часу. У порівнянні з іншими інструментами навігації, де потрібно очікувати оновлення карт або інформації про дорожні обставини, веб-застосунок забезпечує більш оперативне та точне визначення найкоротшого шляху між двома пунктами.

Експеримент №1

Нам потрібно доїхати від пожежної станції (буд.1/1, вулиця Героїв Чорнобиля, Хмельницький, Хмельницька область, 29008) до Хмельницького кооперативного торговельно-економічного інституту (Кам'янецька вулиця, 3, Хмельницький, Хмельницька область, 29000). На рисунку 3.2 можна побачити шлях, який проклав GoogleMaps, без завод (обмежень) в умові.

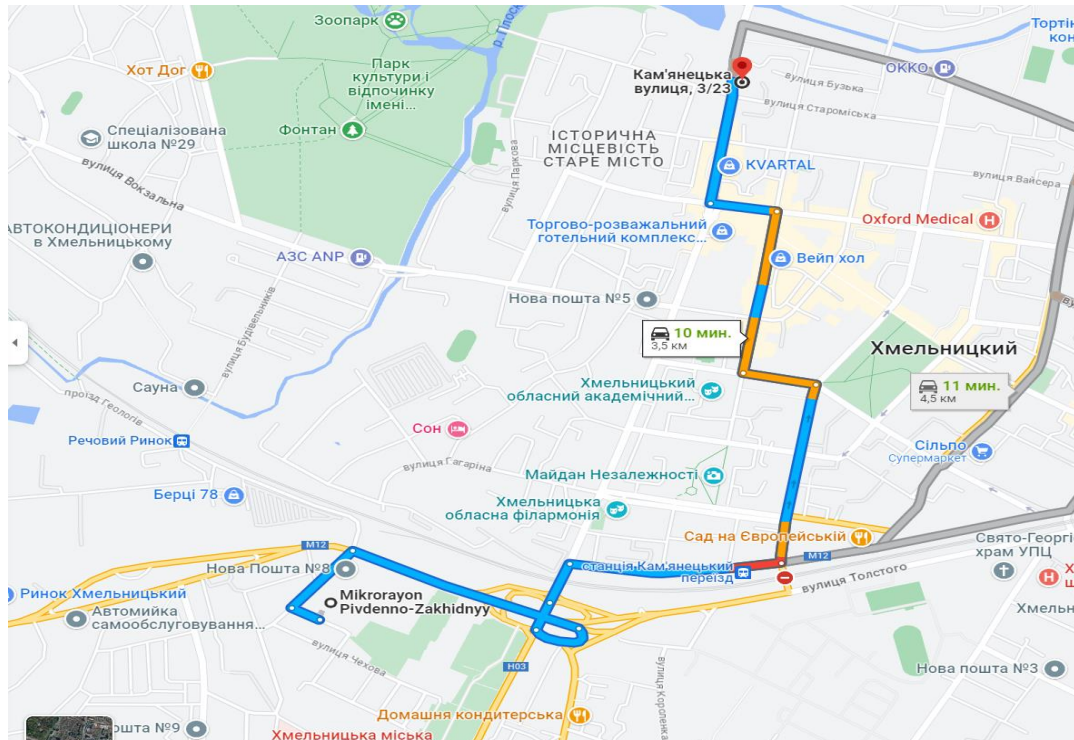


Рисунок 3.2 – Шлях, прокладений GoogleMaps
без врахування завод в умові

На Рисунку 3.3 показано маршрут, який запропонував Sygic:

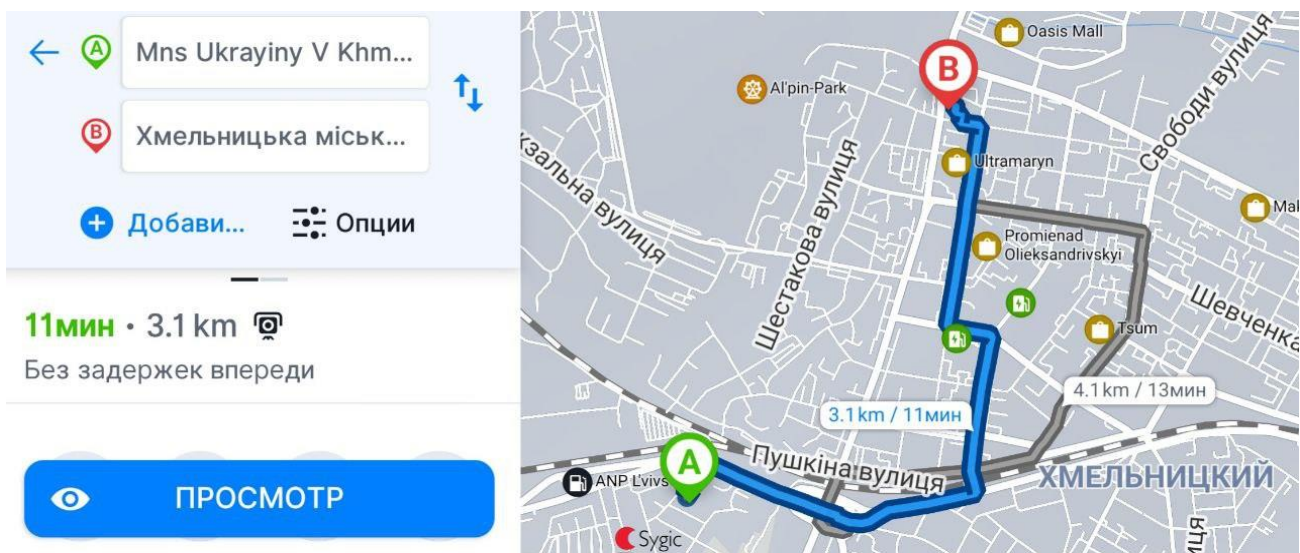


Рисунок 3.3 – Шлях, прокладений Sygic
без врахування завод в умові

Рисунок 3.4 демонструє роботу застосунку EmeMap:

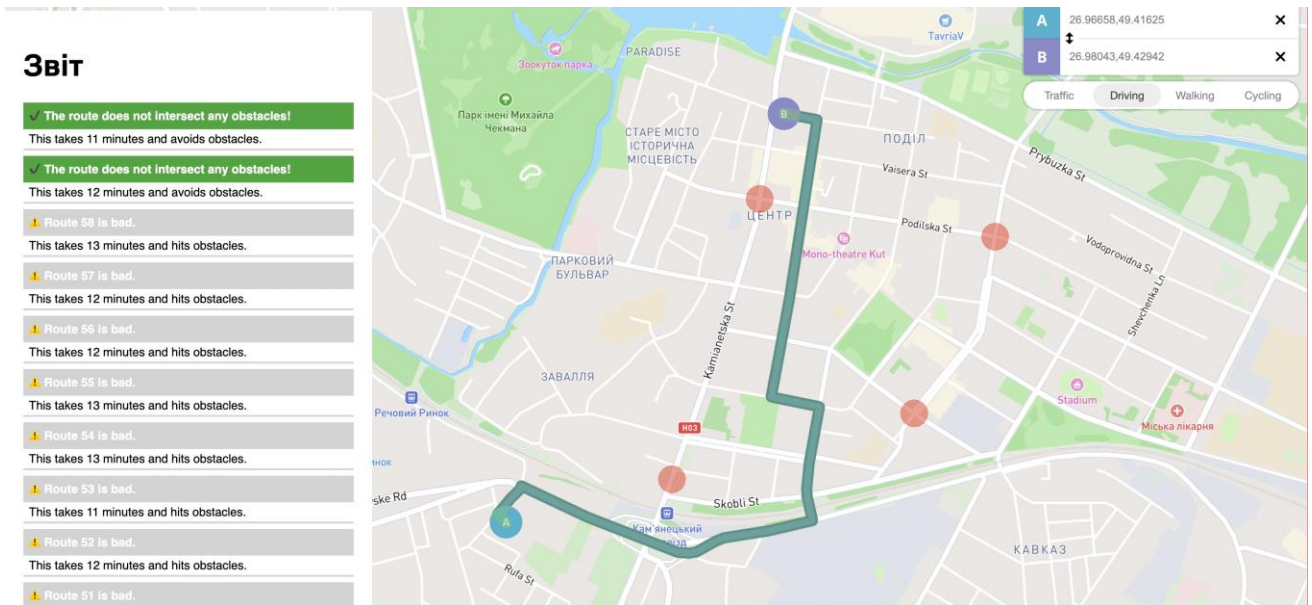


Рисунок 3.4 — Шлях, прокладений ЕтегМар, без завад

Але якщо додамо умовну заваду на перехресті вул. Кам'янецької та вул. Подільська, то доведеться розвертатись назад та їхати іншим шляхом. Рисунок 3.5 добре це демонструє.

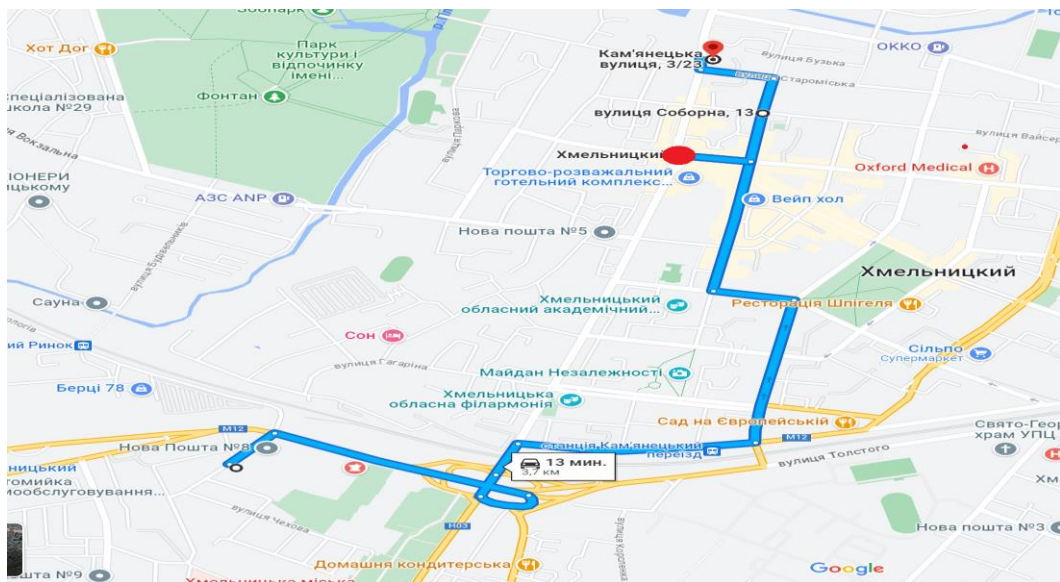


Рисунок 3.5 — Шлях, прокладений GoogleMaps з врахуванням завади в умові

В той же час, застосунок EmerMap показує одразу найкращий варіант, бо одразу знає про заваду (Рисунок 3.6)

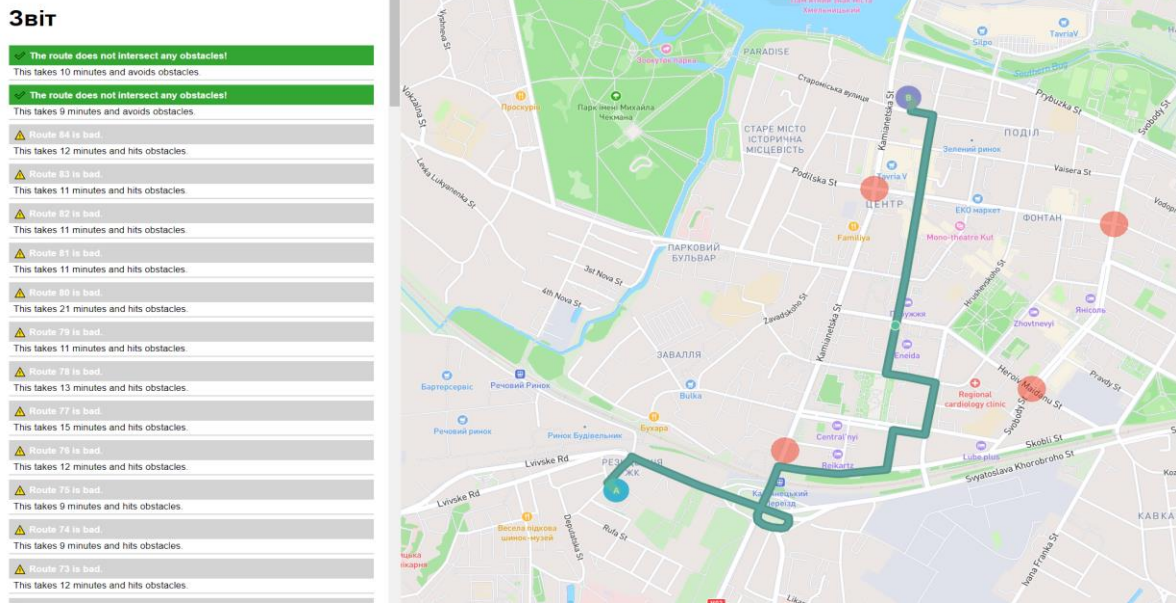


Рисунок 3.6 — Шлях, прокладений EmerMap з врахуванням завади в умові

На цьому прикладі бачимо, що сумарний шлях по GoogleMaps займе 13 хвилин. Sygic в цей раз проклав маршрут повз умовної завади і получив результат 11 хвилин. Маршрут EmerMap – 10 хвилин. Це на 23.08% менше ніж Google та на 9% менше ніж Sygic. Результати на рисунку 3.7:

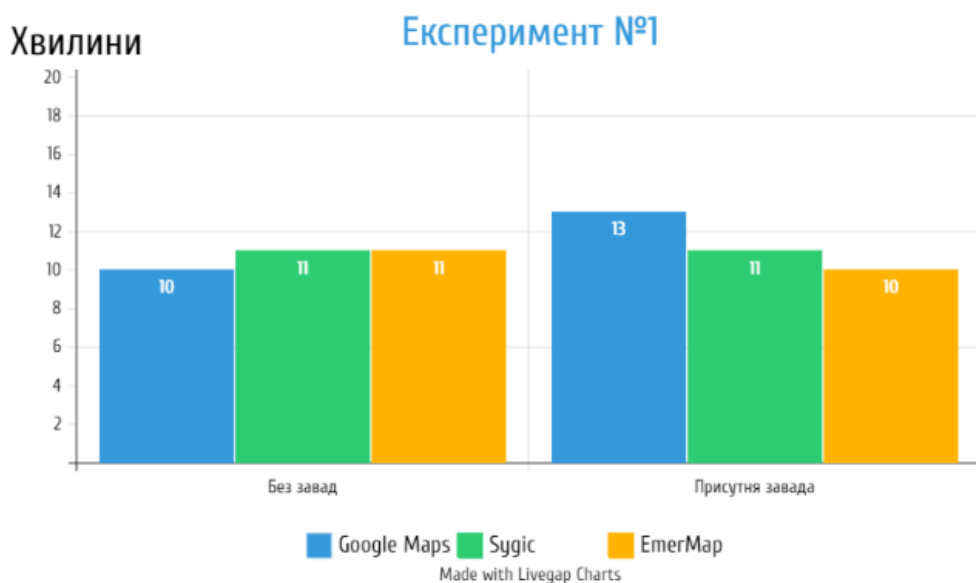


Рисунок 3.7 — Діаграма експерименту №1 (без завад і при заваді)

Експеримент №2

Нам потрібно доїхати від пожежної станції (буд.1/1, вулиця Героїв Чорнобиля, Хмельницький, Хмельницька область, 29008) до Палацу творчості дітей та юнацтва (Свободи вул. 2/1, Хмельницький, Хмельницька, 29000). На Рисунку 3.8 можна побачити шлях, прокладений GoogleMaps, без завад в умові.

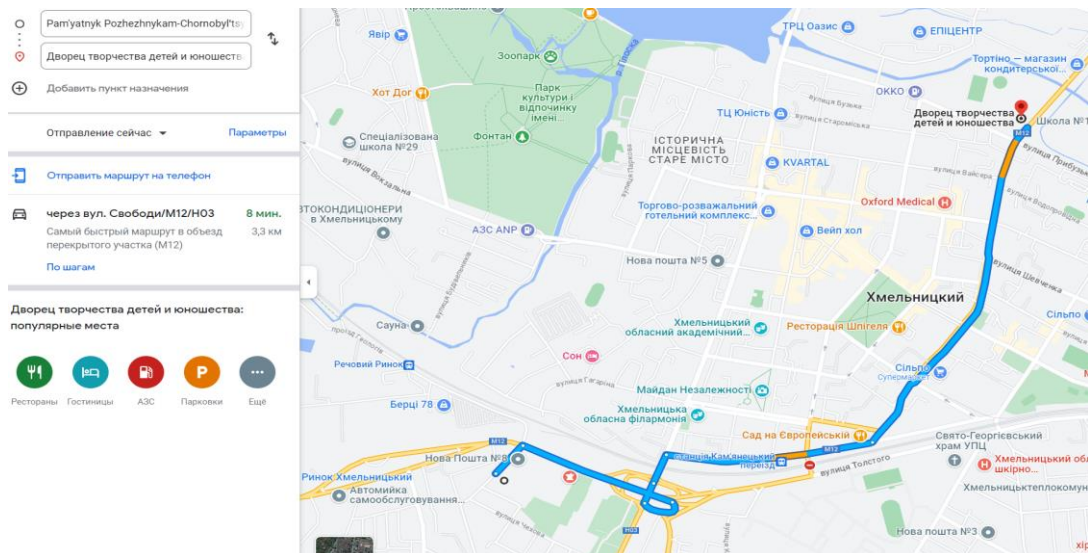


Рисунок 3.8 — Шлях, прокладений GoogleMaps без завад в умові

Рисунок 3.9 показує маршрут, який запропонував Sygic, без завад в умові.

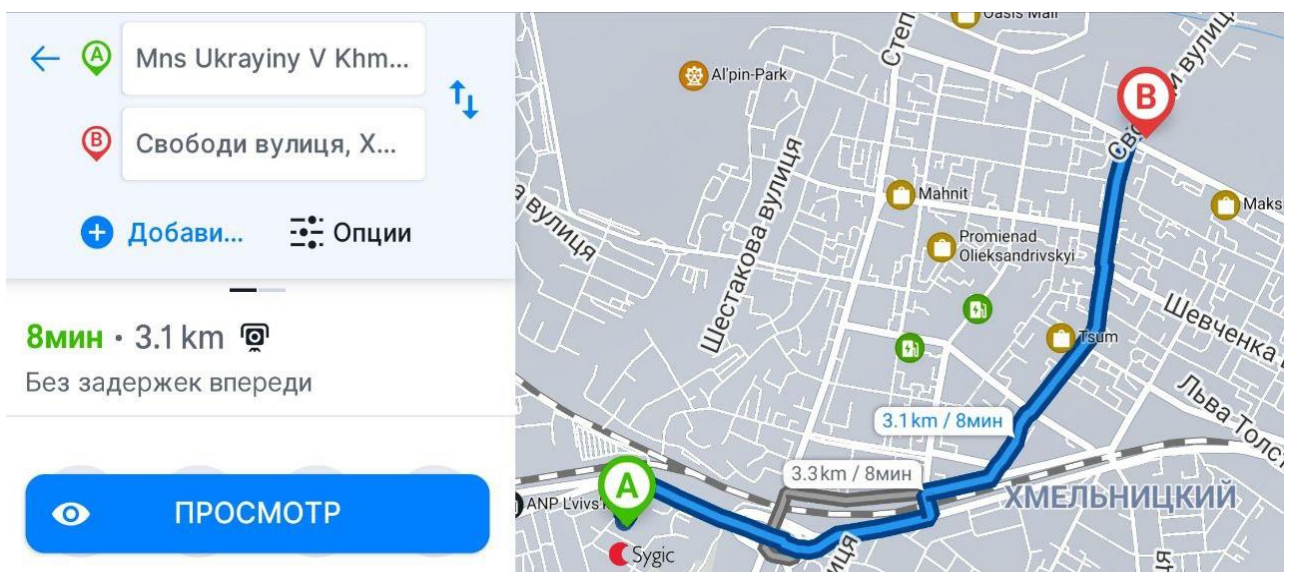


Рисунок 3.9 — Шлях, прокладений Sygic, без завад в умові

Рисунок 3.10 демонструє роботу застосунку EmerMap:

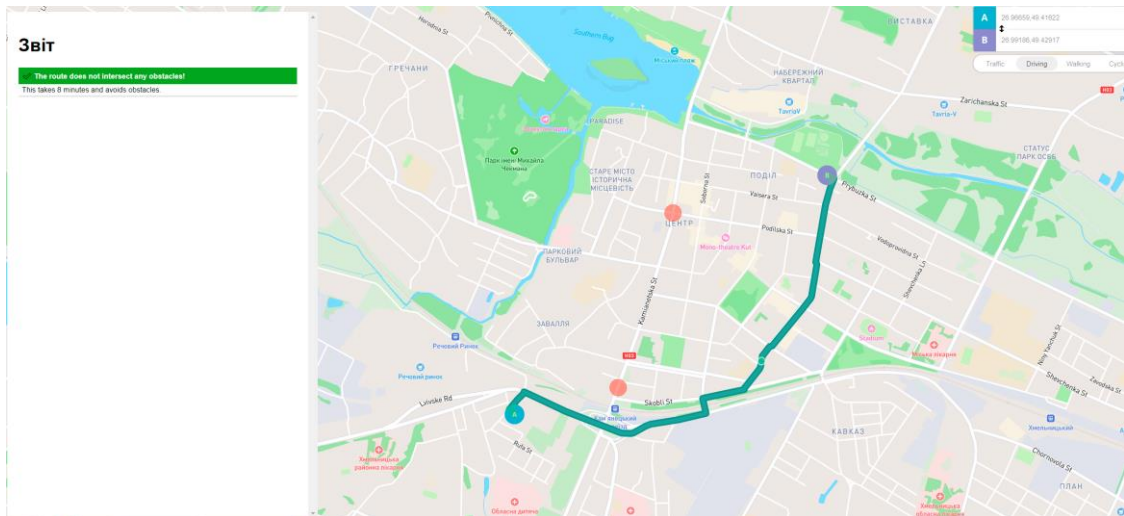


Рисунок 3.10 — Маршрут, прокладений EmerMap, без завад

Але якщо додамо умовну заваду на перехресті вул. Подільської та вул. Свободи, то доведеться розвертатись назад та їхати іншим шляхом. Рисунок 3.11 добре це демонструє.

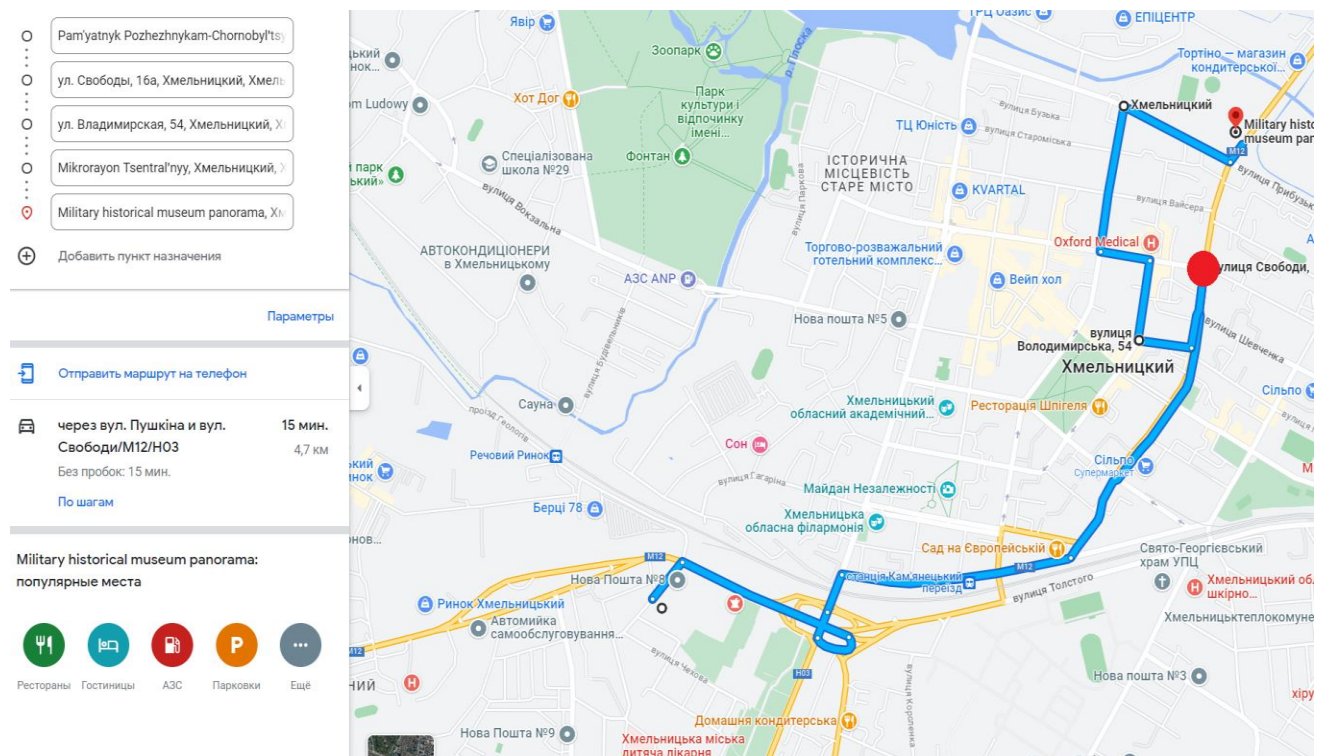


Рисунок 3.11 — Шлях, прокладений GoogleMaps, з врахуванням завади в умові

На Рисунку 3.12 показано маршрут, який запропонував Sygic при врахуванні завади.

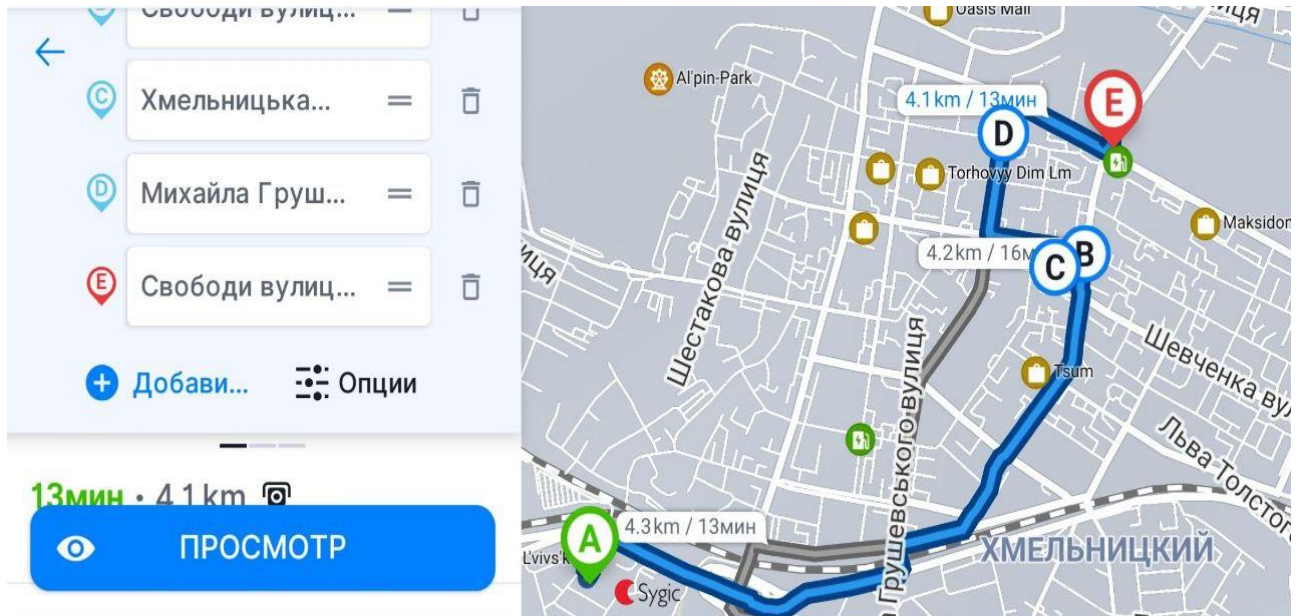


Рисунок 3.12 — Шлях, прокладений Sygic з врахуванням завади в умові

В той же час, застосунок EmeГMap показує одразу найкращий варіант, бо одразу знає про заваду (Рисунок 3.13).

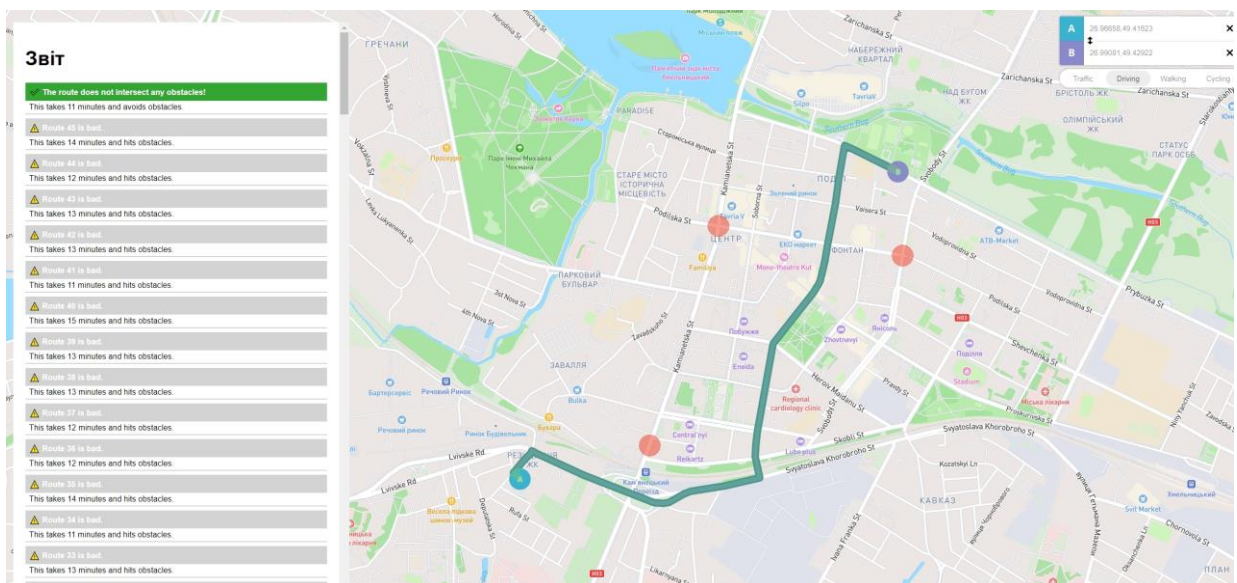


Рисунок 3.13 — Шлях, прокладений EmeГMap з врахуванням завади в умові

На цьому прикладі бачимо, що сумарний шлях за GoogleMaps займе 15 хвилин, за Sygic – 13 хвилин, проте як EmerMap – усього 12 хвилин. Це на 20% менше, ніж Google, та на 7.69% менше, ніж Sygic. Результати на рисунку 3.14:

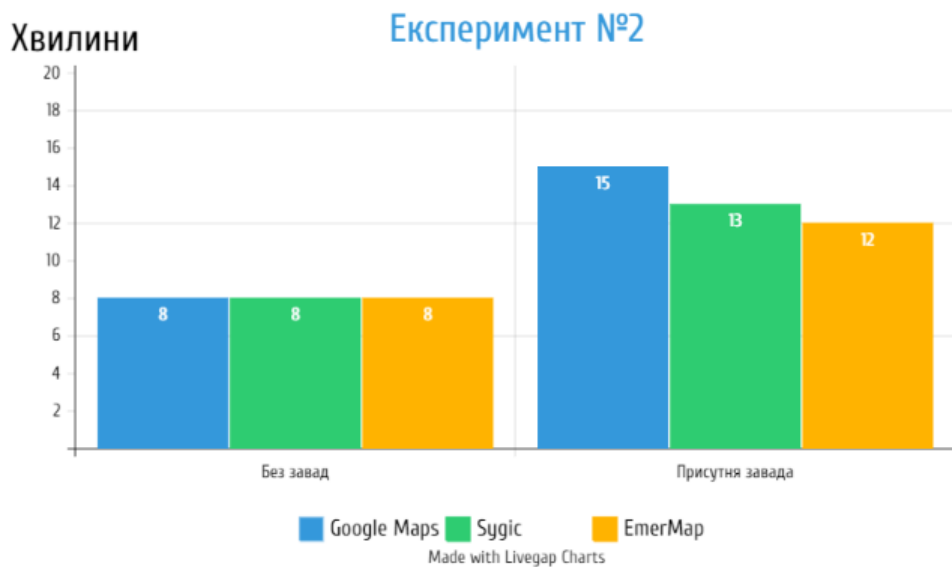


Рисунок 3.14 — Діаграма експерименту №2 (без завад і при заваді)

Таким чином, на діаграмах, побудованих за результатами цього експерименту, візуально представлено дані про час переміщення, розрахований за різними застосунками. Бачимо, що пропонуванний спосіб, є кращим.

Експеримент №3

Нам потрібно доїхати від міської лікарні (провулок Пилипчука, 1, Хмельницький, Хмельницька область, 29000) до Хмельницького Ліцею №17 (вулиця Проскурівського Підпілля, 89, Хмельницький, Хмельницька область, 29000). На рисунку 3.15 можна побачити шлях, який проклав GoogleMaps, без завад в умові.

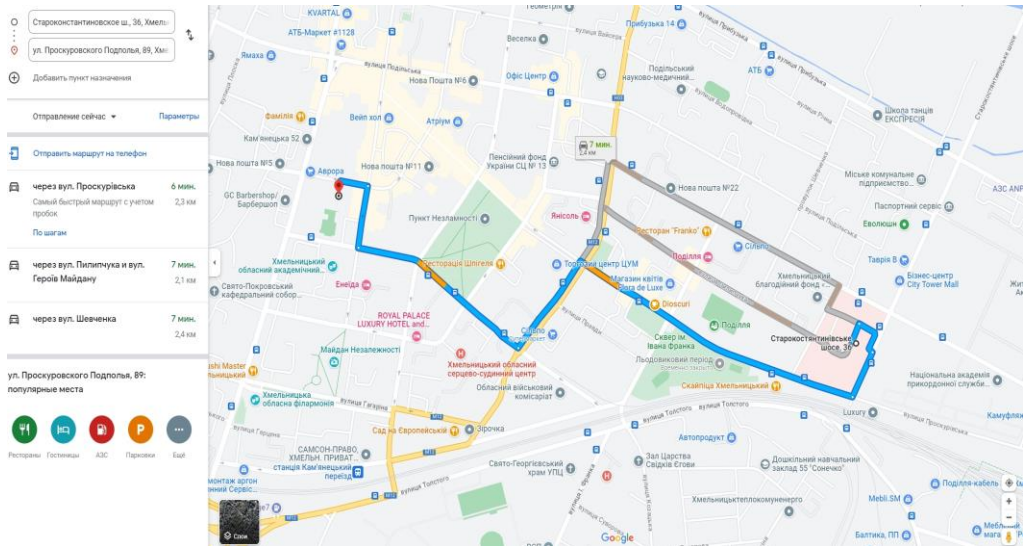


Рисунок 3.15 — Шлях, прокладений GoogleMaps без завади в умові

На Рисунку 3.16 показано маршрут, який запропонував Sygic.

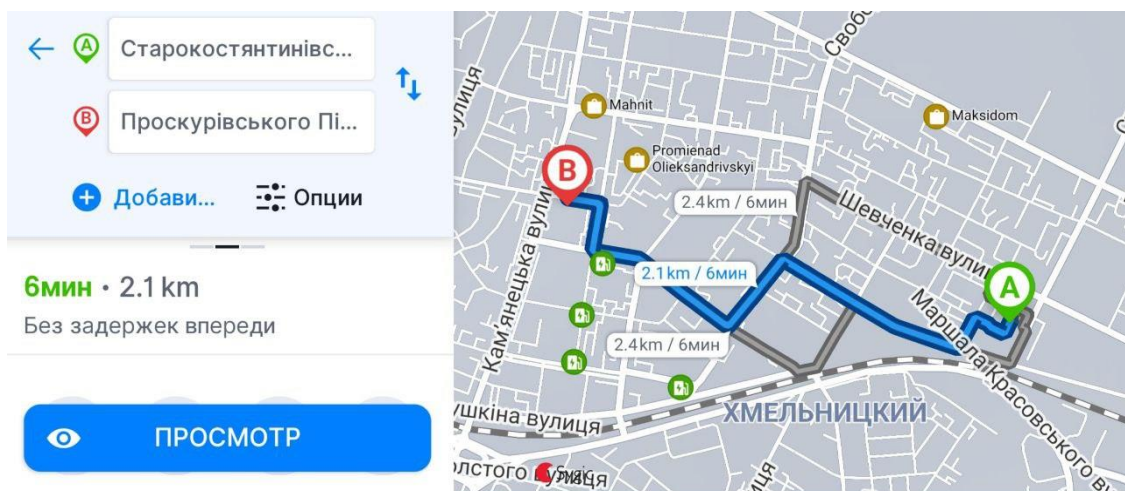


Рисунок 3.16 — Шлях, прокладений Sygic, без завади в умові

Рисунок 3.17 демонструє роботу застосунку EmeMap:

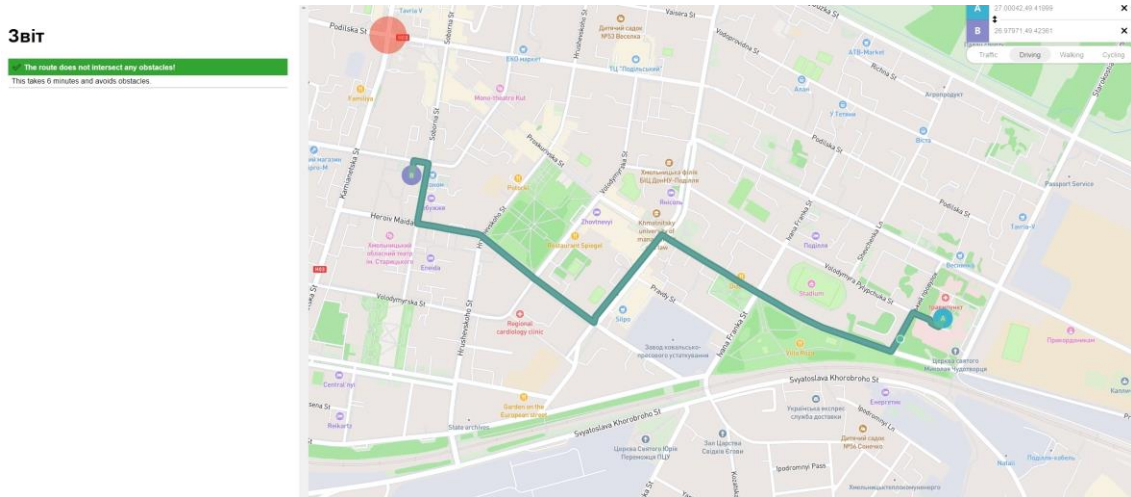


Рисунок 3.17 — Маршрут, прокладений EmerMap, без завод

Але якщо додамо умовну заваду на перехресті вул. Свободи та вул. Героїв Майдану, то при зустрічі з неочікуваною заводою доведеться розвертатись назад та їхати іншим шляхом. Рисунок 3.18 добре це демонструє.

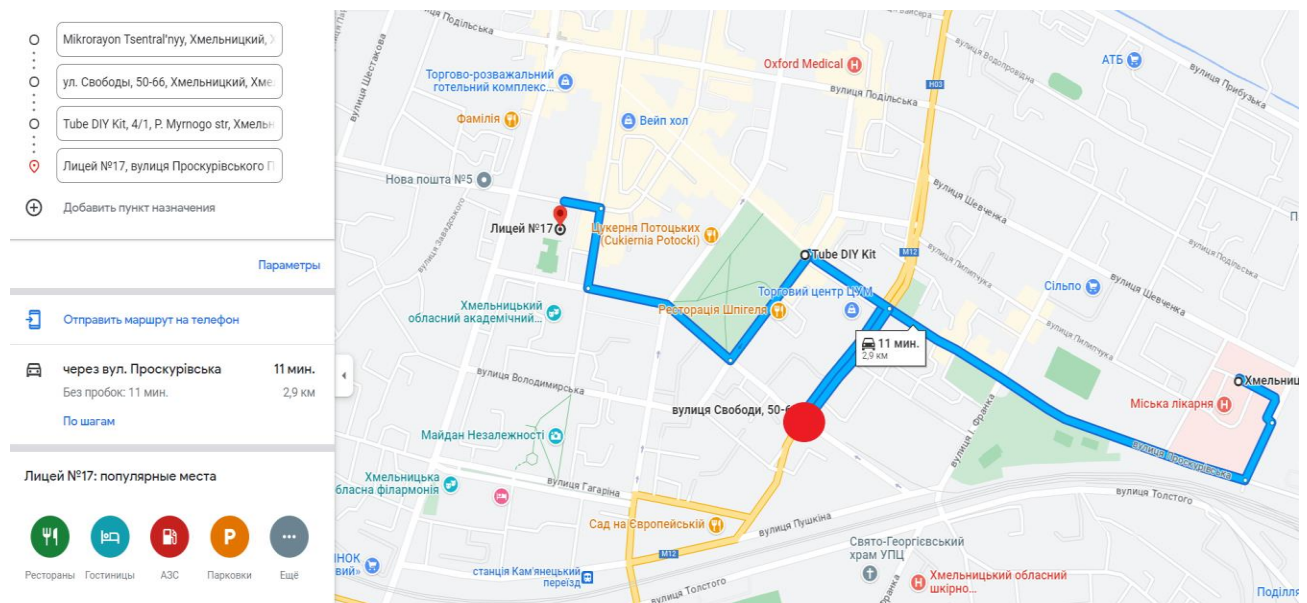


Рисунок 3.18 — Шлях, прокладений GoogleMaps з врахуванням заводи в умові

На Рисунку 3.19 показано маршрут, який запропонував Sygic при заводі.

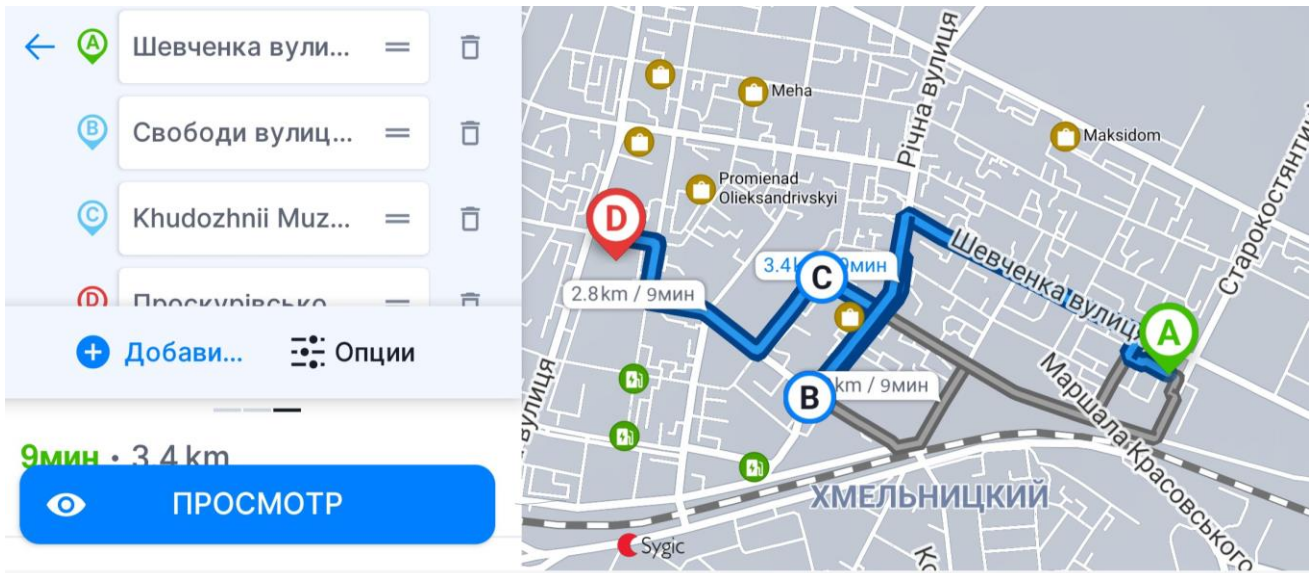


Рисунок 3.19 — Шлях, прокладений Sygic
з врахуванням завади в умові

В той же час, застосунок EmeMap показує одразу найкращий варіант, бо одразу знає про заваду (Рисунок 3.20).

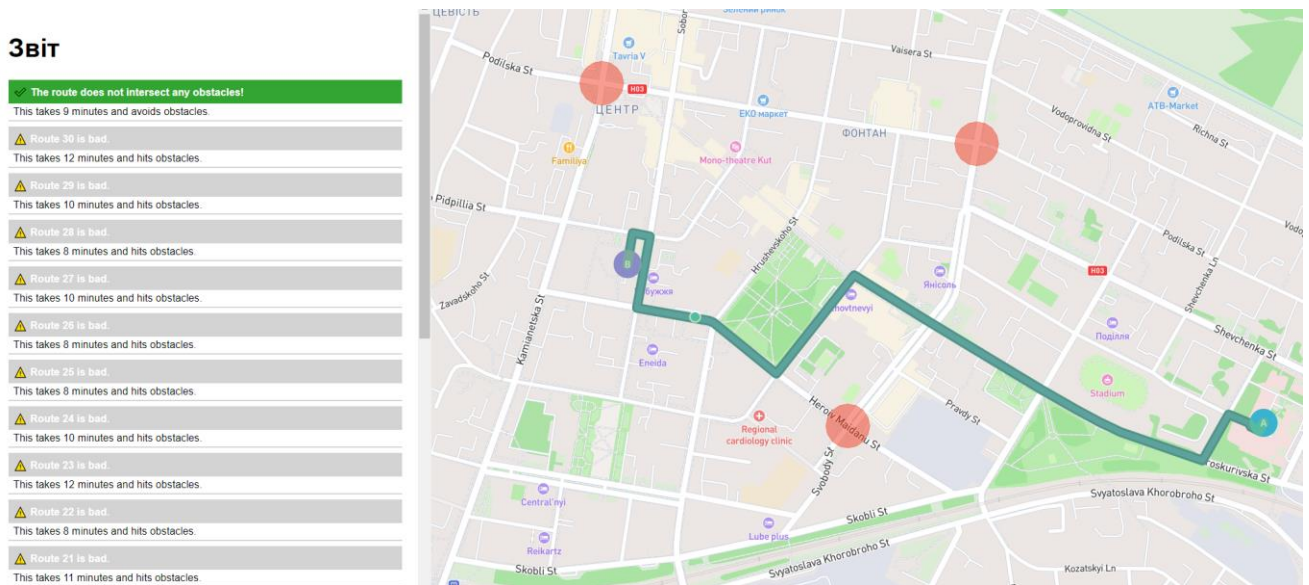


Рисунок 3.20 — Шлях, прокладений EmeMap
з врахуванням завади в умові

На цьому прикладі бачимо, що сумарний шлях за GoogleMaps займе 11 хвилин, за Sygic – 9 хвилин. EmeMap показує 9 хвилин. Це на 18.18% менше, ніж Google та однаково із Sygic. Результати на рисунку 3.21:

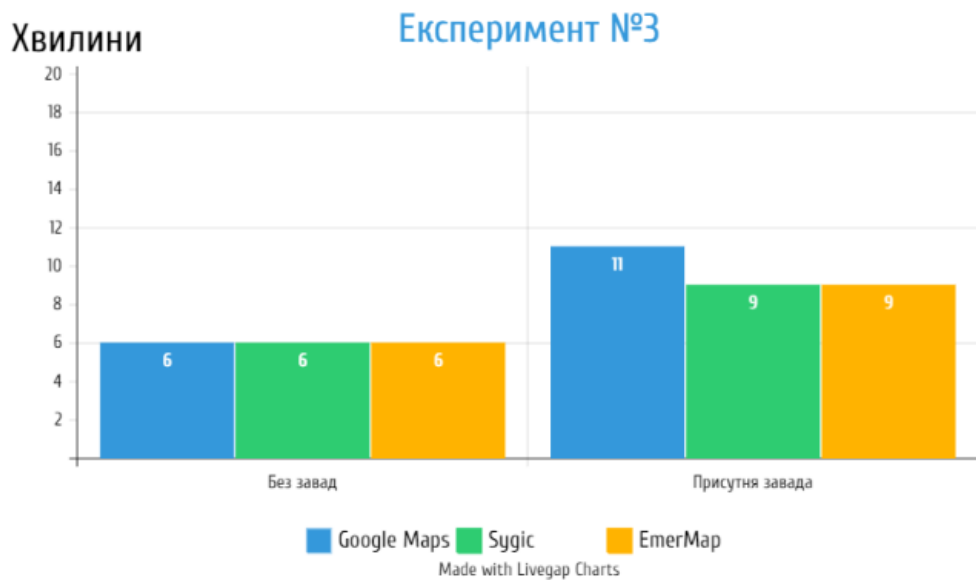


Рисунок 3.21 — Діаграма експерименту №3 (без завад та при наявності завади)

Результати проведених експериментів заносимо в порівняльну таблицю (додаток Б). Частину таблиці подано нижче.

Таблиця 3.1 – Порівняльна таблиця результатів експеримента №2 за різними застосунками при завадах і їх відсутності

№ Експерименту	Завада	Застосунок	Час, хв
2	Без завад	Google Maps	8
		Sygic	8
		EmerMap	8
	Присутня завада	Google Maps	15
		Sygic	13
		EmerMap	12

За результатами проведення експериментів подаємо загальну картину роботи застосунків Google Maps, Sygic та EmerMap при наявності завад.

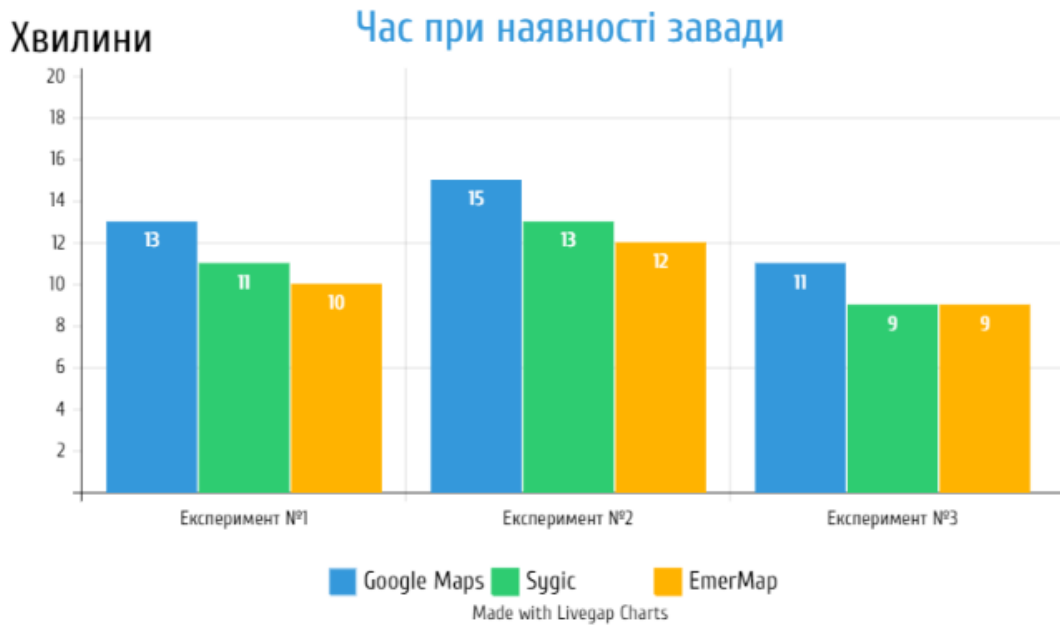


Рисунок 3.22 — Діаграма з фінальними результатами при наявності завади

Ми наглядно бачимо, що обраний застосунок EmerMap в кожному з випадків, коли присутня завада, має перевагу над Google Maps та Sygic, або не поступається їм.

3.5 Запровадження системи в життя

Запровадження системи побудови найкоротшого шляху для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях в реальне життя може включати наступні кроки:

1. Планування процесу запровадження:
 - Визначте основні цілі і завдання системи.
 - Сформууйте команду, яка буде відповідальна за розробку і впровадження системи.
 - Встановіть ролі та відповідальності учасників команди.
 - Створіть розклад робіт та орієнтовний план впровадження.
2. Розробка інфраструктури:
 - Оцініть потреби в обладнанні та інфраструктурі для роботи системи.

- Заведіть необхідне обладнання (сервери, мережеве з'єднання тощо).
 - Встановіть потрібні програмні засоби, такі як веб-сервер, база даних тощо.
3. Розробка та тестування веб-застосунку:
- Розробіть фронтенд і бекенд веб-застосунку з врахуванням вибраних мов програмування (HTML, CSS, JavaScript).
 - Імплементуйте алгоритм побудови найкоротшого шляху із врахуванням завад на транспортних магістралях.
 - Перевірте функціональність і продуктивність веб-застосунку шляхом проведення тестування (експериментів).
4. Встановлення та налаштування системи прокладання маршруту:
- Виберіть та інтегруйте вибраний інструмент для прокладання маршруту, наприклад, Марбох.
 - Налаштуйте систему прокладання маршруту із врахуванням вимог розробленого веб-застосунку.
 - Перевірте правильність роботи системи прокладання маршруту за допомогою тестових сценаріїв.
5. Розгортання та підключення до реального середовища:
- Запустіть веб-застосунок в реальному середовищі, налаштуйте потрібні сертифікати безпеки (якщо необхідно).
 - Проведіть інтеграцію з існуючими системами (якщо такі є) для обміну даними та отримання необхідної інформації.
 - Підготуйте документацію для користувачів, яка пояснює функціональні можливості системи та інструкції щодо її використання.
6. Навчання та підтримка користувачів:
- Організуйте навчання користувачів, щоб ознайомити їх з можливостями системи та використанням інтерфейсу.
 - Забезпечте технічну підтримку користувачів, включаючи відповіді на запитання, усунення неполадок та надання консультацій.
7. Моніторинг та підвищення продуктивності:

- Встановіть механізми моніторингу продуктивності системи, які дозволять виявляти проблеми та покращувати її ефективність.

- Збирайте та аналізуйте дані про використання системи, щоб вносити вдосконалення та оптимізувати її роботу.

8. Постійне вдосконалення та розвиток:

- Враховуйте отримані від користувачів відгуки та пропозиції для подальшого вдосконалення системи.

- Слідкуйте за новинами та розвитком технологій, що стосуються системи побудови найкоротшого шляху, та впроваджуйте їх у веб-застосунок.

Впровадження системи побудови найкоротшого шляху для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях є процесом, який вимагає дослідження, розробки, налаштування та підтримки. Важливо уважно планувати кожен етап, залучати відповідних фахівців та забезпечувати постійну підтримку та покращення системи після її впровадження.

Висновки

Кваліфікаційна робота бакалавра вирішує проблему переміщення між пунктами з використанням побудови найкоротшого шляху. Проектування та реалізація відповідної інформаційної системи має на меті забезпечити ефективне та зручне переміщення користувачів, використовуючи оптимальні маршрути з униканням завад. У процесі проектування були визначені основні модулі системи, включаючи модуль вибору точок А та Б, модуль побудови найкоротшого шляху, модуль комунікації з Mapbox API та модуль відображення маршруту на мапі міста. Кожен з цих модулів має свою функціональність та взаємозв'язок, що дозволяє системі працювати як єдине ціле. За результатами виконання поставленої проблеми вирішено наступні задачі:

1. Проведено аналіз предметної області та відомих підходів до автоматизованої побудови шляхів перевезень при завадах на транспортних магістралях.

2. Розроблено спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях.

3. Розроблено інформаційну технологію автоматизованого визначення найкоротшого шляху при завадах на транспортних магістралях.

4. Спроектовано функціональну та інформаційну структуру інформаційної системи переміщення між пунктами.

5. Розроблено програмну реалізацію інформаційної системи переміщення між пунктами з використанням способу побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях.

6. Проведено функціональне та прикладне дослідження розробленої інформаційної системи для запропонованого способу побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях.

Обрані технології інформаційної системи (HTML, CSS та JavaScript) разом з Mapbox API та додатковими бібліотеками дозволяють створити

потужний та функціональний веб-застосунок для переміщення між пунктами з використанням побудови найкоротшого шляху. Під час розробки дотримані сучасні стандарти веб-розробки, а також враховані особливості потреб користувачів, що дозволяє створити зручний та ефективний інструмент для їх переміщення.

В результаті використання веб-застосунку для побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях було отримано позитивні результати, що підтверджують його ефективність і корисність. Порівнюючи з відомими рішеннями, такими як Google Maps і Sygic, обраний веб-застосунок продемонстрував переваги в плані швидкості маршрутизації при наявності завад на дорозі. Це свідчить про ефективність розробленого алгоритму побудови найкоротшого шляху. Виграш у часі отримуємо завдяки особливості функціональності розробленого способу, який дозволяє уникати повернення назад при зустрічі з завадою. Це дозволяє зберегти час для спеціальних служб і забезпечує швидке та безпечне переміщення.

Таким чином, дана робота підтверджує актуальність і практичну цінність розробки інформаційної системи для побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях. Її результати демонструють переваги порівняно з відомими рішеннями і відкривають перспективи для вдосконалення та використання у сфері спеціальних служб та надзвичайних ситуацій.

Перелік посилань

1. Деякі питання організації роботи оперативно-диспетчерських служб центрів екстреної медичної допомоги та медицини катастроф : Постанова Каб. Міністрів України від 28.12.2020 р. № 1359 : станом на 5 трав. 2023 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1359-2020-п#Text> (дата звернення: 26.05.2023).
2. Лакикін К. О., Усачов Д. В. Комплексний підхід щодо підвищення ефективності реагування екстрених служб на надзвичайні ситуації. 2022. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/16151>.
3. Михайлов М. М. Організація взаємодії державних і муніципальних підрозділів екстреної допомоги населенню в системі 112. URL: <http://www.dy.nauka.com.ua/?op=1&z=837>
4. Усачов Д. В. Метод організації взаємодії екстрених служб для підвищення рівня безпеки в Україні. Харків, 2022. URL: <http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/15594>.
5. Терещенко В. М. Пошук найкоротшого шляху у простому багатокутнику з перешкодами. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія "Фізико-математичні науки". 2012. Вип. 4. С. 203–206.
6. Закон України «Про екстрену медичну допомогу» від 05.07.2012р. № 5081-VI. Ст. 8 «Оперативно-диспетчерська служба центру екстреної медичної допомоги та медицини катастроф» // Голос України. – 2012. – № 152.
7. Організація диспетчерської служби екстреної медичної допомоги [Настанова] / [Мороз Є. Д., Близнюк М. Д., Гур'єв С. О. та ін.] — [Державний експертний центр Міністерства охорони здоров'я України, Український науково-практичний центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф Міністерства охорони здоров'я України, Асоціація невідкладної медичної допомоги] – 2016. – 40 с.
8. Матрос В. Створення інтерактивних мап за допомогою mapbox gl js та

- react.js.URL: [http://ds.knu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4411/1/Створення інтерактивних мап за допомогою Mapbox GL JS та React.JS.pdf](http://ds.knu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4411/1/Створення_інтерактивних_мап_за_допомогою_Mapbox_GL_JS_та_React.JS.pdf).
9. Directions API. URL: <https://docs.mapbox.com/api/navigation/directions/>.
 10. Mapbox GL JS. URL: <https://docs.mapbox.com/mapbox-gl-js/guides/>.
 11. Map matching API. URL: <https://docs.mapbox.com/api/navigation/map-matching/>
 12. Mapbox. How-To: Following a path in MapboxGL. URL: https://www.youtube.com/watch?v=9tFOGC2LPq0&ab_channel=Mapbox.
 13. Mapbox. Mapbox how-to videos. URL: https://www.youtube.com/playlist?list=PL86WBCjNmqh7H3syAQQrOWBY5U3DyZvq_.
 14. Dijkstra, E. W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1(1), 269-271.
 15. Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2022). *Introduction to algorithms*. MIT press.
 16. Russell, S. J., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: a modern approach*. Pearson Education.
 17. Najihah I., Nadhir W., Fadratul H. H. Dynamic shortest path algorithms for emergency management. *International journal of geographical information science*. 2022. Vol. 21, no. 3. P. 429–440.
 18. Abdullah Alamri. *A Smart Spatial Routing and Accessibility Analysis System for EMS Using Catchment Areas of Voronoi Spatial Model and Time-Based Dijkstra's Routing Algorithm*. 2023.
 19. Amr, M.F.; Elgarej, M.; Benmoussa, N.; Mansouri, K.; Qbadou, M. Towards a Distributed SMA-based Solution for the Interoperability of Hospital Information Systems for Better Routing of Emergency Ambulances. *Int. J. Online Biomed. Eng.* 2021, 17, 70–92.
 20. Adhinugraha, K.; Taniar, D.; Phan, T.; Beare, R. Predicting travel time within catchment area using Time Travel Voronoi Diagram (TTVD) and crowdsourced map features. *Inf. Process. Manag.* 2022, 59, 102922.

21. Alamri, A.; Alturki, R.A.; Alamri, S. Multi-user routing algorithm for indoor spaces—Adapted for social distancing. *J. King Saud Univ.-Comput. Inf. Sci.* 2022, 34, 7045–7058.
22. Ngo, T.G.; Dao, T.K.; Thandapani, J.; Nguyen, T.Y.; Pham, D.T.; Vu, V.D. Analysis Urban Traffic Vehicle Routing Based on Dijkstra Algorithm Optimization. In *Communication and Intelligent Systems*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2021; pp. 69–79.
23. Lee, E.; McDonald, M.; O’Neill, E.; Montgomery, W. Statewide Ambulance Coverage of a Mixed Region of Urban, Rural and Frontier under Travel Time Catchment Areas. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 2638
24. Turf.js | advanced geospatial analysis. Turf.js | Advanced Geospatial Analysis. URL: <https://turfjs.org/>.
25. A New Real-Time Map-Matching Algorithm at Lyft. URL: <https://eng.lyft.com/a-new-real-time-map-matchingalgorithm-at-lyft-da593ab7b006>
26. The worldwide standard for map data in automotive eco-systems. – URL: <https://nds-association.org/>
27. ResearchGate. Compact Representation of GPS Trajectories over Vectorial Road Networks. – URL: https://www.researchgate.net/figure/Illustration-of-our-map-matching-algorithm-Left-Sparse-GPS-trajectory-Right-The_fig1_262327169
28. Map matching. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Map_matching

ДОДАТКИ

Додаток А

Фрагмент коду: Підключення бібліотек Марбох для застосунку

```
<head>
  <meta charset="utf-8" />
  <title>EmerMap</title>
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1" />

  <!-- Import Mapbox GL JS -->
  <script src="https://api.tiles.mapbox.com/mapbox-gl-js/v2.14.1/mapbox-
gl.js"></script>
  <link href="https://api.tiles.mapbox.com/mapbox-gl-js/v2.14.1/mapbox-gl.css"
rel="stylesheet" />

  <!-- Import Mapbox GL Directions -->
  <script src="https://api.mapbox.com/mapbox-gl-js/plugins/mapbox-gl-
directions/v4.0.2/mapbox-gl-directions.js"></script>
  <link rel="stylesheet" href="https://api.mapbox.com/mapbox-gl-js/plugins/mapbox-
gl-directions/v4.0.2/mapbox-gl-directions.css" type="text/css" />

  <!-- Import Turf & Polyline -->
  <script src="https://npmcdn.com/@turf/turf/turf.min.js"></script>
  <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/mapbox-
polyline/1.1.1/polyline.js"></script>
```

Фрагмент коду: Налаштування стилів веб-застосунку

```
<style>
body {
  margin: 0;
  padding: 0;
  font-family: 'Open Sans', sans-serif;
}

#map {
  position: absolute;
  top: 0;
  bottom: 0;
  width: 100%;
}
```

```
.sidebar {
  position: absolute;
  margin: 20px 20px 30px 20px;
  width: 25%;
  top: 0;
  bottom: 0;
  padding: 20px;
  background-color: #fff;
  overflow-y: scroll;
}

.card {
  font-size: small;
  border-bottom: solid #d3d3d3 2px;
  margin-bottom: 6px;
}

.card-header {
  font-weight: bold;
  padding: 6px;
}

.no-route {
  background-color: #d3d3d3;
  color: #f00;
}

.obstacle-found {
  background-color: #d3d3d3;
  color: #fff;
}

.route-found {
  background-color: #33a532;
  color: #fff;
}

.card-details {
  padding: 3px 6px;
}
</style>
</head>
```

Фрагмент коду: додавання геоданих завод

```
const clearances = {
  type: 'FeatureCollection',
  features: [{
    type: 'Feature',
    geometry: {
      type: 'Point',
      coordinates: [26.987051, 49.419975]
    },
    properties: {
      clearance: "13' 7"
    }
  },
  {
    type: 'Feature',
    geometry: {
      type: 'Point',
      coordinates: [26.991110, 49.425727]
    },
    properties: {
      clearance: "13' 7"
    }
  },
  {
    type: 'Feature',
    geometry: {
      type: 'Point',
      coordinates: [26.979303, 49.426961]
    },
    properties: {
      clearance: "13' 7"
    }
  },
  {
    type: 'Feature',
    geometry: {
      type: 'Point',
      coordinates: [26.974901, 49.417827]
    },
    properties: {
      clearance: "13' 7"
    }
  }
}
```

Фрагмент коду: додавання карточки прорахунку маршруту

```

let counter = 0;
const maxAttempts = 1200;
let emoji = "";
let collision = "";
let detail = "";
const reports = document.getElementById('reports');

function addCard(id, element, clear, detail) {
  const card = document.createElement('div');
  card.className = 'card';
  // Add the response to the individual report created above
  const heading = document.createElement('div');
  // Set the class type based on clear value
  heading.className =
    clear === true ?
    'card-header route-found' :
    'card-header obstacle-found';
  heading.innerHTML =
    id === 0 ?
    `${emoji} The route ${collision}` :
    `${emoji} Route ${id} ${collision}`;

  const details = document.createElement('div');
  details.className = 'card-details';
  details.innerHTML = `This ${detail} obstacles.`;

  card.appendChild(heading);
  card.appendChild(details);
  element.insertBefore(card, element.firstChild);
}

function noRoutes(element) {
  const card = document.createElement('div');
  card.className = 'card';
  // Add the response to the individual report created above
  const heading = document.createElement('div');
  heading.className = 'card-header no-route';
  emoji = '🚫';
  heading.innerHTML = `${emoji} Ending search.`;
}

```

Додаток Б

**Таблиця результатів експериментів №1-3
за різними застосунками при завадах і їх відсутності**

№ Експерименту	Завада	Застосунок	Час, хв
1	Без завад	Google Maps	10
		Sygis	11
		EmerMap	11
	Присутня завада	Google Maps	13
		Sygis	11
		EmerMap	10
2	Без завад	Google Maps	8
		Sygis	8
		EmerMap	8
	Присутня завада	Google Maps	15
		Sygis	13
		EmerMap	12
3	Без завад	Google Maps	6
		Sygis	6
		EmerMap	6
	Присутня завада	Google Maps	11
		Sygis	9
		EmerMap	9

Додаток В

Презентаційні матеріали

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях

Виконав:

студент 4 курсу, групи КН-19-2

Ларкін Володимир Валерійович

Керівник:

к.фіз-мат.н., доцент кафедри КН

Міхалевський Віталій Цезарійович

Актуальність та мета роботи

Основна актуальність теми полягає в потребі в ефективному плануванні маршрутів, уникненні заторів, забезпеченні швидкого та безпечного переміщення, оптимізації ресурсів та підвищенні продуктивності. Навігаційні системи дозволяють користувачам знаходити найкоротші або найшвидші шляхи до пункту призначення, уникати дорожніх перешкод, оцінювати час прибуття та інші параметри.

Таким чином, незалежно від контексту воєнного конфлікту, розробка та використання навігаційних систем і алгоритмів побудови маршрутів мають велику актуальність в різних галузях і можуть значно полегшити переміщення та забезпечити ефективність у багатьох ситуаціях.

Мета кваліфікаційної роботи бакалавра полягає у розробці способу побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях та інформаційної системи переміщення між пунктами, які необхідні для автоматизованої побудови оптимального шляху, для чого слід вирішити задачі:

1. Провести аналіз предметної області та відомих підходів до автоматизованої побудови шляхів перевезень при завадах.
2. Розробити спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах.
3. Розробити інформаційну технологію автоматизованого визначення найкоротшого шляху при завадах.
4. Спроекувати функціональну та інформаційну структуру інформаційної системи переміщення між пунктами.
5. Розробити програмну реалізацію інформаційної системи переміщення між пунктами з використанням способу побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях.
6. Провести функціональне та прикладне дослідження розробленої інформаційної системи для запропонованого способу побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях.

Інформаційна система мережі екстрених служб

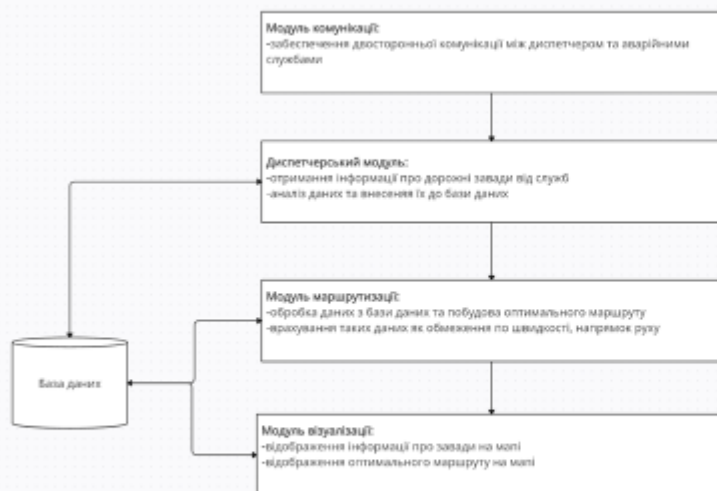
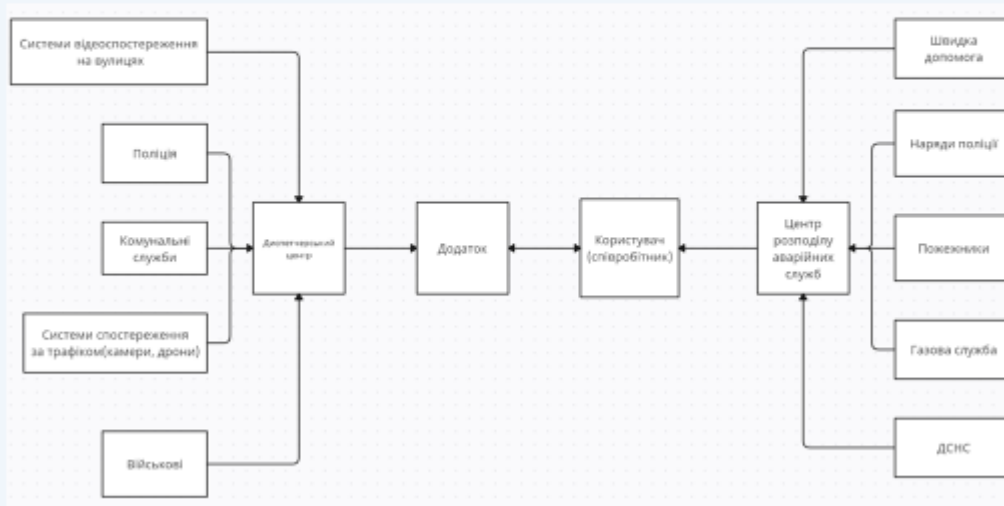
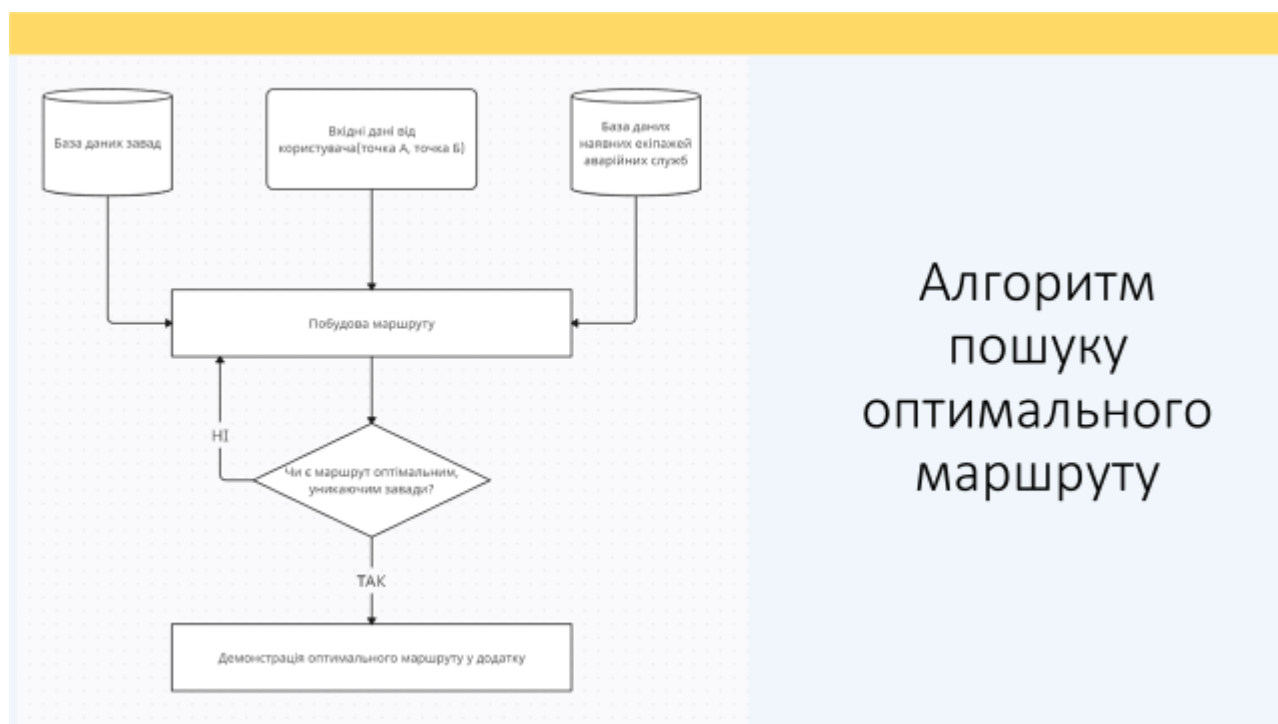


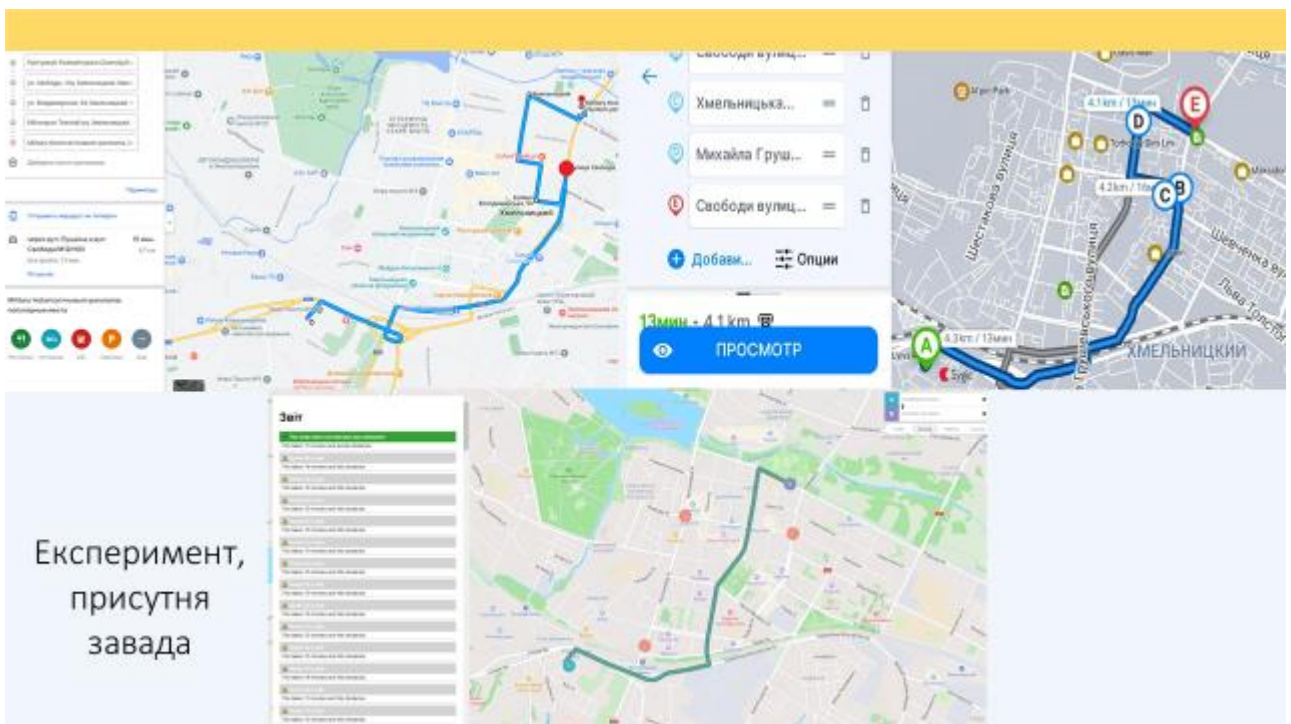
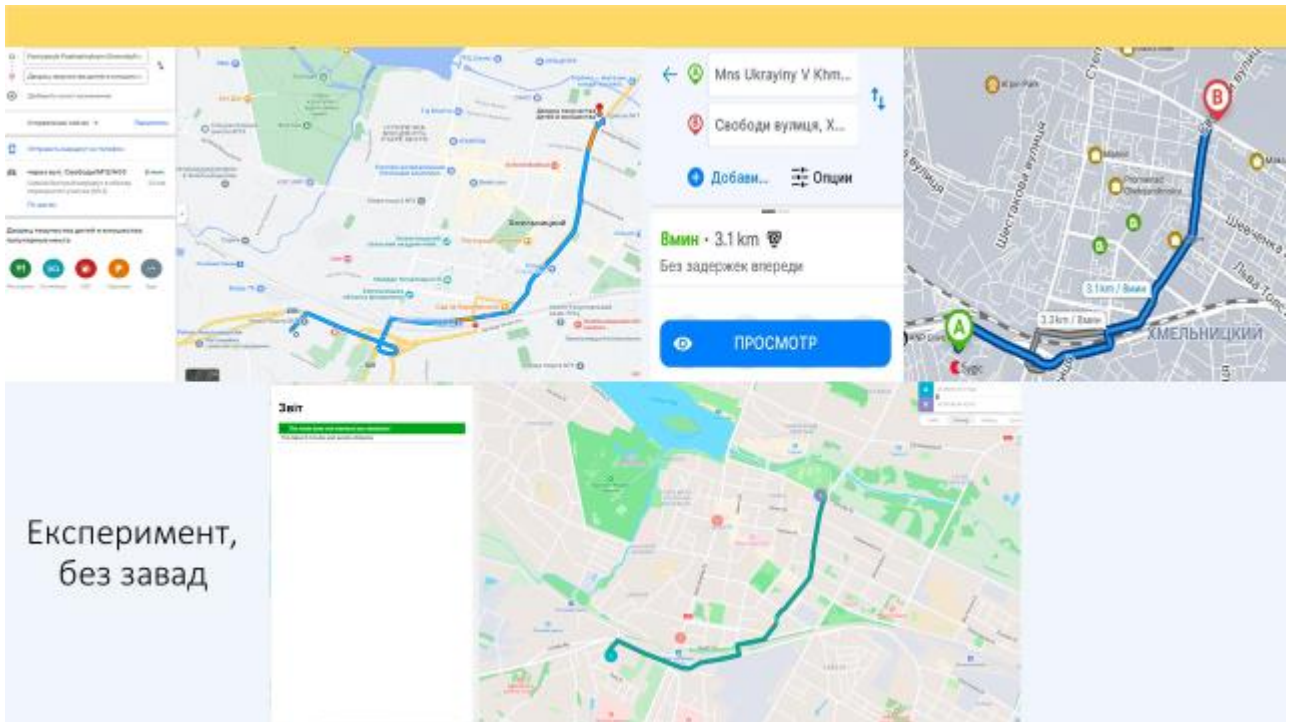
Схема взаємодії
модулів
інформаційної
системи



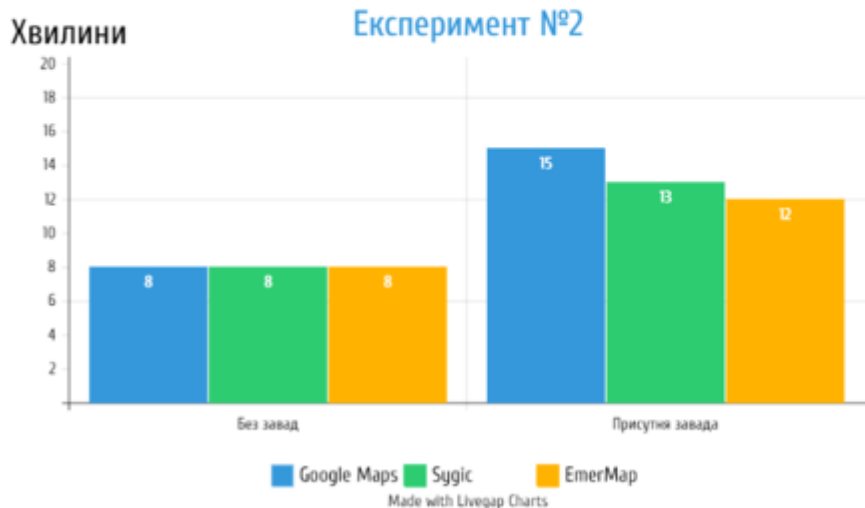
Алгоритм пошуку оптимального маршруту



Схема взаємодії диспетчера та оператора із застосунком



Результати експерименту №2



На 20% менше
ніж Google Maps

На 7.69% менше
ніж Sygic

Результати експериментів №1-3



В середньому:
На 20.3% менше
ніж Google Maps

На 5% менше ніж
Sygic

Висновки

Кваліфікаційна робота бакалавра вирішує проблему переміщення між пунктами з використанням побудови найкоротшого шляху. Проєктування та реалізація відповідної інформаційної системи має на меті забезпечити ефективне та зручне переміщення користувачів, використовуючи оптимальні маршрути з урахуванням завдань. У процесі проєктування були визначені основні модулі системи, включаючи модуль вибору точок А та Б, модуль побудови найкоротшого шляху, модуль комунікації з Mapbox API та модуль відображення маршруту на мапі міста. Кожен з цих модулів має свою функціональність та взаємозв'язок, що дозволяє системі працювати як єдине ціле. За результатами виконання поставленої проблеми вирішено наступні задачі:

- Проведено аналіз предметної області та відомих підходів до автоматизованої побудови шляхів перевезень при завданнях на транспортних магістралях.
- Розроблено спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завданнях на транспортних магістралях.
- Розроблено інформаційну технологію автоматизованого визначення найкоротшого шляху при завданнях на транспортних магістралях.
- Спроектовано функціоналану та інформаційну структуру інформаційної системи переміщення між пунктами.
- Розроблено програму реалізацію інформаційної системи переміщення між пунктами з використанням способу побудови найкоротшого шляху перевезень при завданнях на транспортних магістралях.
- Проведено функціональне та прикладне дослідження розробленої інформаційної системи для запропонованого способу побудови найкоротшого шляху перевезень при завданнях на транспортних магістралях.

Обрані технології інформаційної системи (HTML, CSS та JavaScript) разом з Mapbox API та додатковими бібліотеками дозволяють створити потужний та функціональний веб-застосунок для переміщення між пунктами з використанням побудови найкоротшого шляху. Під час розробки дотримані сучасні стандарти веб-розробки, а також враховані особливості потреб користувачів, що дозволяє створити зручний та ефективний інструмент для їх переміщення.

В результаті використання веб-застосунку для побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завданнях на транспортних магістралях було отримано позитивні результати, що підтверджують його ефективність і користь. Порівнюючи з відомими рішеннями, такими як Google Maps і Sygic, наш веб-застосунок продемонстрував переваги в плані швидкості маршрутизації при наявності завдань на дорозі. Це свідчить про ефективність розробленого алгоритму побудови найкоротшого шляху. Виграш у часі отримуємо завдяки особливості функціональності нашого способу, який дозволяє уникати повернення назад при зустрічі з завданням. Це дозволяє зекономити час для спеціальних служб і забезпечує швидке та безпечне переміщення.

Таким чином, наша робота підтверджує актуальність і практичну цінність розробки інформаційної системи для побудови найкоротшого шляху перевезень при завданнях на транспортних магістралях. Її результати демонструють переваги порівняно з відомими рішеннями і відкривають перспективи для вдосконалення та використання у сфері спеціальних служб та надзвичайних ситуацій.

Дякую за увагу!

31.05.23, 13:15

result_5589694195609773158.html

Wed May 31 12:23:36 EEST 2023, Петровський Сергій Степанович, Хмельницький національний університет, ХНУ

Anti-Plagiarism v-15.257**Максимальне співпадіння з одним документом 8.0%****Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 8%**

ID: 114369 Назва: КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА Додано в БД: 2023-05-31 Автора: В.В. Ларкін Керівники: В.Ц. Міхалевський Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	66512	1008	6511 (10%)	86 (9%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми



Ім'я користувача:
Кафедра КН

Дата перевірки:
31.05.2023 13:18:43 EEST

Дата звіту:
31.05.2023 13:20:58 EEST

ID перевірки:
1015344822

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100005671

Назва документа: КН-19-2 Ларкін

Кількість сторінок: 63 Кількість слів: 10709 Кількість символів: 81115 Розмір файлу: 2.73 MB ID файлу: 1015013145

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

6.37%
Схожість

Найбільша схожість: 1.89% з Інтернет-джерелом (<https://pdfs.semanticscholar.org/242f/4a5929fae81cf48cecf0e62f8610bd>)

5.77% Джерела з Інтернету

547

Сторінка 65

2.29% Джерела з Бібліотеки

76

Сторінка 67

0% Цитат

Не знайдено жодних цитат

Не знайдено жодних посилань

0%
Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

1

Підозріле форматування

12
сторінок

**РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ**

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях

Автор: студент групи КН-19-2 Ларкін Володимир Валерійович

Спеціальність: 122 – Комп'ютерні науки

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: к.фіз.-мат.н., доц. Михалевський В.Ц.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі Ларкіна В.В., не є плагіатом, оскільки: запозичення розміщені в розділі огляду існуючих підходів, не описують безпосередньо авторську роботу і не стосуються її результатів; усі запозичення фрагментарні; до запозичень входять фрагменти програмного коду, що не мають авторства і містять поширені конструкції; серед запозичень знаходяться загальновідомі терміни та скорочення.

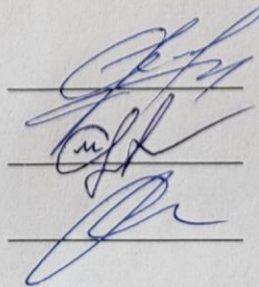
Обсяг запозичень, визначений системами виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає:

- за системою Anti-Plagiarism: 8%;

- за системою Unichек: 6,37%.

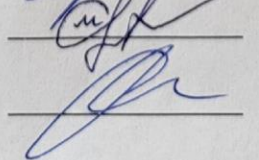
Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 8% і 6,37% відповідно, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи



Віталій МИХАЛЕВСЬКИЙ

Гарант ОП



Олександр МАЗУРЕЦЬ

Завідувач кафедри КН



Олександр БАРМАК



ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МОН УКРАЇНИ



Кафедра комп'ютерних наук

ВІДГУК НАУКОВОГО КЕРІВНИКА на кваліфікаційну роботу бакалавра

студента *гр. КН-19-2 Ларкіна Володимира Валерійовича*

за темою Спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях

1. Актуальність теми

Актуальним завданням, яке потребує аналізу і досліджується у даній роботі, є визначення маршрутів переміщення, що застосовуються для от перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях. Процеси оптимального переміщення (перевезення) між пунктами актуальними були завжди, а в сьогоднішніх умовах війни додаються додаткові фактичні та прогнозовані завади (пошкодження, завали, «мінування», ймовірнісні руйнування тощо) на магістралях. Для ефективного використання автоматизованих систем необхідно передбачити застосування програмного модуля, який би дозволяв формувати рекомендації з побудови найкоротшого шляху перевезення між пунктами без наявності завад та при наявності завад. Розробка такого способу є актуальною задачею комп'ютерних наук.

2. Відповідність роботи предметній області Стандарту спеціальності 122 Комп'ютерні науки

За стандартом, а саме описом предметної області, об'єктами вивчення та діяльності є математичні, інформаційні, імітаційні моделі реальних явищ, об'єктів, систем і процесів та методи і технології отримання, зберігання, обробки, передачі та використання інформації. Метою роботи саме є розробка способу побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях та розробка інформаційної системи реалізації вказаного способу. При вирішенні поставленої задачі використано методи та алгоритми розв'язання теоретичних і прикладних задач, що виникають при розробці інформаційних технологій. Тому результати виконання кваліфікаційної роботи бакалавра відповідають стандарту бакалавра спеціальності 122 – Комп'ютерні науки.

3. Професійні та особистісні якості бакалавра

При роботі над кваліфікаційною роботою бакалавра Ларкін Володимир Валерійович проявив себе кваліфікованим фахівцем та дисциплінованим студентом, вчасно виконуючи поставлені етапи дослідження. Як в процесі написання пояснювальної записки, так і при розробці прикладного програмного забезпечення проявив достатні для одержання успішного результату компетентності та результати навчання. Опанував професійні скіли за напрямком «Комп'ютерні науки» та достатньо значний софт скіл. Також серед

особистісних якостей студента слід виділити відповідальність, здатність навчатися, нестандартність мислення.

4. Ступінь самостійності під час виконання кваліфікаційної роботи

Одержані в роботі результати є наслідком особистої діяльності студента, який самостійно виконував всі поставлені задачі.

5. Ступінь оволодіння методами дослідження

При реалізації кваліфікаційної роботи показав достатній рівень компетентностей та володіння необхідними інструментами та обладнанням, методами, методиками та технологіями предметної області комп'ютерних наук.

6. Повнота та якість розкриття теми роботи

Тема роботи в достатній мірі обґрунтована й розкрита, проведено аналіз актуальності та відомих досліджень в межах обраної теми, поставлені завдання, які у роботі виконані, розроблено програмне забезпечення для перевірки функціональності розробленої системи та проведення експериментів.

7. Логічність, послідовність, аргументованість, літературна грамотність викладення матеріалу

Структура роботи та послідовність викладення логічні та відповідають поставленій меті. Викладення матеріалу послідовне, аргументоване, літературно грамотне.

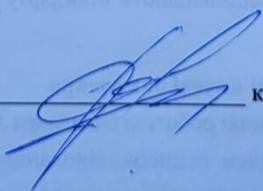
8. Можливість практичного застосування кваліфікаційної роботи бакалавра, окремих її частин

Розроблений у роботі спосіб та його програмна реалізація можуть бути використані працівниками спеціальних служб для підвищення ефективності прокладання маршрутів для переміщення в екстрених ситуаціях при наявності завад на магістралях. Ефективність застосування розробленого способу та інформаційної системи за результатами проведених експериментів складає 10-12%. В роботі описано процедуру розгортання та впровадження системи в життя.

9. Висновок про можливість допуску кваліфікаційної роботи бакалавра до захисту, на яку оцінку заслуговує робота

Враховуючи достатній рівень виконання та забезпечення усіх необхідних вимог, робота може бути допущена до захисту.

Рекомендована оцінка «задовільно» .

Керівник  к.фіз.-мат.н., доц. Віталій МІХАЛЕВСЬКИЙ



ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МОН УКРАЇНИ

Кафедра комп'ютерних наук



РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра

студента *гр. КН-19-2 Ларкіна Володимира Валерійовича*

за темою: *Спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях*

1. Актуальність обраної теми

В кваліфікаційній роботі бакалавра був розроблений спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях. Тема роботи є актуальною на даний час, актуальність детально обґрунтована дослідженнями процесів транспортних перевезень з необхідністю врахування різноманітних типів завад та аналізом ряду програмних продуктів, що допомагають вирішувати задачу отримання найкоротшого маршруту перевезення, Актуальність теми побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях в Україні необхідно розглядати в контексті війни, коли завдається шкода інфраструктурі та дорогам. Відтак, розробка оптимальних алгоритмів для побудови найкоротшого та найбезпечнішого маршруту стає надзвичайно важливою для забезпечення ефективної та оперативної роботи спеціальних служб в сучасних умовах.

2. Повнота розкриття мети та завдань роботи

Завдання дослідження повністю розкривають мету роботи. Розроблено новий спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях та інформаційну систему автоматизованої побудови оптимального шляху переміщення між пунктами.

Спроектовано функціональну структуру інформаційної системи переміщення між пунктами, розроблено програмну реалізацію інформаційної системи переміщення між пунктами з використанням способу побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах на транспортних магістралях та проведено функціональне і прикладне дослідження розробленої інформаційної системи.

3. Зміст кожного розділу роботи

В першому розділі проаналізовано предметну область та сформульовано постановку задачі на розробку способу побудови найкоротшого шляху перевезень для спеціальних служб при завадах на транспортних магістралях.

В другому розділі запропоновано і розроблено спосіб побудови найкоротшого шляху перевезень при завадах та спроектовано інформаційну систему для переміщення між пунктами.

В третьому розділі розглянуто особливості реалізації інформаційної системи та визначено засоби для її розробки. Описано функціональні можливості інформаційної системи та проведено експерименти для перевірки ефективності її роботи.

4. Оцінка розробленої інформаційної системи, її практична цінність

Інформаційна система повністю розроблена відповідно до визначених завдань. запропонованої інформаційної моделі, схеми способу побудови найкоротшого шляху при завадах та функціональної структури переміщення між пунктами.

Практична цінність розробленої інформаційної системи полягає у можливості реального її застосування для вирішення завдань. За результатами проведених експериментів оцінено ефективність її застосування, що складає на рівні 10-12%.

5. Якість оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи бакалавра оформлена відповідно до норм. Мовних, граматичних, синтаксичних помилок не виявлено.

6. Недоліки кваліфікаційної роботи бакалавра

Явних недоліків в роботі не виявлено. Можна було б провести узагальнення роботи системи шляхом розширення діапазону апаратно-технічних засобів, урізноманітнення типів завдань та удосконалення інтерфейсу користувача.

7. Загальний висновок (допускається чи не допускається до захисту), та оцінка на яку заслуговує кваліфікаційна робота.

Враховуючи рівень виконання та забезпечення усіх необхідних вимог, робота може бути допущена до захисту.

Рекомендована оцінка « доб ».

Рецензент

к.ф.-м.н., доц. каф. ВМКЗ Рамський А.О.