

Вінницький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет комп'ютерних систем і автоматики

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра комп'ютерних систем управління

(повна назва кафедри)

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**«Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Ч. 2. Серверна частина»**

Виконав: студент 2-го курсу, групи  
2АКІТ-20м  
спеціальності 151 – Автоматизація та  
комп'ютерно-інтегровані технології  
(шифр і назва спеціальності)

Владислав Бізер

(ім'я та прізвище)

Керівник: к.т.н., доцент каф. КСУ

Олег Ковалюк

(ім'я та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. АІТ

Юрій Іванов

(ім'я та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Допущено до захисту**  
Завідувач кафедри КСУ  
д.т.н., проф.

Володимир Дубовой

(ім'я та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Вінницький національний технічний університет  
Факультет комп'ютерних систем і автоматики  
Кафедра комп'ютерних систем управління  
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
Галузь знань – 15 Автоматизація та приладобудування  
Спеціальність – 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
Освітньо-професійна програма Інтелектуальні комп'ютерні системи

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри КСУ  
д.т.н., проф.  
Володимир Дубовой  
«01» 10 2021 року

## **ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Бізеру Владиславу Олександровичу

1. Тема роботи: Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Ч. 2. Серверна частина.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи: доцент кафедри КСУ Ковалюк Олег Олександрович, к.т.н., доцент

Затверджені наказом ВНТУ від «24» 09 2021 року №277

2. Строк подання студентом роботи: «10» 12 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: експлуатаційні дані з об'єкту дослідження, клієнт-серверна архітектура.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: огляд предметної області; розробка математичного апарату; розробка програмного забезпечення та експериментальні дослідження.

5. Перелік ілюстративного матеріалу ( з точним зазначенням обов'язкових креслень): архітектура системи; робочий процес системи; приклад вихідних даних; інтерфейс користувача розробленої системи; лістинг програмного забезпечення.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання отримав
1-3	професор кафедри КСУ, професор, д.т.н. Ковтун В.В.		
4	доцент кафедри ЕПВМ, доцент, к.е.н. Кавецький В.В.		

7. Дата видачі завдання: «01» 10 2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд предметної області	04.09.2021р.	
2	Розробка математичного апарату	22.09.2021р.	
3	Розробка програмного забезпечення та експериментальні дослідження	12.11.2021р.	
4	Підготовка економічної частини	20.11.2021.р	
5	Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу	08.12.2021р.	
6	Попередній захист роботи	16.12.2021р.	
7	Остаточний захист роботи	22.12.2021р.	

**Студент**

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Владислав Бізер**  
(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_

(підпис)

**Олег Ковалюк**  
(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

У процесі магістерської роботи детально розглянуті проблеми, що виникли в процесі проектування та створення системи моніторингу та управління транспортною мережею. Для цього на прикладі існуючих пасажирських транспортних компаній (ВТТУ) створено математичну модель роботи підприємства, розроблено програмно-технічний комплекс для збору та обробки інформації. Ретельний аналіз предметного середовища ретельно описує бізнес-процес збору та обробки даних із джерел, що постійно рухаються, географічно розгалужених.

На основі зібраних даних операційного процесу підприємств пасажирського транспорту створено математичну модель, за допомогою якої можна оптимізувати логістичну роботу підприємства шляхом підвищення якості транспортних послуг. Розроблена математична модель відображена в серверній частині проекту. За даними випробувань було проведено експериментальне дослідження. Узгодження їх з ручними розрахунками свідчить про правильність виконання обчислень комп'ютером..

## ABSTRACT

In the course of the master's work the problems that arose in the process of designing and creating a system for monitoring and managing the transport network are considered in detail. To do this, on the example of existing passenger transport companies (VTTU) created a mathematical model of the enterprise, developed a software and hardware complex for collecting and processing information. A thorough analysis of the subject environment carefully describes the business process of collecting and processing data from constantly moving, geographically branched sources.

Based on the collected data of the operational process of passenger transport enterprises, a mathematical model was created, with the help of which it is possible to optimize the work of enterprises by improving the quality of transport services. The developed mathematical model is reflected in the server part of the project. According to the tests, an experimental study was conducted. Coordinating them with manual calculations indicates the correctness of the computer's calculations.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
1 ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНО-ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНОГО СУПРОВОДЖЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА НА ПРИКЛАДІ ВТТУ .....	10
1.1 Опис досліджуваного процесу .....	10
1.1.1 Варіанти використання .....	14
1.1.2 Структура досліджуваного процесу .....	15
1.2 Опис проблеми .....	17
1.3 Огляд аналогів розробленої системи .....	17
1.4 Рішення інформаційної підтримки .....	19
2 МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	22
2.1 Змістовна постановка проблеми .....	22
2.2 Математична модель .....	25
2.2.1 Ізоляція рухомого складу .....	25
2.2.2 Формалізація плану перевезень .....	26
2.2.3 Критерії вибору оптимального маршруту .....	28
2.2.4 Ризик зміни графіка.....	32
2.2.5 Формулювання і відомі методи розв’язання математичної задачі ..	33
2.3 Розроблення підходу для рішення проблеми.....	37
2.4 Виконання експериментальних розрахунків .....	39
3 СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ІНСТРУКЦІЙ З ТЕХНІЧНОЇ ПІДТРИМКИ .....	44
3.1 Інструменти розробки .....	44
3.2 Технічні вимоги до системи .....	45
3.3 Вимоги до створюваного програмного забезпечення.....	47
3.4 Архітектура створюваного програмного продукту.....	48
3.5 Приклад викорисатння .....	57
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	59

4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки.....	59
4.2 Визначення рівня конкурентоспроможності розробки .....	64
4.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи .....	67
4.3.1 Витрати на оплату праці.....	67
4.3.2 Відрахування на соціальні заходи .....	70
4.3.3 Сировина та матеріали.....	71
4.3.4 Розрахунок витрат на комплектуючі.....	72
4.3.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт .....	72
4.3.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт	73
4.3.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень .....	74
4.3.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей.....	75
4.3.9 Службові відрядження.....	76
4.3.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації.....	77
4.3.11 Інші витрати.....	77
4.3.12 Накладні (загальновиробничі) витрати.....	77
4.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки від її впровадження безпосередньо розробником (замовником) .....	78
Висновки до розділу .....	85
ВИСНОВКИ.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	87
ДОДАТКИ.....	92
Додаток А .....	93
Додаток Б .....	96
Додаток В.....	101

## ВСТУП

Громадський транспорт є невід'ємною частиною будь-якого великого сучасного міста. Ця інфраструктура щодня сильно завантажується і щодня динамічно змінюється. Тому важливим аспектом для успішного функціонування підприємств, що займаються транспортною логістикою є формування логістичної системи, що забезпечує підвищення ефективності економічних процесів підприємств. Поняття «логістична система» походить від загального «система» і є одним із базових у логістиці що реалізує системний підхід. У роботі розглядаються питання щодо оцінки пасажирями завантаженості транспортного засобу з метою підвищення рівня обслуговування на основі вибраного підприємства. Основою проблеми є пошук балансу між економічною стратегією транспортної компанії щодо надання послуг на маршруті та рівнем якості транспортного обслуговування. Для вирішення цієї проблеми пропонується вирішити такі проблеми: внутрішнє завантаження транспортного засобу та час очікування наступного транспортного засобу. Для вирішення проблеми оцінки пасажиропотоку на маршруті рекомендується збирати статистику пасажирів громадського транспорту та передавати ці дані на віддалений сервер в режимі реального часу. На основі цих даних можна налаштувати громадський транспорт та покращити якість транспортних послуг.

Метою даного дослідження є підвищення якості обслуговування пасажирських перевезень громадським транспортом шляхом регулювання кількості транспортних засобів на маршруті та зниження витрат на утримання маршруту. Для досягнення цієї мети необхідно виконати наступні завдання: переглянути існуючі методи та алгоритми моніторингу громадського транспорту, офіційно визначити завдання оцінки завантаження рухомого складу та розрахунку найкращих параметрів руху на маршруті,



розробити прототип системи моніторингу та управління громадським транспортом на основі вищевказаних методів, проаналізувати результати.

Об'єктом дослідження є процес моніторингу та управління громадським транспортом. Тема дослідження - методика оптимізації роботи пасажирських транспортних підприємств. Використані в роботі методи дослідження базуються на машинному зору та методах пошуку інформації.

Практична цінність. Розроблено математичну модель для розрахунку значень стандартів якості пасажирського транспорту, таких як очікуваний час прибуття транспорту та завантаженість салону. На основі побудованого математичного пристрою реалізовано програмно-апаратний комплекс, який може відстежувати пасажиропотік на певному маршруті в режимі реального часу, чисельно визначати якість обслуговування руху та проводити експериментальні розрахунки на основі даних, зібраних у тесті.

Науковою новизною є розробка математичної моделі для оцінки завантаження транспортного засобу. Розроблений в роботі підхід до обробки даних дає змогу розрахувати найкращі параметри для транспортних засобів, що рухаються за заданим маршрутом, а також задовольняє економічні обмеження та вимоги до якості перевезень. Підхід ґрунтується на комбінації методів машинного зору та розробленого алгоритму оцінки завантаженості обраного маршруту.

Апробація. Представлені в роботі результати апробовані в результаті участі в конференції Всеукраїнська науково-практична Інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців «МОЛОДЬ В НАУЦІ: ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ (МН-2022)»:

- Артем Іванович Кирилюк, Владислав Олександрович Бізер «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства», ВВПІК САМН «МОЛОДЬ В НАУЦІ: ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ», 2021. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2022/schedConf/presentations>.

# **1 ПРОЕКТНІ РІШЕННЯ РОЗРОБКИ ПРОГРАМНО-ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНОГО СУПРОВОДЖЕННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА НА ПРИКЛАДІ ВТТУ**

## **1.1 Опис досліджуваного процесу**

Громадський транспорт відіграє важливу роль у житті будь-якого сучасного великого міста, він глибоко інтегрований з інфраструктурою міста, щоб забезпечити людей зручним транспортним засобом. Щодня ця розгалужена мережа може перевозити мільйони людей по всій країні. Щоб забезпечити правильну роботу системи та підтримувати її нормальну роботу, потрібно докласти чимало зусиль. Щоб краще зрозуміти механізм пасажирських перевезень, розглянемо структуру перевізника більш детально.

У процесі містобудування в городі прокладаються маршрути руху. Однак у зв'язку зі збільшенням попиту на перевезення на деяких раніше невизначених ділянках або появою нових зон руху можуть також формуватися нові маршрути. Послуги громадського транспорту надає компанія-перевізник. Наприклад, у місті Вінниці основним оператором є Вінницьке трамвайно-тролейбусне управління (ВТТУ). Це муніципальна транспортна компанія, яка надає послуги наземного транспорту з понад 1 000 співробітників. На прикладі перевізника розглянемо структуру транспортної компанії більш детально. Завданнями будь-якого постачальника транспортних послуг є: надавати послуги пасажирського транспорту, забезпечити безпеку та комфорт під час транспортування, підтримка ефективного управління наземним транспортом, створення умов для розвитку громадського транспорту. Основою такого типу підприємства є рухомий склад. На рисунку 1.1 показано питому вагу кількості транспортних засобів, які рухалися на трасі ВТТУ протягом 2020-2021 років.

## ВИПУСК РУХОМОГО СКЛАДУ НА ЛІНІЮ В РОБОЧІ ДНІ

■ трамваї ■ тролейбуси ■ автобуси



Рисунок 1.1 - Карта розподілу наземного рухомого складу за видами

Рисунок 1.1-Карта розподілу Загальні характеристики, властиві кожному з наступних типів рухомого складу, включають такі характеристики: максимальне навантаження, включаючи кількість сидінь і вправи стоячи, кількість та електроенергія паливно-мастильних матеріалів та витратних матеріалів, частота технічного обслуговування та його вартість. Слід зазначити, що для кожної моделі ці цифри різні. Наземний транспорт здійснюється за маршрутом, узгодженим з міською радою. При розробці маршруту вказується розташування початкової станції, кінцевої станції та проміжної станції для перевезення певної кількості пасажирів і найкраще покриття району, що перевозиться. Маршрут може повертатися до початкової зупинки тим же або різними способами.

Маршрутизацію можна розділити на такі види: місто-у місті, далека дистанція-проїзд через декілька міст, міжнародні – ті, хто перетинає національні кордони. Властивості кожного маршруту: ім'я або номер, довжина в кілометрах, розклад руху, середня кількість транспортних засобів на дорозі, середня кількість пасажирів. Нижче наведено статистичні дані щодо кількості маршрутів, які обслуговує ВТТУ у 2021 р., як показано у таблиці 1.1 та плані на 2022 рік.

Таблиця 1.1 – Динаміка зміни кількості маршрутів 2021-2022 року

Показник	План 2021 р.	Факт 2021 р.	План 2022 р.
Трамвайні	6	6	6
Тролейбусні	18	18	19
Автобусні	20	20	21
Загалом	44	44	46

Як ми бачили, кількість автобусних ліній значно перевищує кількість трамваїв і тролейбусів. З цього випливає логічний висновок, що витрати на будівництво нових тролейбусів і трамвайних маршрутів високі через необхідність встановлення додаткового обладнання-контактних мереж та колій. З цієї точки зору тролейбусні маршрути легше будувати, оскільки вони не покладаються на джерела постійного струму. Основними цілями обслуговування авіакомпаній є: забезпечення пасажирських перевезень, компенсація витрат на використання обладнання та обслуговування, виплата заробітної плати працівникам перевізника, поповнення корпоративних фінансових коштів. Визначимо основні джерела доходів і витрат транспортного підприємства та відобразимо їх на рисунку 1.2 та рисунку 1.3.



Рисунок 1.2 – Джерело доходу перевізника



Рисунок 1.3-Джерела постійних витрат

За рахунок продажу одноразових і проїзних квитків, доходи від споживачів транспортних послуг. Деякі категорії громадян оплачують лише частину вартості проїзду або проїзд повністю безкоштовно – пільговики. Транспортні витрати для цієї групи людей – з країни. Оскільки ВТТУ є національною установою, він також отримує кошти з державного бюджету. Операційний дохід включає орендну плату, відсотки за депозитами тощо. Основою будь-якого підприємства є його працівники, тому більшість коштів витрачається на заробітну плату та інші соціальні виплати (пенсії, податки тощо). Транспортна компанія повністю залежить від обладнання, яке їй необхідно обслуговувати. З часом технологія розвинула властиві їй ресурси і стала вимагати заміни певних компонентів. Запасні частини та паливно-мастильні матеріали – це матеріальні витрати. З метою інвестування у фонди ремонту та перетворення технопарку певний відсоток від доходу спрямовуватиметься до амортизаційного фонду. Перевізники мають кілька впливів на регулювання доходів, але основним з них є витрати на проїзд. Після того як ви дізнаєтеся суму збору, ви можете встановити відсоток виручки, і на цій основі встановити вартість квитка. Вище наведені загальні параметри для оцінки експлуатаційних витрат на обслуговування маршруту компанії. Проте проведені на цій основі розрахунки не враховували якість перевезень з точки зору споживачів послуг (пасажирів). У містах, що швидко розвиваються, головною проблемою громадського транспорту є затори. Це може призвести до багатьох негативних явищ, наприклад, створення скупчення людей в салоні або здійснення дрібних крадіжок. З метою покращення якості обслуговування пасажирського транспорту громадського

транспорту планується запровадити систему збору та обробки даних для відображення поточного стану лінії в режимі реального часу. Завдяки цій інформації ви можете оптимізувати роботу громадського транспорту, зменшити витрати на обслуговування маршрутів, покращити комфорт і якість обслуговування пасажирів.

### 1.1.1 Варіанти використання

Ми використовуємо функціональну модель, щоб показати функціональну поведінку системи та її взаємодію з користувачами, модель використовує діаграму використання для опису та представлення її за допомогою графічних матеріалів. Система додає права доступу до даних ролі адміністратора. Давайте перерахуємо операції, які може виконувати цей актор: перегляд поточних даних про трафік, зміна параметрів маршрутизації в тестовому середовищі, зміна даних маршруту, зміна даних окремих транспортних засобів, створення нового маршруту. Використання акторів у системі наведено в графічному матеріалі роботи та описано в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Актори і варіанти використання

Актор	Назва варіанту	Складові варіанта
Адміністратор	Перегляд актуальних даних	
	Зміна параметрів маршруту в текстовому середовищі	Корегувати експериментальні параметри маршруту, змінювати розклад та кількість транспортних засобів
	Зміна даних про маршрут	Внести дані про шлях та зупинки та розклад руху
		Змінити кількість транспортних засобів

## Продовження таблиці 1.2 – Актори і варіанти використання

Адміністратор	Зміна даних про окремих транспортний засіб	Перенести на інший маршрут або вилучити транспортний засіб
		Змінити реєстраційні дані транспортного засобу
		Змінити параметри завантаження транспортного засобу
	Створення нового маршруту	Внести інформацію про шлях та зупинки і розклад руху
		Перенести транспортні засоби на маршрут

Нижче наведено короткий опис кожного використання: Перегляд поточних даних. Адміністратори переглядають дані на певному вибраному маршруті. Він показує всі транспортні засоби на дорозі, завантаженість пасажирів та інші показники. Змінити параметри маршруту в тестовому середовищі. Система надає функції для вибору найкращої продуктивності маршруту на основі поточних даних. В результаті він накладає задані адміністратором параметри на поточний маршрут і відображає очікувані показники економічної доцільності та комфорту пасажирів. Змінити дані маршруту – налаштувати маршрут, розклад та кількість наземних транспортних засобів, які рухаються по маршруту. Змінити дані окремого транспортного засобу - змінити назву, реєстраційні дані та інші параметри клієнтського програмного забезпечення. Створення нового маршруту – введіть інформацію про новий маршрут і встановіть його маршрут, розклад і пересадки транспортних засобів.

### 1.1.2 Структура досліджуваного процесу

Основний процес системи включає: отримання та обробку даних від служби підтримки клієнтів системи, встановленої на транспортному засобі, підтримку налаштувань системи замовника, моніторинг руху наземного транспорту та забезпечення тестового середовища для оптимізації маршруту.

Продовжимо опис бізнес-процесу після впровадження системи. Існує занадто багато описів усіх процесів, які охоплює ця система, тому ми наведемо лише найбільш важливий процес більш детально, тобто надамо тестове середовище для оптимізації роботи маршруту (рисунок 1.4).

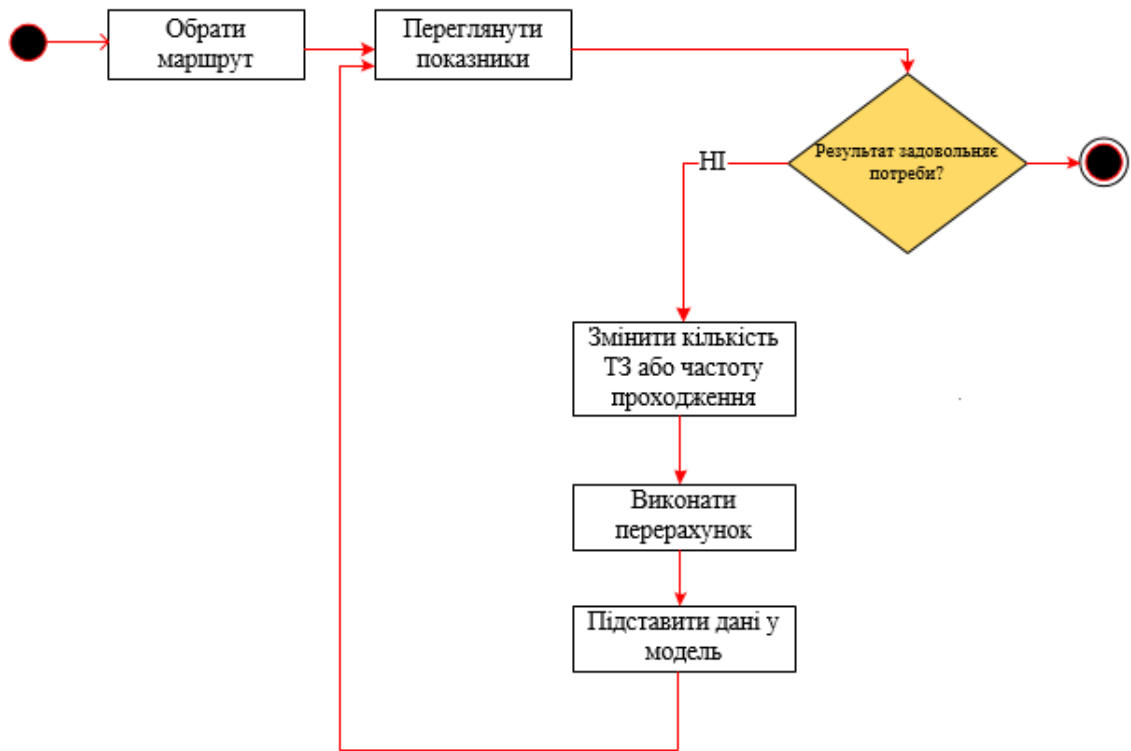


Рисунок 1.4 - Зміна параметрів маршрутизації в тестовому середовищі.

Щоб почати використовувати тестове середовище, адміністратор повинен вибрати маршрут. Система покаже йому поточний стан маршруту та індикатор навантаження на транспортному засобі. На цьому кроці адміністратор може почати змінювати параметри трафіку, які будуть накладені на фактичні дані. На основі змінених даних буде сформовано звіт про економічну доцільність зміни та рівень якості транспортного обслуговування (завантаження транспортного засобу). Це дасть можливість змінити ситуацію на маршруті без зміни реального руху транспортного засобу. Параметри, які можуть змінюватися, включають кількість



транспортних засобів на маршруті та частоту, з якою транспортні засоби проходять станцію.

## 1.2 Опис проблеми

Система призначена для моніторингу та керування громадським транспортом. Тобто інформаційно-аналітична підтримка пасажирських транспортних компаній при реалізації таких процесів має:

- збирати відповідні дані;
- розраховувати економічну доцільність;
- змінювати розрахунок параметрів руху в тестовому середовищі.

Мета: Підвищення якості обслуговування пасажирських перевезень, підвищення комфортності громадського транспорту, підтримання економічної доцільності перевезень шляхом визначення складу транспортних засобів на маршруті, що відповідає вимогам перевізника.

Системні завдання. Для досягнення цих цілей система повинна вирішити такі завдання: 1. Збір даних маршруту: Збір та надсилання даних з транспортного засобу (GPS та завантаження); Прийняття даних Wan; С зберігання даних; 2. Обробка даних з додатковими параметрами; Використання поточних параметрів для оцінки ситуації; Заміну моделі зміною параметрів руху; 3. Оцінка прибутковості: Розрахунок економічної зручності маршруту на основі зміненої моделі руху.

## 1.3 Огляд аналогів розробленої системи

Під час огляду матеріалів з даної тематики в роботі виявлено дві подібні системи, які будуть проаналізовані та порівняні нижче. Перша система була розроблена малайзійськими вченими під назвою «Моніторинг громадського руху з системою управління маршрутами та диспетчеризацією» [2] Основна ідея полягає у використанні технології GPS та локальної орієнтації на основі радіопередавачів малої дальності для моніторингу

транспортних засобів. Другою системою є індійська система «інтелектуальний моніторинг транспортних засобів з використанням глобальної системи позиціонування та хмарних обчислень» [3]. Його робота включає збір даних про географічне розташування транспортного засобу та відправку їх у централізоване сховище. Розглянута робота присвячена вирішенню проблеми, яка є наслідком великого навантаження сучасної міської транспортної мережі. Проблемою є якість обслуговування пасажирів: час очікування на перевезення, зручність та безпека прибуття у разі стикувальних рейсів. Підсумовуючи матеріали, викладені в роботі, можна знайти спільну проблему, яка містить таку точку зору: Зі зростанням населення великих міст та розростанням транспортної мережі якість перевезення пасажирів громадським транспортом значно погіршилася. Причиною цих негативних явищ є збільшення руху на дорогах загального користування, тому час очікування громадського транспорту значно зріс, що створює незручності в дорозі. Іншими факторами, що впливають на якість обслуговування, є технічний стан транспортного засобу та стан здоров'я водія (тобто алкоголізм). Щоб подолати недоліки, дослідники надали різні методи вирішення вищевказаних проблем, наприклад: -громадський моніторинг розташування рухомого складу громадського транспорту через Інтернет; -встановити інформаційні табло на визначених станціях для розрахунку часу прибуття; - стежити за станом транспортного засобу та водія (фіксувати кількісні та якісні показники технічного стану автомобіля, перевіряти, чи не п'яний водій; - обчислювати відстань, пройдену транспортним засобом, та його очікуване відставання або час прибуття.

Автори цих систем пропонують використовувати сучасні технології збору та передачі даних на основі публічного географічного позиціонування (GPS) та мереж радіопередачі даних (GSM, GPRS, Bluetooth). Архітектурний метод системи обробки даних з віддаленими серверними обчисленнями можна розглядати як модерністський метод вирішення проблеми. Ці розрахунки включають приблизний розрахунок часу, необхідного для того,

щоб транспортний засіб прибув до зупинки. В обох системах розглядаються подібні концепції моніторингу перевезень. Ці ідеї засновані на принципах геолокації за допомогою технології GPS. Такі дані зможуть показати поточну ситуацію на дорозі. Аналіз такого типу даних, безумовно, корисний для визначення навантаження частини маршруту на основі дорожнього руху. Але вони не давали жодної можливості оцінити навантаження окремого транспортного засобу.

Бортові дані можуть дати підказки щодо покращення якості послуг пасажирського транспорту, наприклад: - збільшення/зменшення кількості транспортних засобів на маршруті; - коригувати частоту зупинок транспортних засобів відповідно до часу доби; - зміна типу та розміру транспортних засобів відповідно до завантаженості маршруту. Такі поради необхідні для створення ефективної мережі громадського транспорту міста.

#### 1.4 Рішення інформаційної підтримки

Для роботи системі потрібні вхідні дані та механізми обробки. Оскільки дані повинні збиратися з різних джерел, система побудована на архітектурі клієнт-сервер. Розглянемо будівельні блоки двох сторін обміну на Рисунку 1.5. Єдиною точкою обробки є сервер, який отримує, зберігає та обробляє дані.

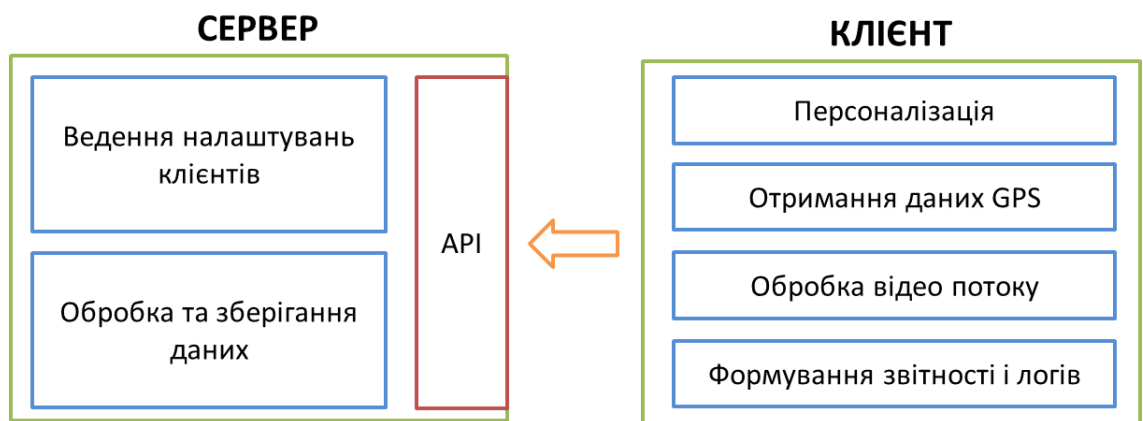


Рисунок 1.5-Компоненти клієнтської та серверної частин

REST API [4] використовується для отримання даних від клієнтів. Клієнт, який знаходиться безпосередньо в рухомому складі, несе відповідальність за збір та надання останньої інформації. Реалізація клієнтської частини — програмно-апаратний комплекс, що складається з комп'ютера Raspberry PI 3 [5] під керуванням операційної системи Debian [6] та клієнтського програмного забезпечення. З графічної точки зору основні елементи клієнта показані на рисунку 1.6.

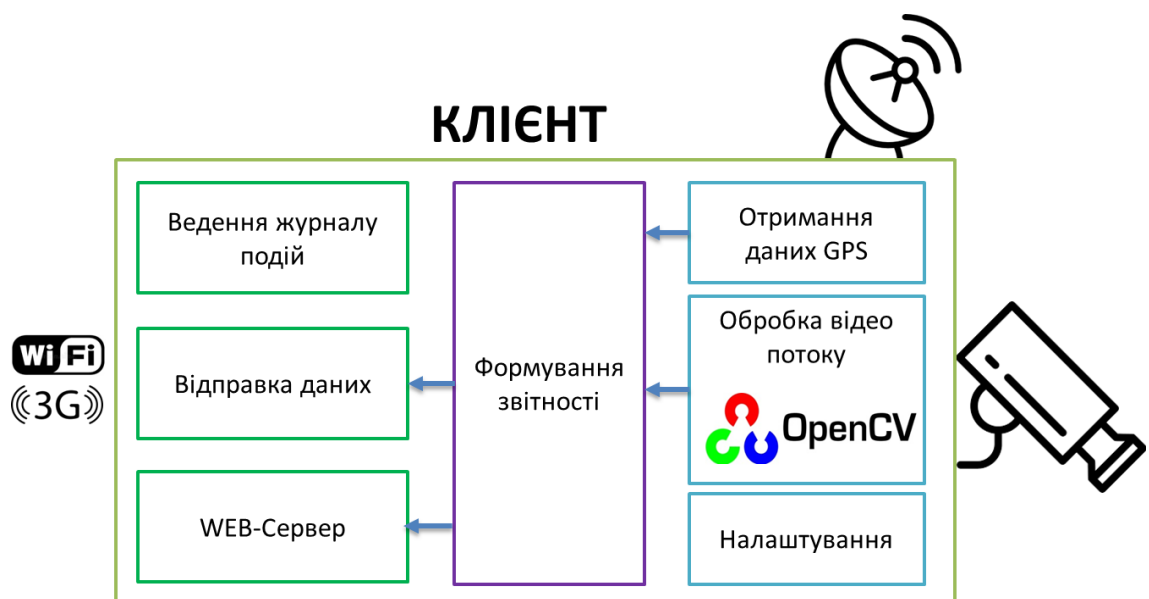


Рисунок 1.6-Компоненти клієнтської та серверної частин

Дані про місцезнаходження отримуються за допомогою модуля розширення приймача GPS. Пристрій приймає радіосигнали від групи наземних супутників і розраховує своє поточне географічне розташування. Форма такого типу блоку дозволяє підключатися до мікрокомп'ютера через стандартний роз'єм GPIO. Плата Neo M6 [7] використовується як GPS-приймач, який може надавати досить точні дані та споживати помірну кількість енергії.

За допомогою бібліотеки обробки відеопотоку OpenCV [8] для обробки відеопотоку з камери для оцінки кількості пасажирів в автомобілі. Зв'язок із

сервером здійснюється через HTTPS [9] через Інтернет-з'єднання. Мережевим інтерфейсом може бути модем EDGE/3G або вбудований в комп'ютерну мережу WIFI-модуль, підключений до загальнодоступної мережі Wi-Fi [10], яка була введена в більшість громадського транспорту [11]. Для налаштування клієнтського модуля програмне забезпечення має веб-інтерфейс, що дозволяє переглядати поточні налаштування, карту з помітками про розташування пристрою та кількість пасажирів в салоні. Відправка даних на сервер збору інформації здійснюється через регулярні проміжки часу і може бути налаштована індивідуально. Якщо синхронізація не вдалася, дані будуть надіслані в наступному сеансі зв'язку.

Таким чином, метою цього розділу є збір даних про фактичну діяльність пасажирських перевезень. На основі отриманої детальної інформації були розроблені основні вимоги до функцій системи та побудовано план використання варіантів. Архітектура системи вибирається клієнтом-сервером, оскільки дозволяє збирати дані в одному місці з географічно відокремлених місць, які постійно надходять. Основними завданнями системи є:

- збирати відповідні дані;
- розраховувати економічну доцільності;
- змінювати розрахунок параметрів руху в тестовому середовищі.

Основним користувачем системи є адміністратор. Його функції включають: перегляд поточної інформації та регулювання кількості трафіку на маршруті та експериментування зі зібраними даними.

## 2 МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1 Змістовна постановка проблеми

Однією з проблем сучасних великих міст є слабка система громадського транспорту. Фактори, що викликають цю проблему, відрізняються залежно від географічного та історичного походження міста. Але характерним фактором українських міст є стрімке зростання житлових територій, яке відбулося за останні десять років. Раніше, з прокладкою міських автобусних ліній, такі новобудови вже не можна було розглядати, ті гілки, побудовані із запасами, давно вичерпані. Тому існує проблема формування ефективного розкладу громадського транспорту. Враховуючи неоптимальний графік руху, перевізник стикається з проблемою перевантаження маршруту через великий пасажиропотік. Для того, щоб сформувати найкращий розклад, часто не вистачає відповідних даних про пасажиропотік. Коли автомобіль майже порожній, виникає протилежна проблема. Такі проблеми можна вирішити, розробивши динамічний графік руху на маршруті. Вхідними даними для запитання мають бути такі змінні як: тенденція зміни пасажиропотоку протягом дня, наявність онлайн-транспорту, особливі обставини на маршруті (недотримання транспорту, підвищений попит на транспортні послуги під час масових заходів тощо).

Для вирішення цієї проблеми запропоновано спосіб складання розкладу руху шляхом поєднання збору інформації про пасажиропотік з математичним пристроєм з використанням теорії розкладу. Для збору найновішої інформації про пасажиропотік використовуються технології комп'ютерного зору, розпізнавання зображень (в даному випадку зображення людини на зображенні) та система геолокації GPS. Це дає змогу отримати актуальну інформацію про кількість пасажирів у певному місці маршруту в певний момент часу (наприклад, для прикладу візуалізованих даних про пасажиропотік див. рис. 2.1). Цей тип інформації є вхідним для завдання

побудови розкладу. Інформація про пасажиропотік має надсилатися в систему обробки даних. Результатом аналізу є оптимальний графік руху, який містить рекомендації щодо частоти руху в конкретний час доби та рекомендованої кількості транспортних засобів на маршруті.

**Пасажиропотік на тролейбусному маршруті №2**

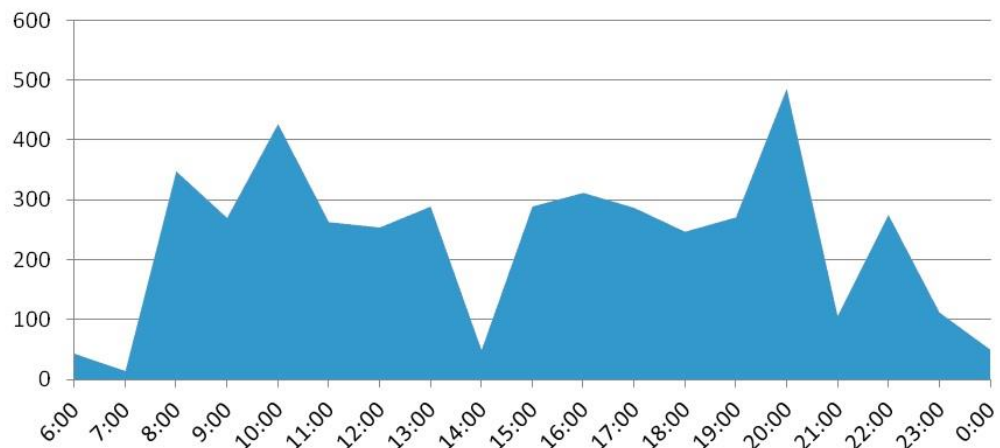


Рисунок 2.1 - Приклад об'єму пасажирського потоку

Основою математичної моделі є формальне середовище громадського транспорту. Агентом цієї моделі є транспортний засіб з наступними характеристиками:

- вантажопідйомність;
- поточне навантаження;
- швидкість;
- географічне положення.

Відповідно до характеристик цих агентів формуються такі питання, як час їх роботи та час відправлення. Відповідно до формалізації середовища, з точки зору підвищення зручності пасажирів, можна виділити два напрямки пошуку найкращого маршруту: звести до мінімуму час очікування транспортних засобів на стоянці та зменшити навантаження на транспортний засіб. Для вирішення проблеми оцінки пасажиропотоку та побудови

динамічного розкладу руху громадського транспорту пропонується використання двох математичних методів: комп'ютерного зору з розпізнаванням (класифікацією) образів та ітераційного алгоритму пошуку оптимальних параметрів роботи маршруту. До переваг методів розпізнавання образів зазвичай відноситься їх універсальність. Цю технологію можна використовувати в багатьох сферах сучасного життя: від самокерованих автомобілів до автоматичних систем безпеки. Для цього потрібно лише надати системі дані, які вона дізнається. У нинішній ситуації це можуть бути фото та відео з сайтів громадського транспорту та самого рухомого складу. До недоліків методів розпізнавання образів на основі машинного навчання можна віднести: високі вимоги до комп'ютерних систем, час навчання, помилка розпізнавання. Високі вимоги до комп'ютерної системи означають, що через великий обсяг обчислень потрібен достатньо потужний комп'ютер, щоб можна було розділяти завдання. Ще один недолік - необхідний етап - система навчання. Системі необхідно надати навчальні дані, які в майбутньому використовуватимуться для прийняття рішень при розпізнаванні об'єктів, для цього необхідно створити велику навчальну базу зображень і відео. Причин помилок у розпізнаванні об'єктів може бути багато. Але в основному на цей процес буде впливати якість зображення: освітлення, дим, роздільна здатність зображення. На останній фактор впливатимуть апаратні можливості камери, яка зняла зображення.

Власний алгоритм пошуку параметрів руху на певному маршруті обмежений: економічною доцільністю, зміною пасажиропотоку протягом доби, наявністю онлайн-транспорту, особливими обставинами на маршруті (недотримання транспорту, підвищений попит на транспортні послуги під час масових заходів тощо). Результатом його роботи є набір параметрів маршруту, який задовольнить усі обмеження та забезпечить найкращий режим роботи маршруту.



## 2.2 Математична модель

### 2.2.1 Ізоляція рухомого складу

Щоб виразити математичну задачу, ми формалізуємо об'єкти реального світу. За основу візьмемо систему громадського транспорту міста. Транспортна система складається з маршрутів, за якими йдуть транспортні засоби. Позначимо окремі маршрути як  $r$ . Транспортний засіб рухається по трасі виконуючи маршрут. Абстрактні транспортні засоби – це автомобілі, які не мають певних атрибутів (тролейбуси, трамваї, автобуси тощо). Для позначення цих об'єктів ми використовуємо маркер  $i^v$ .

Кожен автомобіль належить до певної марки та моделі. Кодова назва зразка. У математичній формулі певний проєктований транспортний засіб зображується індексом  $i^v$ .

На кожному маршруті існує певний набір перевезень  $n^r$ . Кількість транспортних засобів за зразком  $v$  на маршруті  $n_v^r$ .

Повертаючись до характеристик конкретної моделі автомобіля, можна виділити наступні атрибути: місткість і навантаження. Вантажопідйомність — це розрахована (виведена математично при проєктуванні транспортного засобу) місткість, яку можна транспортувати. Затор - справжнє значення кількості пасажирів в одному транспортному засобі в даний момент часу.

Обидва ці значення розраховуються в перерахунку на кількість пасажирів.  $C$  - місткість транспортного засобу;  $C_v$ -Пропускна здатність транспортного типу;  $l_i$ -Завантаження конкретного транспортного засобу (резюме);  $l_{iv}$ -Завантаження конкретної машини, це унікальний ідентифікатор машини.

Місткість і навантаження поділяються на два елементи: кількість сидячих і стоячих пасажирів. Значення  $C_v^{seat}$  - місткість автомобіля в сидінні, а  $C_v^{stand}$  - місткість автомобіля в положенні стоячи. Значення завантаження подібне:  $l_i^{seat}$ -Рух сидячи;  $l_i^{stand}$  - Рух стоячи. Арифметичний розрахунок значення наводиться за формулою:

$$C_v = C_v^{seat} + C_v^{stand}$$

$$l_i = l_i^{seat} + l_i^{stand}$$

Далі потрібно продовжити підрахунок кількості пасажирів на маршруті. Щоб представити загальну кількість пасажирів, перевезених за певний час, введіть термін потік і позначте його символом. Подібно до значення пропускної здатності, воно представляє трафік, який здійснює певний тип транспортного засобу, який дорівнює  $S_v$ .

Формула виведення для максимально можливого потоку на маршруті  $S_v^{max r}$  і поточного транспортного потоку  $S_v^{curr r}$ :

$$\begin{aligned} S_v^{max r} &= n_v^r \cdot C_v = n_v^r (C_v^{seat} + C_v^{stand}) \\ S_v^{curr r} &= \sum_{k=1}^{nv} (l_k) = \sum_{k=0}^{nv} (l_k^{stand} + l_k^{seat}) \end{aligned}$$

Для певного маршруту формула для розрахунку максимально можливого потоку виглядає так:

$$S^{max r} = \sum_v S_v^{max r} = \sum_v [(n_v^r) \cdot C_v] = \sum_v [(n_v^r) \cdot (C_v^{seat} + C_v^{stand})]$$

Ця величина є теоретичною, оскільки базується на деяких оцінках, а фактичний пасажиропотік  $S^{curr r}$  розраховується для всіх видів транспорту:

$$S^{curr r} = \sum_v S_v^{curr r} = \sum_v \left( \sum_{k=1}^{nv^r} l_k \right) = \sum_v \left( \sum_{k=1}^{nv^r} [(l_k^{stand} + l_k^{seat})] \right)$$

### 2.2.2 Формалізація плану перевезень

Кожен маршрут складається з багатьох зупинок. Кожна зупинка працює тільки в одному напрямку. Назва зупинки  $St$ . Для ідентифікації окремих зупинок використовуються наступні індекси  $g$ :  $St_g$ -зупинка під номером  $g$  і зупинка під номером  $St_g^r$  у контексті маршруту  $r$ .

На кожній станції є індикатори пасажирського «обігу»:  $St_g^{income}$  - Кількість пасажирів, які обирають зупинку;  $St_g^{outcome}$  - Кількість пасажирів, що залишають станцію.

Одним з головних показників якості обслуговування пасажирів є час очікування - інтервал часу між прибуттям транспортних засобів у дорогу. Для певної станції  $g$  через якісь непередбачені обставини (ремонт, затори, аварії тощо) час очікування становить у середньому  $t_g$ .

Цей показник складається з двох частин: еталонний час очікування  $t_1(g)$ , який представляє очікуваний час очікування, і  $\Delta t_g$  - очікуване відхилення очікування на зупинці:

$$g + \Delta t_g$$

Припущення: всі транспортні засоби їздять по маршруту в однаковий інтервал часу-формула:

$$t_r = t_r^1 = \dots = t_r^{i+1} = t_r^{nr}$$

Серед них  $t_r$  – контрольний час від виходу аналогічних транспортних засобів до маршруту  $r$ . На рисунку 1.2 схематично показано маршрут із символами зупинки та транспортного засобу.

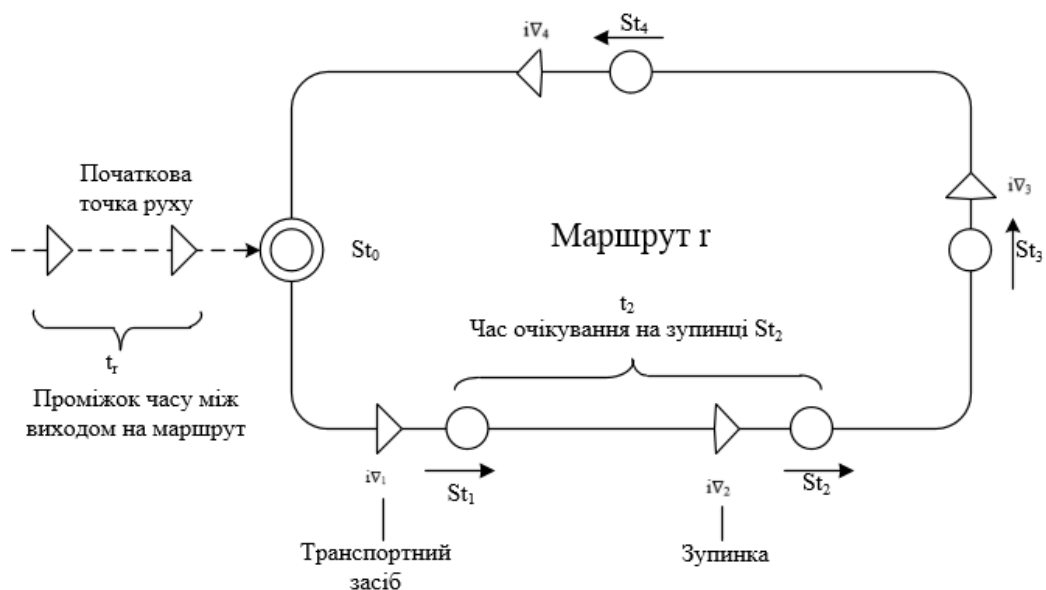


Рисунок 2.2-План маршруту з умовними позначеннями

На цьому етапі для подальшого використання достатньо формалізації.

### 2.2.3 Критерії вибору оптимального маршруту

Якість транспортних послуг оцінюється двома факторами: часом очікування наступного автомобіля та повною місткістю пасажирського салону. Ці показники безпосередньо впливають один на одного. Наприклад, можна процитувати таку думку: час очікування автомобіля дуже довгий, і ймовірність того, що люди, які бажають підійти до найближчої машини, будуть переповнені в салоні, збільшиться. Інтуїтивне рішення – збільшити кількість автомобілів на маршруті, але це неправильно. Таке рішення призведе до збільшення вартості транспортних ресурсів (палива, збільшення обсягу необхідного ремонту тощо), що призведе до збільшення вартості наданих послуг. У цей час пасажиромісткість транспортного засобу буде дуже низькою, а частка корисної роботи буде відносно невеликою. Зменшення кількості транспортних засобів на маршруті призведе до зниження якості пасажирських перевезень: збільшиться час очікування, а водночас збільшиться навантаження на салон. Найкращим рішенням цієї проблеми є досягнення балансу між комфортом руху та кількістю ресурсів, що витрачаються на трафік. Ці показники мають сильну кореляцію один з одним, тому, змінивши один з них, можна отримати найбільш вигідне значення. Повернемося до показників якості обслуговування трафіку і розглянемо їх незалежно один від одного.

У контексті математичного розв'язання задачі значення цільової функції поточного критерію можна описати так:

$$t_g \rightarrow \min$$

Щоб розрахувати цей час, потрібно знати наступні параметри: 1. Довжина  $L^r$  кілометрів; 2. Середня швидкість маршруту  $V^r$  км/год; 3. Список транспортних засобів на маршруті.

Для спрощення моделі припустимо, що всі транспортні засоби на маршруті належать до одного зразка (однорідного). Потім обчисліть середній час для подібних транспортних засобів як:

$$t_g = \frac{L^r}{V^r} \cdot \frac{1}{n^r} \quad (2.1)$$

Виходячи з цього значення, ми вводим поняття еталонного часу очікування на шляху:  $\varepsilon t_v^r$ . Це розрахункова вартість очікування транспортних засобів.

З огляду на те, що маршрут може курсувати різними типами автомобілів, ми виводимо довідкову формулу розрахунку часу очікування для різних типів транспортних засобів:

$$t_g^v = \frac{L^r}{v_v^r} \cdot \frac{1}{n_v^r} \rightarrow \varepsilon t_v^r$$

Орієнтовний час на маршруті з різними типами транспортних засобів можна розрахувати шляхом підсумовування значень усіх наступних типів показників:

$$\frac{\sum^v \varepsilon t_v^r}{n^r} \approx \varepsilon t^r$$

Якщо у нас є дані про час, ми можемо порахувати кількість транспортних засобів на маршруті:

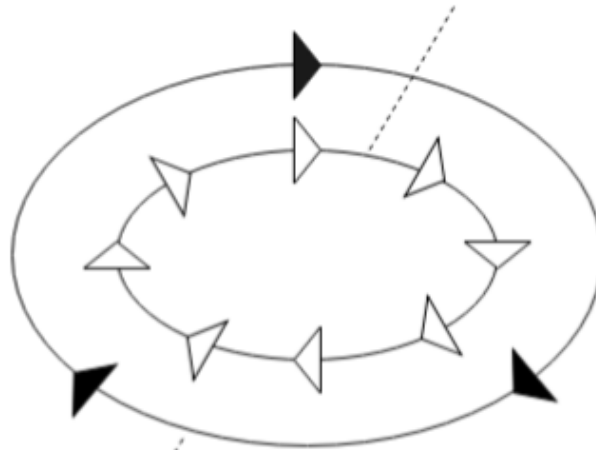
$$n^r = \frac{L^r}{t_g V^r}$$

Для вирішення проблеми регулювання часу очікування транспортних засобів можна використовувати два різні методи: 1. Змішайте час виїздів різних типів автомобілів на одному маршруті, щоб досягти ідеального розміру; 2. Візьміть число  $n_v^r$  для визначення середнього (дійсно, якщо потрібно звести рухомий склад до одного типу  $v$ ).

На Рисунку 2.3 наведено пояснення першого рішення. За допомогою двох типів машин ви можете запланувати їх роботу так, щоб велика кількість

повільних машин забезпечувала середній час очікування, а невелика кількість швидких машин могла точно налаштувати необхідний час.

$V_1$  – повільні машини, основний рухомий склад



$V_2$  – швидкі машини, додатковий рухомий склад

Рисунок 2.3-Опис першого методу встановлення часу очікування громадського транспортного засобу

Ще одним критерієм якості обслуговування є ступінь заповнення салону. Його значення не повинно бути близьким до екстремальних значень (мінімальних і максимальних): - для невеликої кількості пасажирів ресурси, використані для перевезення, не будуть відображені у вартості проїзду; - перевантаження салону зазвичай призводить до конфліктів між пасажирами та швидкої фізичної втоми.

Умову формулюємо математично: нехай середнє навантаження  $l^r$  транспортного засобу на маршруті прагне до  $\min$ , але воно має нижню межу (нижня межа повернення дорівнює 0):

$$l^r \rightarrow \min,$$

$$S^{curr r} \sim l^r$$

Для подальших розрахунків повинні бути значення  $l^r$  і  $S^{\max r}$ , а значення  $S^{\text{curr } r}$  можна обчислити (краще всього обчислити):

$$S^{\text{curr } r} = P \cdot S^{\max r} = P n^r C^r = \sum^v P n_v^r C_v^r$$

Де  $P$  – коефіцієнт завантаження транспортного засобу. Потім розраховують необхідний обсяг транспортування (середній):

$$n^r = \frac{S^{\text{curr } r}}{P \cdot C^r}$$

Значення цього ж критерію буде дорівнювати:

$$P = \frac{S^{\text{curr } r}}{n^r \cdot C^r} \quad (2.2)$$

Коригування цього значення можна зробити аналогічно першому варіанту корекції часу очікування, але замінити його на автомобіль іншої місткості.

Як і раніше, всі розрахунки будуть проводитися на одному автомобілі. Наземний транспорт рухається за певною протяжністю маршруту і займає деякий час. Звідси роботу можна розглядати, розраховавши маршрут, пов'язаний з часом роботи перевезення, що значно полегшить розрахунок. Давайте продовжимо обговорення вартості обслуговування маршрутизації. До них належать: -оплата праці екіпажу автомобіля; - вартість енергії (електрика/паливо); - ремонтні роботи транспортних засобів та допоміжних споруд.

Бортпровідник автомобіля складається з двох осіб: водія і диспетчера-касира. Обидва отримують фіксовану грошову винагороду і працюватимуть фіксовану кількість годин на день, тому легко розрахувати вартість погодинної оплати транспортної одиниці  $H^h$ :

$$H^h = \frac{H}{160}$$

Серед них  $H$  – місячна заробітна плата робітника та вартість 160 – кількість відпрацьованих годин відповідно до Закону України про працю [12].

При проектуванні транспортного засобу виробник встановив норматив споживання паливних елементів за годину  $E^h$ . Для електромобілів норматив електроенергії встановлюється на величину спожитої електроенергії за годину в кіловатах. Паливні ресурси, що витрачаються при транспортуванні з використанням двигунів внутрішнього згорання, характеризуються кількістю літрів, що витрачаються на годину. Відповідно до типу транспортного засобу ми будемо використовувати символ  $E_v^h$ , а вартість одиниці палива буде виражатися як  $Pr_v$ . Тоді вартість палива  $M_v^h$  певного типу автомобіля за годину дорівнює:

$$M_v^h = E_v^h \cdot Pr_v$$

Експлуатація транспортного засобу призводить до необхідності технічного обслуговування та капітального ремонту. Гроші на оплату нових запчастин і проектів стягуються з амортизаційного фонду, а амортизаційний фонд - це вартість, утворена у вигляді певної частки (частини) від грошових доходів, сплачених за послуги з перевезення пасажирів (придбані авіаквитки), відшкодування пільгового проїзду). Тут і далі ми вважаємо, що вартість проїзду залежить від типу транспортного засобу.

Остаточна формула розрахунку рентабельності маршрутів, наданих різними типами транспортних засобів:

$$I^r = \sum_v (K_v^r \cdot S_v^{curr} \cdot (1 - Am_v) - n_v^r \cdot T^r \cdot (H_{s1} + H_{s2} + E_v^h \cdot Pr_v)) \quad (2.3)$$

Якщо  $I^r$  позитивний, підприємство дійсне. Ви не будете перевантажені на цьому маршруті.

#### 2.2.4 Ризик зміни графіка

Перед будь-якими змінами в розкладі громадського транспорту необхідно заздалегідь визначити можливі ризики. У розділі 2.3.3 вперше



згадується проблема, яка виникає при неправильному розподілі транспортних засобів на маршруті. Розглянемо два сценарії негативних подій після зміни маршруту. Згідно з першим випадком, до маршруту додано певну кількість (забагато) транспортних засобів. Пасажирський об'єм не змінився, але пасажиропотік одного транспортного засобу зведено до мінімуму. Через це також знижена вартість одного поїзда та одного квитка в дорозі. Велика кількість паливоспоживаючих транспортних засобів потребує ремонту, що робить маршрут нерентабельним. Тимчасовим рішенням є підвищення вартості проїзду. Другий випадок повністю протилежний першому. На дорозі стає все менше автомобілів, а час очікування стає все довшим. Як наслідок – затори всередині транспортного засобу. Це призводить до конфліктних ситуацій і загального невдоволення. Для вирішення проблеми оптимальної роботи маршрутів пасажирського транспорту необхідно динамічно змінювати кількість транспортних засобів на маршруті.

#### 2.2.5 Формулювання і відомі методи розв'язання математичної задачі

Для обмеженої кількості транспортних засобів різних типів  $i \in V^v$ , що курсують на маршруті  $r$ , знайдіть найкращу кількість транспортних засобів на маршруті за умови, що найкраще значення якості обслуговування пасажирів (час очікування транспорту  $t_g$  та навантаження окремого транспортного засобу  $S_i^{curr}$ ) та економічність транспортної доцільності.

Громадський транспорт завжди впливав на історичний розвиток та інфраструктуру великих міст світу. Попит на мобільність населення в населених пунктах, що швидко розвиваються, стимулював появу нових видів транспорту. Одну з найперших зареєстрованих транспортних мереж можна простежити з 1820 року [12]. З появою відносно швидкої мобільності значно збільшився географічний розрив між міськими центрами та приміськими районами та промисловими районами. Для організації зручного транспортного сполучення маршрути громадського транспорту повинні враховувати можливості транспортних засобів, які використовувалися в той

чи інший історичний період. Під впливом часу та розвитку технологій змінилися види транспорту, пасажиропотоки, напрямки та інтенсивність руху. З оволодінням принципом електричної енергії та винаходом твердопаливних двигунів змінився і громадський транспорт [14]. Історично існувала потреба в розробці та управлінні маршрутами громадського транспорту.

З розвитком громадського транспорту почали виникати труднощі в плануванні та утриманні транспорту. Корінь проблеми можна побачити у використанні залізниць – це один із перших методів громадського пасажирського транспорту [15]. Люди вперше почали задавати питання про організацію перевезень: планування та уточнення маршрутів перевезення; складання розкладів маршрутів; врахування навантажень за часом; здатність транспортної системи пропускати пасажиропотік із необхідною щільністю; якість маршрутів перевезення, у тому числі транспортні вузли і наявність розв'язок, безпека руху. Під час появи поїздів необхідно встановлювати розклади руху для запобігання аварій при русі на лініях загального користування [16]. З часом проблема поширилася на інші види транспорту. Робота [17,18] містить такі питання, які були виявлені протягом усього процесу спостереження за роботою громадських рухів: -затори на транспорті в години пік; -будівництво траси з неповним охопленням міської території; -незаконні справи. Останній пункт найбільш актуальний для країн, що розвиваються. Цій темі присвячено декілька робіт [19,20], основна ідея яких вказує на недоліки в організації дорожнього руху та недотримання заходів безпеки. Здатність транспортної мережі відповідати зазначеним вимогам вплине на задоволеність кінцевих користувачів громадським транспортом — користувачів громадського транспорту та економічну складову в результаті його діяльності.

Будь-яка робота з підвищення продуктивності системи починається зі збору даних про поточний стан і складання планів удосконалення. Громадський транспорт не є винятком. З появою сучасних методів

відстеження рухомого складу проблема збору даних стала справою часу. За допомогою сучасних супутникових даних зібрано статистику вантажних і пасажирських перевезень [21,22]. Збираючи дані про трафік, кількість пасажирів, затори, інтенсивність руху, що змінюється в часі, швидкість руху, аварії на маршруті тощо, можна проаналізувати інформацію для оптимізації маршрутів громадського транспорту. На основі зібраних даних можливі дослідження в різних напрямках, але мета одна – покращити якість трафіку. Нижче наведено приблизний список наступних областей: - прискорення руху [23]; - знаходження найкращий маршрут[24]; - прогноз поведінки пасажирів [25]; - зменшення кількостей станцій пересадки на маршруті[26]; - найкращий вибір типів транспортних засобів на маршруті [27]. Статистичні дослідження трафіку дозволяють застосовувати моделювання системи дорожнього руху за заданими параметрами. В результаті перевірки змін параметрів у симуляційній системі з урахуванням причин і наслідків ситуації визначається найкращий план навчання. Проблема моделювання сучасної транспортної роботи добре вивчена. Першим кроком до підвищення безпеки громадського транспорту є моделювання причин і наслідків аварій [28]. Пізніше ця тема стала поширеною і лягла в основу математичного методу креслення маршруту на основі графіка [29], а результати були перевірені на комп'ютерній моделі [30,31]. Одним із відкритих інструментів, які можна використовувати для моделювання наземних транспортних операцій, є *mobiTorr* (платформа моделювання попиту на подорожі на основі модульних агентів). *mobiTorr* дозволяє моделювати роботу системи на основі поведінки кожного агента з власним алгоритмом. Ця модель була використана для відтворення транспортної мережі в Штутгарті, Німеччина [32]. У цьому місті з населенням понад 2,7 млн осіб відновлено 19 видів транспорту та понад 13 940 станцій. Результати моделюючого експерименту є відправною точкою для початку дослідження. Але цього недостатньо для роботи в реальних умовах, тому подальші дослідження зосереджені на реальній реалізації системи моніторингу громадського транспорту.

Окрім формулювання транспортних стратегій на основі моделювання, існують альтернативні заходи. За результатами аналізу та досліджень, проведених з метою визначення тенденції його виникнення, розглядаються та вирішуються проблеми, пов'язані з функцією громадського транспорту. Пропоновані ідеї включають: - використання альтернативних джерел енергії в громадському транспорті [33,34]; - повна відмова від громадського транспорту[35]; - розвиток транспортних мереж на основі комерційних замовлень від великих компаній [36,37,38,39]. Як ми бачили, ці методи дуже сучасні, і для того, щоб до них поставитися серйозно, знадобиться деякий час.

З цією метою були розглянуті системи «Моніторинг громадського руху з системою управління маршрутами та диспетчеризацією» [40] та «Розумний моніторинг транспортних засобів із використанням глобальної системи позиціонування та хмарних обчислень» [41], які мають на меті впровадження робочих систем і комплексів для покращення громадського транзит. транспортування. Розглядувана стаття присвячена вирішенню проблеми неефективного розкладу руху громадського транспорту, наслідком якого є низька якість обслуговування пасажирів, а саме: скупченість людей в салоні, тривалий час очікування руху, передача зручності під час прибуття, безпека. Причиною цих негативних явищ у статті є те, що збільшився рух на дорогах загального користування, тому значно збільшився час очікування громадського транспорту, що створює незручності в дорозі. Додатковими факторами, що впливають на якість обслуговування, вважаються технічний стан транспортного засобу та здоров'я водія. Щоб подолати недоліки, дослідники надали різні методи вирішення вищевказаних проблем, наприклад: - громадський моніторинг розташування рухомого складу громадського транспорту через Інтернет; - встановлення електронних інформаційних табло на визначених станціях для розрахунку часу прибуття; - відслідковування стану транспортного засобу та водія (фіксувати кількісні та якісні показники технічного стану автомобіля, перевіряти, чи не п'яний

водій; - обчислення відстані, пройдену транспортним засобом, та його очікуване відставання або час прибуття. У всіх цих статтях обговорюються схожі ідеї щодо моніторингу транспорту. Ці ідеї засновані на принципах геолокації за допомогою технології GPS. Такі дані зможуть показати поточну ситуацію на дорозі. Аналіз таких даних, безумовно, корисний для визначення навантаження на кожну ділянку маршруту в умовах дорожнього руху. Але вони не дають жодної можливості оцінити навантаження окремого транспортного засобу, що є суттєвим для системи, що розробляється. Дані про навантаження транспортних засобів є вхідними для побудови завдань динамічного планування. Такий аналіз дасть пропозиції щодо покращення якості обслуговування пасажирів. Приклади таких рекомендацій включають: - збільшення/зменшення кількості транспортних засобів на маршруті; - коригувати частоту зупинок транспортних засобів відповідно до часу доби; - зміна типу та розміру транспортних засобів відповідно до завантаженості маршруту. Відсутність методичних описів вирішення проблеми збору даних про пасажирські перевезення та динамічних змін у графіку руху спонукає до подальших досліджень і розробки власних методів і методів для вирішення зазначених завдань.

### 2.3 Розроблення підходу для рішення проблеми

На основі практичних знань роботи громадського транспорту можна визначити загальну тенденцію зміни пасажиропотоку в певний час доби. Вранці та ввечері очікується два пікових навантаження. Підтвердження цих слів можна знайти в сервісах збору картографічних даних, таких як Google Maps і Easy Way, що працюють в Україні. Ці служби публічно публікують інформацію про маршрути громадського транспорту (рис. 2.4).

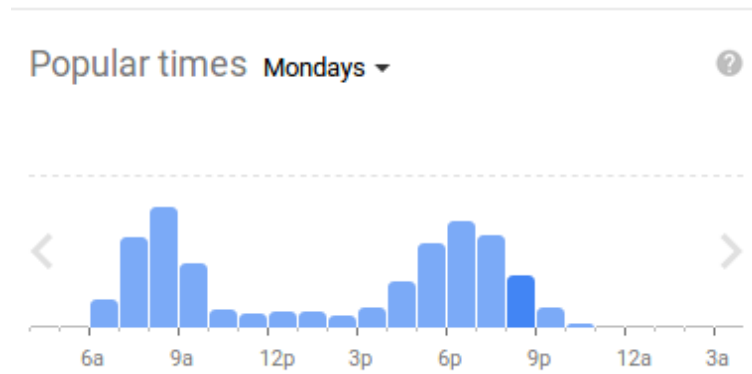


Рисунок 2.4 - Розклад завантаження вінницького тролейбусного маршруту No2 взято з картографічного сервісу Google Maps

Постійно збираючи дані про навантаження, можна побудувати аналітик змін пасажиропотоку. На основі цієї інформації можна застосувати наведену вище математичну модель для поділу розкладу маршруту на кілька частин (див. стовпці діаграми на рисунку 2.4), а також виконати окремі розрахунки параметрів руху для цих частин. Раніше ми визначили три критерії найкращої роботи маршруту. Двоє з них відповідають за якість транспортних послуг: короткий час очікування та вільне місце. Третє – економічна характеристика праці. Шукаючи компроміс, ви можете покластися на один із цих критеріїв і змінити для нього вхідні дані маршрутизації, а потім замінити інші два критерії. Склад цих стандартів (Рівняння 2.1-2.3) можна виразити так:

$$\begin{cases} t_g \rightarrow \min \\ P \rightarrow P_{const} \\ I^r \rightarrow \max \end{cases}$$

Ці стандарти повністю взаємозалежні, оскільки розраховуються на основі одних і тих же вхідних даних. Ми використовуємо цей атрибут, щоб знайти баланс між якістю обслуговування та прибутковістю маршруту.

Щоб активувати алгоритм, розклад маршруту потрібно розділити на кілька періодів. Алгоритм повинен виконуватися один раз у певний час на маршруті. Сам алгоритм такий:

Крок 1. Розділіть роботу всього маршруту на кілька періодів відповідно до пікового навантаження.

Крок 2. Візьміть період часу, за який необхідно провести розрахунок.

Крок 3. Виберіть еталонний стандарт для розрахунку.

Крок 4. Обчисліть усі умови до значення незмінних даних.

Крок 5. Змініть один з параметрів еталонного стандарту на потрібне значення.

Крок 6. Розрахувати значення всіх стандартів на основі змінених даних;

Крок 7. Визначте тенденцію стандартного значення відносно значення на кроці 4.

Крок 8. Якщо нові значення основного та додаткового критеріїв відповідають вимогам - завершите алгоритм, інакше перейдіть до кроку 5.

## 2.4 Виконання експериментальних розрахунків

Проведемо експериментальні розрахунки, щоб перевірити правильність математичної моделі. Ми будемо базуватися на маршруті трамвая №4 у місті Вінниці. Джерелом даних є інформація про маршрут, взята з системи EasyWay. Ми проведемо розрахунки в 3 етапи:

- розраховуємо поточне значення маршруту;
- розраховуємо нові дані, які змінюють параметри очікування передачі;
- розраховуємо нові дані і зміни параметрів завантаження салону.

Вхідні дані по маршруту:

Довжина маршруту:	13.3 км
Кількість техніки на маршруті $n_v^r$ :	7 одиниць
Типи техніки на маршруті $v$ :	Трамвай Karpfen B4
Середній час очікування $t_g$ :	7 хвилин

На маршруті використовується тільки один тип транспортного засобу, який не може бути змінений. Розглянемо його характеристики:

Характеристики транспортного засобу Karpfen B4:

Кількість місць для сидіння $C_v^{seat}$ :	23
Кількість місць для сидіння $C_v^{stand}$ :	110
Загальна кількість місць $C_v$ :	133
Потужність силового агрегату $E_v^h$ :	40кВт

Переходячи до розрахунку вартості квитка ВТТУ, ми знайшли вартість праці та споживання електроенергії, амортизацію та вартість квитків:

Вартість квитка $K_v^r$ :	8 гривень
Вартість кіловату електроенергії $Pr_v$ :	1.67485 гривень
Вартість години роботи водія трамваю $H_{s1}$ :	50 гривень
Вартість години роботи касира $H_{s2}$ :	37.5 гривень
Відсоток відрахувань до амортизаційного фонду $Am_v$ :	10%

Для початку обчислення недостатньо значень: 1 Середня швидкість маршруту  $V$ ; 2 Поточний пасажиропотік  $S^{curr}$ ; 3 Загальний час у дорозі по маршруту  $T^r$ .



Швидкість можна розрахувати за середнім часом очікування наступного перевезення  $t_g$ , загальною довжиною маршруту  $L^r$  і кількістю транспортних засобів на маршруті  $n_v^r$ :

$$V^r = \frac{L^r}{n_v^r \cdot \frac{t_g}{60}}$$

За поточними розрахунками, середня швидкість  $V^r$  становитиме 16,5 км/год. За відсутності таких джерел даних значення пасажиропотоку отримати неможливо, тому в розрахунку візьмемо тестове значення 800 осіб.

Знаючи загальну довжину шляху і середню швидкість транспортного засобу, є загальний час шляху:

$$T^r = \frac{L^r}{V^r}$$

На вхідних даних отримуємо значення  $T^r$ , що дорівнює 48 хвилинам. На цьому етапі доступні всі вхідні дані для трьох етапів розрахунку. Розрахунок в середині більш громіздкий, тому буде надано тільки отримане значення.

Розрахунок основних змінних:

<i>Середній час очікування <math>t_g</math>:</i>	7 хвилин
<i>Кількість техніки на маршруті <math>n_v^r</math>:</i>	7 одиниць
<i>Середній відсоток завантаження салону</i>	86%
<i>одиниці транспорту <math>P</math>:</i>	
<i>Рентабельність маршруту <math>I^r</math></i>	4895 гривень

Варіанти скорочення часу очікування:

<i>Середній час очікування <math>t_g</math> (змінений вручну):</i>	4 хвилини
<i>Кількість техніки на маршруті <math>n_v^r</math>:</i>	12 одиниць
<i>Середній відсоток завантаження салону одиниці транспорту <math>P</math>:</i>	50%
<i>Рентабельність маршруту <math>I^r</math></i>	4674 гривень

Варіанти зниження відсотка завантаження автомобіля:

<i>Середній час очікування <math>t_g</math></i>	4 хвилини
<i>Кількість техніки на маршруті <math>n_v^r</math>:</i>	9 одиниць
<i>Середній відсоток завантаження салону одиниці транспорту <math>P</math> (змінений вручну)::</i>	65%
<i>Рентабельність маршруту <math>I^r</math></i>	4276 гривень

З двох попередніх експериментів ми бачимо, що зміни параметрів трафіку істотно впливають на якість трафіку, знижуючи при цьому відносно невелику частку прибутковості.

Зрештою, метою цього розділу є формування математичної моделі для вирішення задачі оптимізації громадського транспорту. У цьому розділі представлено математичне оформлення маршрутів громадського транспорту. Всі розрахунки проводяться тільки для одного маршруту, але враховують той факт, що можуть використовуватися різні типи (моделі) транспортних засобів. В результаті роботи система узагальнює та формалізує взаємозв'язок параметрів маршруту, а саме: завантаженості салону, часу очікування транспортного засобу та економічної доцільності. Кожен стандарт маршрутизації має певні параметри, деякі з яких пов'язані з усіма стандартами. Це робить усі стандарти взаємозалежними, що є основою алгоритму знаходження балансу вказівників маршруту. Змінюючи значення

стандартних параметрів, можна досягти балансу між значеннями всіх стандартів для визначення найкращого режиму роботи маршруту. На основі знайдених кореляцій описується ітераційний алгоритм, щоб знайти баланс між усіма трьома критеріями, які визначають математичну систему.

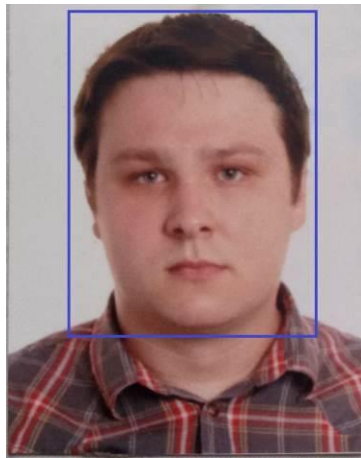
## **3 СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ІНСТРУКЦІЙ З ТЕХНІЧНОЇ ПІДТРИМКИ**

### **3.1 Інструменти розробки**

Виберемо мову програмування Golang для створення системного програмного забезпечення [42,43,44,45], та MongoDB[46,47,48] як базу даних. Як клієнтська, так і серверна частини системи використовують Golang. Golang — це просунута й дуже популярна імперативна мова компіляції, розроблена Google у 2009 році. Причини вибору Golang development наступні: - паралельне виконання завдань; - мова має власний механізм для виконання багатьох паралельних обчислень; - підтримка декількох операційних систем; - код, написаний для однієї системи, може працювати на будь-якій іншій системі, не змінюючи її; - перехресна компіляція-компіляція програмного забезпечення на нецільових платформах; - один виконуваний файл. Результатом складання проекту є двійковий файл. Це полегшує поширення та оновлення програмного забезпечення. Мова використовує автоматичне керування пам'яттю, щоб розробникам не доводилося відстежувати витрати пам'яті. Мова поставляється з великою кількістю вбудованих бібліотек (для використання з мережами, зовнішніми пристроями, файлами тощо), а також має вбудовані інструменти для завантаження користувацьких програм, що зберігаються в системі контролю версій вихідного каналу бази даних.

Я вибрав відкриту нереляційну базу даних MongoDB як базу даних. Ця база даних підходить для швидкого зберігання великих обсягів даних, які не потребують реляційних відносин. Основним фактором при виборі бази даних є можливість її сканування на досить слабкому комп'ютері. У цьому випадку виробник рекомендує використовувати базу даних MongoDB [49]. Він включений до сховищ програмного забезпечення основних випусків операційної системи, встановлених на Raspberry Pi [50]. Вибрана мова

програмування має спеціальну бібліотеку, яка використовує базу даних, що значно полегшує розробку програмного забезпечення. Бібліотека надає можливість описувати документи, що зберігаються в базі даних, за допомогою стандартних мовних методів. Додаткове програмне забезпечення. Особливої уваги потребує бібліотека машинного зору OpenCV [51], яка використовується для розпізнавання людей у фреймворку (приклад див. на Рисунку 3.1).



малюнок 3.1-Приклад використання OpenCV для розпізнавання обличчя на фотографіях

Розпізнавання обличчя у фреймворку — лише одна з багатьох функцій бібліотеки. Існує кілька інших подібних програмних продуктів, але вирішив використовувати цю бібліотеку в проекті з наступних причин: вільний зростаючий код, доступний інтерфейс мови програмування Golang.

Під час розробки проектного програмного продукту ця підібрана комбінація засобів програмування довела свою надійність і зручність.

### 3.2 Технічні вимоги до системи

Система складається з головного обчислювального сервера та мережі клієнта фізичного підключення на базі мікрокомп'ютера Raspberry PI 3. сервер. Серверне програмне забезпечення не залежить від конкретного

обладнання, тому його можна розгорнути на хмарних кластерах або фізичних серверах. Для правильної роботи серверного програмного забезпечення необхідно використовувати наступну мінімальну комбінацію обладнання: 1) Конфігурація хоста/хмарного сервера така: -процесор з тактовою частотою не менше 2 ГГц; -об'єм оперативної пам'яті не менше 4 Гб; -HDD або SSD ємністю не менше 80 ГБ; 2) Окремо необхідно встановити таке програмне забезпечення: -операційна система Ubuntu 18.04 серверної версії і вище; - база даних Mongo версії 3.3 або вище; Gin nginx-1.15.6. клієнта. На відміну від серверної частини, клієнтська частина потребує камери та модуля геолокації, і має бути компактною, щоб її можна було розмістити всередині транспортного засобу. Оскільки мікрокомп'ютери серії Raspberry PI 3 (рисунок 3.2) мають невеликі розміри, високу швидкість роботи та наявність інтерфейсів для підключення необхідного обладнання, вибір платформи реалізації клієнтської частини лягає на мікрокомп'ютер (рисунок 3.2). Вибраний комп'ютер підтримує багато різних операційних систем, зокрема дистрибутиви Debian [52] та Raspbian [53], які за функціональністю не поступаються традиційним настільним операційним системам.

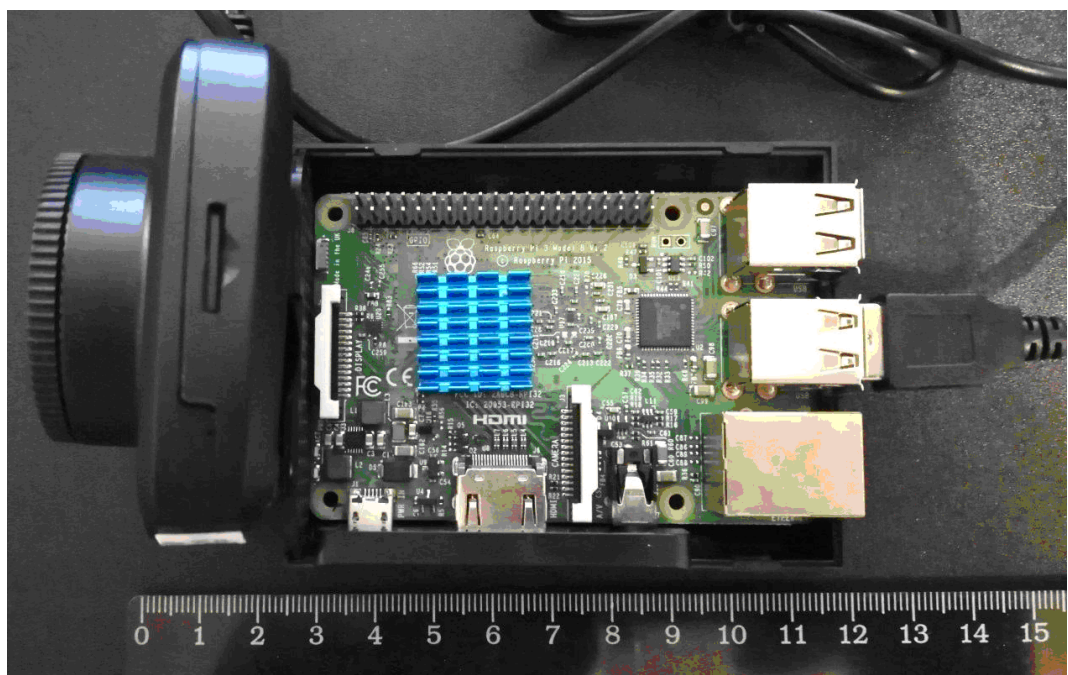


Рисунок 3.2-Мікрокомп'ютер із підключеною камерою

Нижче наведено технічні характеристики Raspberry PI 3:

- процесор: Cortex-A53, 1,4 ГГц;
- пам'ять: 1 Гб LPDDR2;
- графічний процесор: VideoCore IV;
- мережевий інтерфейс: Gigabit Ethernet і дводіапазонний WiFi;
- Інші інтерфейси: чотири USB 2.0, HDMI і GPIO.

### 3.3 Вимоги до створюваного програмного забезпечення

Нижче наведено функціональні вимоги двох частин системного програмного забезпечення. Функціональні вимоги до серверної частини програмної інформаційної системи. Система повинна: - забезпечити одночасний доступ кільком користувачам; -забезпечити зберігання та модифікацію конфігурації клієнта; -забезпечити зберігання та модифікацію конфігурації маршруту; -використовувати протоколи HTTP і HTTPS і формат даних JSON для отримання даних від клієнтського програмного забезпечення; -надати інформацію про місцезнаходження транспортних засобів на певному маршруті на основі останніх зібраних даних; - можливість виконувати віртуальні обчислення на основі зібраних даних без коригування існуючого маршруту. Функціональні вимоги клієнтської частини програмної інформаційної системи. Клієнтська частина повинна: - завантажувати налаштування з серверної частини, зберегти та оновити при необхідності; - збирати та зберігати дані відеоспостереження (люди в кадрі), дані GPS та дані про помилки; -відправляти звіти на сервер із заданою періодичністю; - виконувати збір даних про кількість людей у фреймворку; - збирати дані про власне географічне розташування; - забезпечити веб-інтерфейс з картою та її розташуванням, а також оновлення в режимі реального часу кількості пасажирів у салоні та географічних даних; - використовуйте відповідні налаштування для обробки даних тесту. Дані тесту включають: про Псевдокоординати та Згенероване відеозображення.

### 3.4 Архітектура створюваного програмного продукту

Програмне забезпечення побудовано на архітектурі клієнт-сервер. Це робиться для централізованого зберігання даних з різних місць. Використовуючи цей метод, сервер не може знати постійну адресу клієнта і не може підтримувати з ним зв'язок. При обміні даними ініціатором з'єднання є клієнт, а клієнт відправляє дані на сервер, що налаштування будуть змінені, налаштування також будуть завантажені з сервера.

Серверна частина проекту складається з мікросервісної архітектури [54]. Це рішення визначається потребами розширеної системи, яка необхідна для збільшення обсягу даних, що надходять. Мікросервіс [55] — це незалежний додаток, який відповідає за деякі прості функції. Доступ до даних до сервісу можливий лише через інтерфейс сервісу. Перевага цієї архітектури полягає в подоланні високого навантаження за рахунок збільшення кількості одиниць, що запускаються служб, і збалансування запитів через ці блоки.

Давайте продовжимо обговорення мікросервісів, які обслуговують серверну частину системи. Розгляньте рисунок 3.3, схему підключення служби.

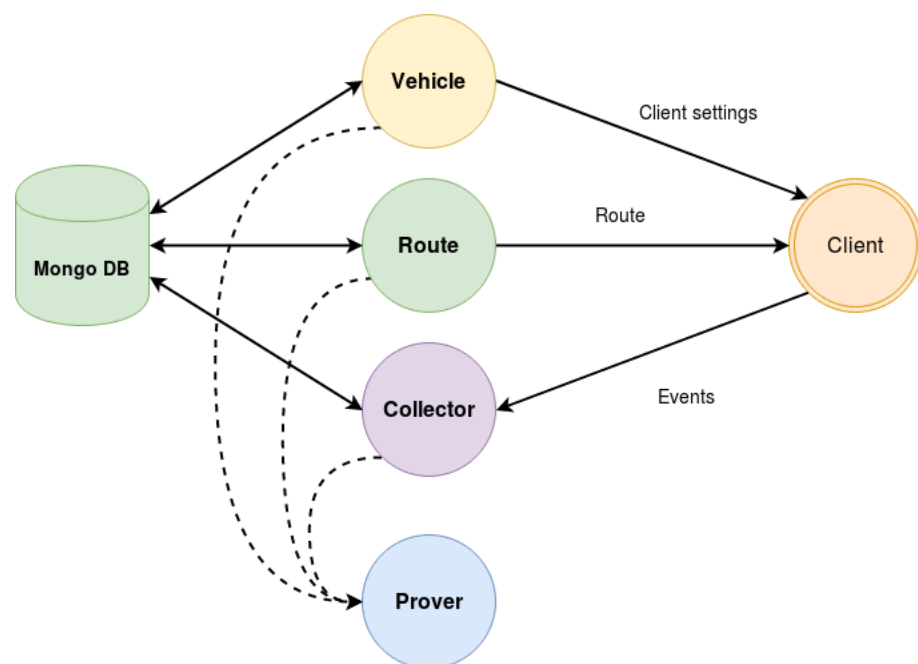


Рисунок 3.3 - Макет мікросервісів



Серверна сторона складається з чотирьох незалежних мікросервісів, кожна з яких підключена до загальнодоступного сервера бази даних. Розглянемо роль мікросервісів у функціях системи. Мікросервіс транспортного засобу (транспортний засіб) відповідає за зберігання та надання таких записів: - доступні типи транспортних засобів; -реєстраційні дані машини; -технічна інформація про машину; - підключені автомобілі до маршруту. Мікросервіс Route надає загальну інформацію про маршрут, таку як довжина та розклад. Мікросервіс колектора отримує звіти від усіх зареєстрованих клієнтів і зберігає їх у базі даних. Мікросервіс Prover (тестер) збирає дані з сусідніх мікросервісів і проводить експерименти із заданими параметрами. Серверна частина включає два сценарії системи: -віддалене налаштування клієнтської частини; - проводити експерименти на основі зібраних даних. Давайте продовжимо обговорення сценарію системи, коли до мережі підключається новий клієнт. Для цього розглянемо діаграму послідовності викликів, показану на рисунку 3.4. Коли ви запустите програмне забезпечення клієнта, клієнт негайно надішле запит до служби транспортних засобів і отримає налаштування. Ці налаштування містять інформацію про транспортний засіб: тип, дані реєстрації статусу, допустиме навантаження та ідентифікатор маршруту. Відразу після цього в службу маршрутизації маршрутів надсилається запит на основі попередньо отриманого ідентифікатора. Відповідь містить дані маршруту, такі як довжина маршруту, початкова точка та пункт призначення. Це завершує процес налаштування та запускає пристрій.

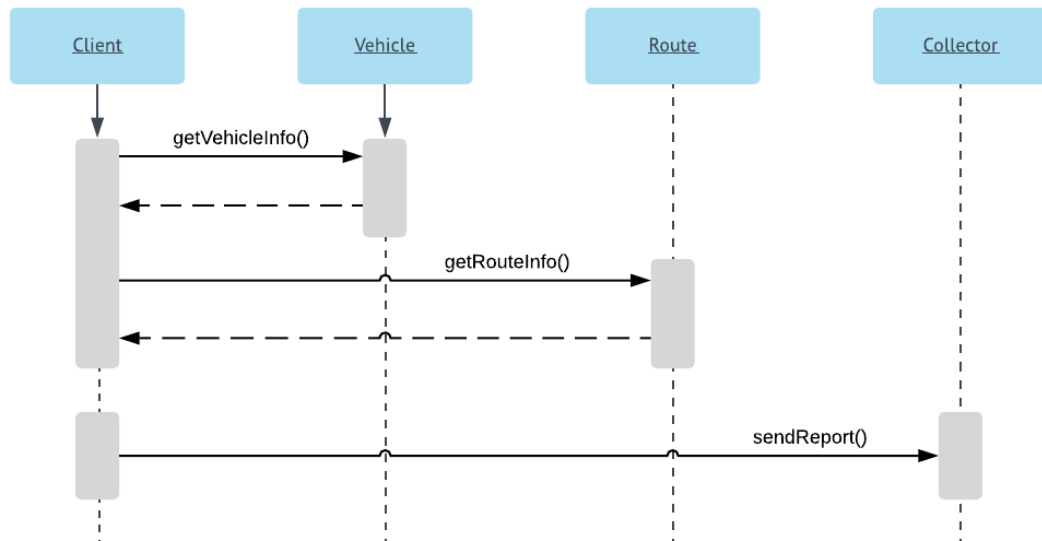


Рисунок 3.4-Діаграма послідовності конфігурації віддаленого клієнта

Звіт, згенерований під час операції, буде надіслано до служби збору з відповідним ідентифікатором клієнта. Розглянемо другий сценарій серверної частини системи-експерименту із зібраними даними (рисунок 3.5). Точкою входу в обчислення є виклик віддаленого методу з необхідними параметрами в службі тестування Prover. Параметри тесту включають: момент часу, коли проводиться тест, кількість транспортних засобів, очікуваний час прибуття транспортних засобів і приблизне навантаження салону, виражене у відсотках. На цьому етапі тестовий сервіс починає збирати інформацію від безпосередньої служби, а саме: отримати основну інформацію про маршрут від маршрутних служб – його довжину та очікуваний час у дорозі, отримати в автосервісі список усіх наявних транспортних засобів на маршруті та збирати звіти про всі транспортні засоби, найближчі до дати, вибраної в параметрах від служби звітності.

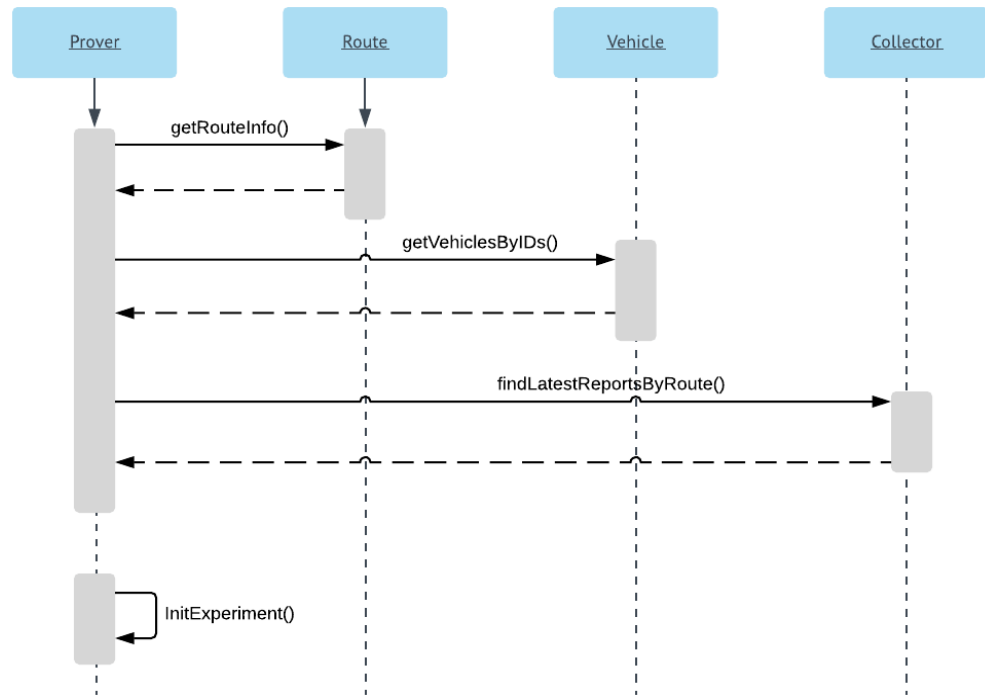


Рисунок 3.5-Діаграма послідовності експериментального розрахунку

Після завершення збору інформації сервіс виконує розрахунки на основі розробленої математичної моделі та надсилає результати експериментів.

Продовжимо аналіз архітектури клієнтської частини. Програмне забезпечення, яке виконує частину роботи клієнта, виконано у форматі загального програмного забезпечення - вся програма є виконуваним двійковим файлом. Рішення зробити такий макет пов'язане зі складністю налаштування та обслуговування на слабкому обладнанні.

Розглянемо компонентну схему, застосовану до цієї частини проекту (діаграма наведена на графіку). Основним модулем є Event Pipe (Event Pipe), який збирає повідомлення, отримані від Video Classifier і GPS Module (GPS Module) і передає їх до слухача: Панель відображення даних (Web Dashboard, Websocket Dashboard), Архів збережених даних (Архів) і хмарний звітний модуль (Репортер). І відеокласифікатор, і модуль GPS створюють три типи подій: відеоповідомлення (включаючи кількість людей у кадрі), переміщення (нові географічні координати) та поширені повідомлення про помилки з

уніфікованим інтерфейсом. Класифікатор відео базується на бібліотеці машинного зору OpenCV, яка включає інтерфейси для обробки інструментів і файлів відеоспостереження, а також засоби обробки зображень. Для тестової роботи компонент має генератор випадкових зображень, який можна використовувати для розробки та відсутності необхідного обладнання. Модуль GPS обчислює географічні координати транспортного засобу в режимі реального часу і формує повідомлення для подальшого споживання аудиторією. Як і модуль обробки відеозображення, він має вбудований елемент генерації тестових даних. Усі повідомлення збираються в шині подій, а потім надсилаються слухачеві, який їх обробляє. Шина працює в режимі гарантованої передачі без необхідності проміжного зберігання даних на накопичувачі. Панель інструментів працює в парі: веб-панель завантажує та відображає статичні дані, а інформаційна панель Websocket обробляє та оновлює дані, що динамічно змінюються (координати та кількість людей). Компонент Архів – це зовнішній вигляд модуля зберігання даних. Він надає можливість керувати зберіганням повідомлень, а також надавати налаштування маршрутизації, отримані від сервера. За збереження даних відповідає компонент «Сховище подій». Його методи включають збереження отриманих повідомлень і пошук повідомлень через певні фільтри. Компонент зберігання маршрутів керує маршрутами та експлуатаційними даними. Під час окремого маршруту буде створено запис його обходу. Усі повідомлення, отримані під час маршрутизації, будуть призначені для цього обходу. Це робиться для відтворення шляху та його подій через фільтр. Reporter, що є компонентом звіту надсилає дані із заданою частотою на центральний сервер. У нього немає функції зберігання даних, тому він надсилає останні отримані дані. Єдиним пунктом програми конфігурації є компонент конфігурації, який завантажує всі можливі параметри програми з прапора запуску програми, змінних середовища та бази даних. Процес збору налаштувань передуює ініціалізації всієї програми, оскільки дані конфігурації можуть змінити поведінку всього клієнтського програмного забезпечення.

Продовжимо обговорення схеми накопичення даних. Вибрана нереляційна база даних MongoDB для зберігання даних. База даних орієнтована на документи, тому кожен запис у ній зберігається в окремому документі зі структурою, схожою на документ JSON. Програма використовує всього п'ять наборів (моделювання таблиць). На графіку показаний графік бази даних у вигляді діаграми даних ER. Колекція Route містить записи маршрутизації, які відповідають записам основної служби. Колекція Run містить записи об'їзду маршруту, які включатимуть записи з колекцій «Позиції», «Класифікації» та «Помилки». Описи полів файлу наведено в Таблиці 3.1-3.5.

Таблиця 3.1 - Список атрибутів екземплярів колекції: Routes

Поле	Тип даних	Призначення
<b>ID</b>	<i>string</i>	Ідентифікатор запису
<b>CreatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата створення запису
<b>UpdatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата останньої зміни запису
<b>Name</b>	<i>string</i>	Назва маршруту

Таблиця 3.2 - Список атрибутів екземплярів колекції: Routes

Поле	Тип даних	Призначення
<b>ID</b>	<i>string</i>	Ідентифікатор запису
<b>CreatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата створення запису
<b>UpdatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата останньої зміни запису
<b>RouteID</b>	<i>string</i>	Посилання на ідентифікатор маршруту
<b>Status</b>	<i>string</i>	Статус обходу <i>активний/закінчений</i>

Таблиця 3.3 - Список атрибутів екземплярів колекції: Runs

Поле	Тип даних	Призначення
<b>ID</b>	<i>string</i>	Ідентифікатор запису
<b>CreatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата створення запису
<b>UpdatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата останньої зміни запису
<b>RunID</b>	<i>string</i>	Посилання на ідентифікатор обходу
<b>Latitude</b>	<i>float32</i>	Географічна широта
<b>Longitude</b>	<i>float32</i>	Географічна довгота
<b>Height</b>	<i>float32</i>	Висота над рівнем моря

Таблиця 3.4 - Список атрибутів екземплярів колекції: Positions

Поле	Тип даних	Призначення
<b>ID</b>	<i>string</i>	Ідентифікатор запису
<b>CreatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата створення запису
<b>UpdatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата останньої зміни запису
<b>RunID</b>	<i>string</i>	Посилання на ідентифікатор обходу
<b>ObjectsCounter</b>	<i>uint64</i>	Кількість розпізнаних об'єктів (осіб) у кадрі

Таблиця 3.5 - Список атрибутів екземплярів колекції: Errors

Поле	Тип даних	Призначення
<b>ID</b>	<i>string</i>	Ідентифікатор запису
<b>CreatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата створення запису
<b>UpdatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата останньої зміни запису
<b>RouteID</b>	<i>string</i>	Посилання на ідентифікатор маршруту
<b>Message</b>	<i>string</i>	Повідомлення помилки

Подібно до клієнтської частини, сервер зберігає свої дані в нереляційній базі даних Mongo. Розглянемо структуру зв'язків даних у

серверній базі даних. Кожен мікросервіс може працювати лише зі своєю власною базою даних і не може безпосередньо взаємодіяти з базами даних інших мікросервісів. На Рисунку 3.6 показана схема структури серверної бази даних. Бази даних мають ті самі імена, що й мікросервіси, до яких вони належать.

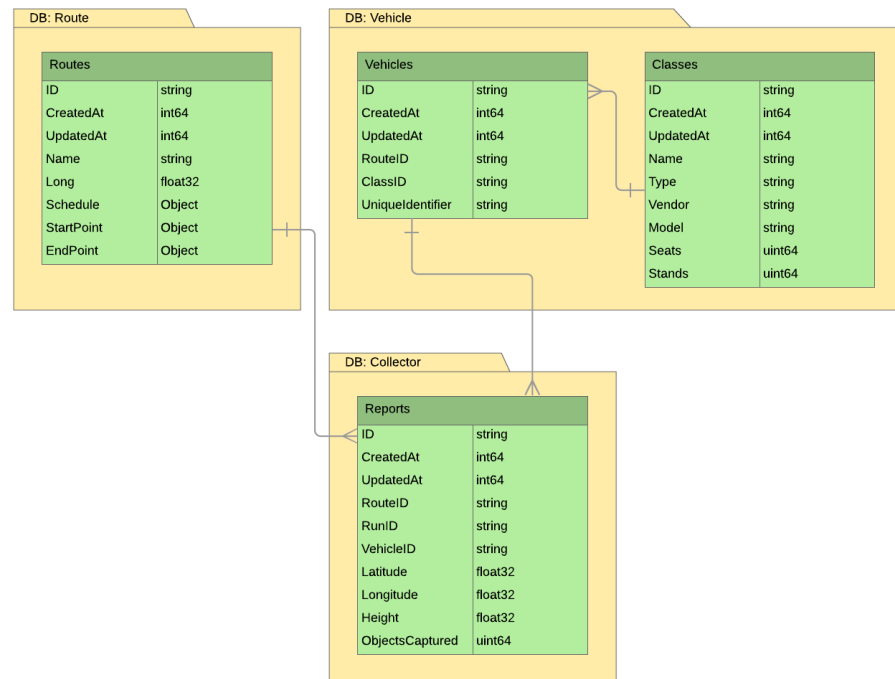


Рисунок 3.6 – Схема структури бази даних серверного програмного забезпечення

Колекція «Маршрути» містить інформацію про маршрути громадського транспорту. У колекції **Classes** зберігаються наявні типи транспортних засобів. Колекція транспортних засобів є сполучною ланкою між типом транспортного засобу та його клієнтськими модулями. Збірник звітів містить записи зібраних звітів. Описи полів файлу наведено в Таблиці 3.6-3.9.

Таблиця 3.6 - Список атрибутів екземплярів колекції: Routes

Поле	Тип даних	Призначення
<b>ID</b>	<i>string</i>	Ідентифікатор запису
<b>CreatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата створення запису
<b>UpdatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата останньої зміни запису
<b>Name</b>	<i>string</i>	Назва маршруту
<b>Long</b>	<i>float32</i>	Довжина маршруту
<b>Schedule</b>	<i>Collection</i>	Розклад руху
<i>From</i>	<i>int64</i>	Час початку проміжку розкладу
<i>To</i>	<i>int64</i>	Час закінчення проміжку розкладу
<i>ExpectedTime</i>	<i>uint64</i>	Очікуваний час прибуття
<i>Delta</i>	<i>int64</i>	Допустимі відхилення від очікуваного часу
<b>StartPoint</b>	<i>Object</i>	Початкова точка маршруту
<i>Latitude</i>	<i>float32</i>	Широта
<i>Longitude</i>	<i>float32</i>	Довгота
<b>Endpoint</b>	<i>Object</i>	Кінцева точка маршруту
<i>Latitude</i>	<i>float32</i>	Широта
<i>Longitude</i>	<i>float32</i>	Довгота

Таблиця 3.7 - Список атрибутів екземплярів колекції: Vehicles

Поле	Тип даних	Призначення
<b>ID</b>	<i>string</i>	Ідентифікатор запису
<b>CreatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата створення запису
<b>UpdatedAt</b>	<i>int64</i>	Дата останньої зміни запису
<b>RouteID</b>	<i>string</i>	Посилання на ідентифікатор маршруту
<b>ClassID</b>	<i>string</i>	Посилання на клас транспортного засобу
<b>UniqueIdentifier</b>	<i>string</i>	Унікальний ідентифікатор клієнтського ПЗ



Таблиця 3.8 - Список атрибутів екземплярів колекції: Classes

Поле	Тип даних	Призначення
<i>ID</i>	<i>string</i>	Ідентифікатор запису
<i>CreatedAt</i>	<i>int64</i>	Дата створення запису
<i>UpdatedAt</i>	<i>int64</i>	Дата останньої зміни запису
<i>Name</i>	<i>string</i>	Назва транспортного засобу
<i>Type</i>	<i>string</i>	Тип (трамвай, тролейбус, автобус)
<i>Vendor</i>	<i>string</i>	Виробник
<i>Model</i>	<i>string</i>	Модель
<i>Seats</i>	<i>string</i>	Кількість місць для сидіння
<i>Stands</i>	<i>string</i>	Кількість місць для стояння

Таблиця 3.9 - Список атрибутів екземплярів колекції: Run

Поле	Тип даних	Призначення
<i>ID</i>	<i>string</i>	Ідентифікатор запису
<i>CreatedAt</i>	<i>int64</i>	Дата створення запису
<i>UpdatedAt</i>	<i>int64</i>	Дата останньої зміни запису
<i>RouteID</i>	<i>string</i>	Посилання на ідентифікатор маршруту
<i>RunID</i>	<i>string</i>	Посилання на виконаний обхід маршруту (генерується на віддаленому пристрою)
<i>VehicleID</i>	<i>string</i>	Посилання на ідентифікатор транспортного засобу
<i>Latitude</i>	<i>float32</i>	Широта
<i>Longitude</i>	<i>float32</i>	Довгота
<i>Height</i>	<i>float32</i>	Висота
<i>ObjectsCaptured</i>	<i>float32</i>	Кількість об'єктів у кадрі

### 3.5 Приклад викорисатння

Далі буде інструкція з використання. Починаємо. Спочатку вам потрібно ввімкнути пристрій і перейти на веб-сторінку пристрою, щоб знайти

його адресу на маршрутизаторі, до якого він підключений. Відображення даних. Приклад веб-сторінки завантаженої клієнтської програми показано на рисунку 3.7.

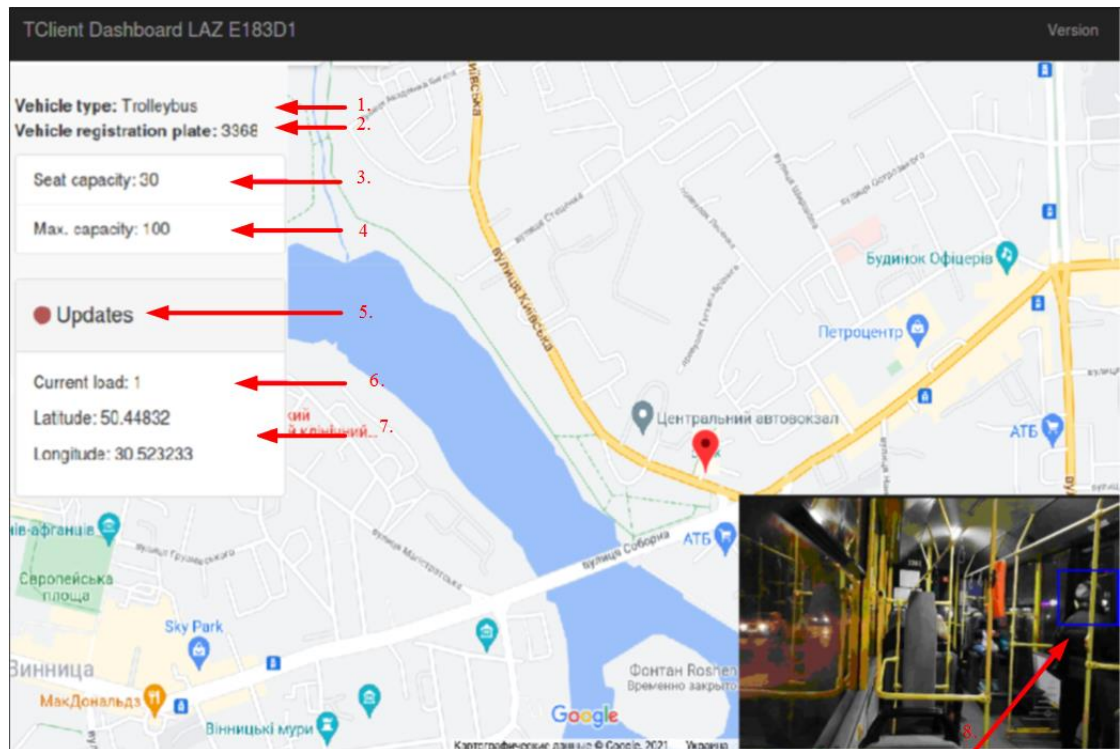


Рисунок 3.7-Знімок екрана веб-сторінки клієнтської програми

На цій сторінці ви можете побачити карту міста з кількома панелями додаткової інформації. Ми опишемо їх призначення. Інформаційна панель транспортного засобу (пункти 1, 2, 3 і 4): 1. Тип транспортного засобу; 2. Статус/внутрішній номер транспортного засобу; 3. Кількість місць; 4. Загальна кількість дозволених місць. Панель відображення поточної інформації (пункти 5, 6, 7): 5. Назва панелі та показники роботи; 6. Кількість осіб, визначених у рамках; 7. Географічні координати транспортного засобу; Карта міста (пункт 8): 8. Карта міста зі знаками транспортних засобів; Відеопотік з камери пристрою (пункт 9): 9. Відеозображення з салону з позначеною людиною в кадрі. Закінчення роботи. Вимкніть живлення пристрою.

## 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Науково-технічна розробка має право на існування та впровадження, якщо вона відповідає вимогам часу, як в напрямку науково-технічного прогресу та і в плані економіки. Тому для науково-дослідної роботи необхідно оцінювати економічну ефективність результатів виконаної роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота за темою «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина» відноситься до науково-технічних робіт, які плануються для використання безпосередньо самим розробником (замовником), тобто її результатами буде користуватися тільки одна особа – розробник (або замовник). У цьому випадку нам потрібно довести ефективність інвестицій, вкладених у цей проект самим розробником (замовником).

Для цього випадку необхідно виконати такі етапи робіт:

- 1) провести технологічний аудит власної науково-технічної розробки, тобто встановити її науково-технічний рівень;
- 2) розрахувати витрати на здійснення науково-технічної розробки;
- 3) провести розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки у випадку її впровадження розробником (замовником) на власному підприємстві та обґрунтувати економічну доцільність впровадження розробником (замовником) розробленого науково-технічного проекту.

### 4.1 Проведення комерційного та технологічного аудиту науково-технічної розробки

Метою проведення комерційного і технологічного аудиту дослідження за темою «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина» є оцінювання науково-технічного рівня та рівня комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності.

Оцінювання науково-технічного рівня розробки та її комерційного потенціалу рекомендується здійснювати із застосуванням 5-ти бальної системи оцінювання за 12-ма критеріями, наведеними в табл. 4.1 [60].

Таблиця 4.1 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
<b>Технічна здійсненність концепції</b>					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено працездатність продукту в реальних умовах
<b>Ринкові переваги (недоліки)</b>					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні експлуатаційних витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів

Продовження таблиці 4.1 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
<b>Ринкові перспективи</b>					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
<b>Практична здійсненність</b>					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витратити значні кошти та час на навчання	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні. Джерела фінансування ідеї відсутні	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування відсутні	Потрібні значні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Потрібні незначні фінансові ресурси. Джерела фінансування є	Не потребує додаткового фінансування

Продовження таблиці 4.1 – Рекомендовані критерії оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки та бальна оцінка

Бали (за 5-ти бальною шкалою)					
	0	1	2	3	4
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промисловому комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі матеріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання науково-технічного рівня та комерційного потенціалу науково-технічної розробки потрібно звести до таблиці.

Таблиця 4.2 – Результати оцінювання науково-технічного рівня і комерційного потенціалу розробки експертами

Критерії	Експерт (ПІБ, посада)		
	1	2	3
	Бали:		
1. Технічна здійсненність концепції	4	4	4
2. Ринкові переваги (наявність аналогів)	2	2	2
3. Ринкові переваги (ціна продукту)	2	2	2
4. Ринкові переваги (технічні властивості)	2	3	3
5. Ринкові переваги (експлуатаційні витрати)	2	2	3
6. Ринкові перспективи (розмір ринку)	3	3	3
7. Ринкові перспективи (конкуренція)	2	2	3
8. Практична здійсненність (наявність фахівців)	4	4	4
9. Практична здійсненність (наявність фінансів)	2	2	2
10. Практична здійсненність (необхідність нових матеріалів)	2	2	2
11. Практична здійсненність (термін реалізації)	4	3	4
12. Практична здійсненність (розробка документів)	3	3	3
Сума балів	32	32	35
Середньоарифметична сума балів $СБ_c$	33,0		

За результатами розрахунків, наведених в таблиці 4.2, зробимо висновок щодо науково-технічного рівня і рівня комерційного потенціалу розробки. При цьому використаємо рекомендації, наведені в табл. 4.3 [60].

Таблиця 4.3 – Науково-технічні рівні та комерційні потенціали розробки

Середньоарифметична сума балів $СБ_c$ , розрахована на основі висновків експертів	Науково-технічний рівень та комерційний потенціал розробки
41...48	Високий
31...40	Вище середнього
21...30	Середній
11...20	Нижче середнього
0...10	Низький

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для

логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина» становить 33,0 бала, що, відповідно до таблиці 4.3, свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього).

#### 4.2 Визначення рівня конкурентоспроможності розробки

В процесі визначення економічної ефективності науково-технічної розробки також доцільно провести прогноз рівня її конкурентоспроможності за сукупністю параметрів, що підлягають оцінюванню.

Одиничний параметричний індекс розраховуємо за формулою [60]:

$$q_i = \frac{P_i}{P_{\text{базі}}} \quad (4.1)$$

де  $q_i$  – одиничний параметричний індекс, розрахований за  $i$ -м параметром;

$P_i$  – значення  $i$ -го параметра виробу;

$P_{\text{базі}}$  – аналогічний параметр базового виробу-аналога, з яким проводиться порівняння.

Загальні технічні та економічні характеристики розробки представлено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Основні техніко-економічні показники аналога та розробки, що проектується

Показники (параметри)	Одиниця вимірювання	Аналог	Проектований пристрій	Відношення параметрів нової розробки до аналога	Питома вага показника
Точність позиціонування транспортного засобу	м	50	25	2	0,25
Швидкість переносу даних з транспортного засобу	Кб/с	40	60	1,5	0,15



Продовження таблиці 4.4 – Основні техніко-економічні показники аналога та розробки, що проектується

Показники (параметри)	Одиниця вимірювання	Аналог	Проектований пристрій	Відношення параметрів нової розробки до аналога	вага показника
Кількість параметрів контролю даних	шт.	20	30	1,5	0,15
Час обробки даних	мс	9	7	1,26	0,2
Доступність	бал	6	8	1,33	0,25
Експлуатаційні витрати на підтримку автоматизованої системи	грн	800	600	0,75	0,45
Вартість серверного застосунку на транспортний засіб	грн	4500	3200	0,71	0,55

Нормативні параметри оцінюємо показником, який отримує одне з двох значень: 1 – пристрій відповідає нормам і стандартам; 0 – не відповідає.

Груповий показник конкурентоспроможності за нормативними параметрами розраховуємо як добуток частинних показників за кожним параметром за формулою [60]:

$$I_{\text{ГП}} = \prod_{i=1}^n q_i, \quad (4.2)$$

де  $I_{\text{ГП}}$  – загальний показник конкурентоспроможності за нормативними параметрами;

$q_i$  – одиничний (частинний) показник за  $i$ -м нормативним параметром;

$n$  – кількість нормативних параметрів, які підлягають оцінюванню.

За нормативними параметрами розроблюваний пристрій відповідає вимогам ДСТУ, тому  $I_{\text{ГП}} = 1$ .

Значення групового параметричного індексу за технічними параметрами визначаємо з урахуванням вагомості (частки) кожного параметра [60]:

$$I_{ТП} = \sum_{i=1}^n q_i \cdot \alpha_i, \quad (4.3)$$

де  $I_{ТП}$  – груповий параметричний індекс за технічними показниками (порівняно з виробом-аналогом);

$q_i$  – одиничний параметричний показник  $i$ -го параметра;

$\alpha_i$  – вагомість  $i$ -го параметричного показника,  $\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$ ;

$n$  – кількість технічних параметрів, за якими оцінюється конкурентоспроможність.

Проведемо аналіз параметрів згідно даних таблиці 4.4.

$$I_{mn} = 2 \cdot 0,25 + 1,5 \cdot 0,15 + 1,5 \cdot 0,15 + 1,26 \cdot 0,2 + 1,33 \cdot 0,25 = 1,53.$$

Груповий параметричний індекс за економічними параметрами розраховуємо за формулою [60]:

$$I_{ЕП} = \sum_{i=1}^m q_i \cdot \beta_i, \quad (4.4)$$

де  $I_{ЕП}$  – груповий параметричний індекс за економічними показниками;

$q_i$  – економічний параметр  $i$ -го виду;

$\beta_i$  – частка  $i$ -го економічного параметра,  $\sum_{i=1}^m \beta_i = 1$ ;

$m$  – кількість економічних параметрів, за якими здійснюється оцінювання.

Проведемо аналіз параметрів згідно даних таблиці .

$$I_{ЕП} = 0,75 \cdot 0,45 + 0,71 \cdot 0,55 = 0,73.$$

На основі групових параметричних індексів за нормативними, технічними та економічними показниками розрахуємо інтегральний показник конкурентоспроможності за формулою [61]:

$$K_{\text{ИИТ}} = I_{\text{ИИП}} \cdot \frac{I_{\text{ТПП}}}{I_{\text{ЕП}}}, \quad (4.5)$$

$$K_{\text{ИИТ}} = 1 \cdot 1,53 / 0,73 = 2,11.$$

Інтегральний показник конкурентоспроможності  $K_{\text{ИИТ}} > 1$ , отже розробка переважає відомі аналоги за своїми техніко-економічними показниками.

### 4.3 Розрахунок витрат на проведення науково-дослідної роботи

Витрати, пов'язані з проведенням науково-дослідної роботи на тему «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина», під час планування, обліку і калькулювання собівартості науково-дослідної роботи групуємо за відповідними статтями.

#### 4.3.1 Витрати на оплату праці

До статті «Витрати на оплату праці» належать витрати на виплату основної та додаткової заробітної плати керівникам відділів, лабораторій, секторів і груп, науковим, інженерно-технічним працівникам, конструкторам, технологам, креслярам, копіювальникам, лаборантам, робітникам, студентам, аспірантам та іншим працівникам, безпосередньо зайнятим виконанням конкретної теми, обчисленої за посадовими окладами, відрядними розцінками, тарифними ставками згідно з чинними в організаціях системами оплати праці.

#### Основна заробітна плата дослідників

Витрати на основну заробітну плату дослідників ( $Z_o$ ) розраховуємо у відповідності до посадових окладів працівників, за формулою [60]:

$$Z_o = \sum_{i=1}^k \frac{M_{ni} \cdot t_i}{T_p}, \quad (4.6)$$

де  $k$  – кількість посад дослідників залучених до процесу досліджень;

$M_{ni}$  – місячний посадовий оклад конкретного дослідника, грн;

$t_i$  – число днів роботи конкретного дослідника, дн.;

$T_p$  – середнє число робочих днів в місяці,  $T_p=21$  дні.

$$З_o = 12450,00 \cdot 21 / 21 = 12450,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.5 – Витрати на заробітну плату дослідників

Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
Керівник проекту	12450,00	592,86	21	12450,00
Інженер-програміст	11630,00	553,81	15	8307,14
Інженер-аналітик АСУ	11630,00	553,81	12	6645,71
Консультант (менеджер логістичної діяльності підприємства)	11500,00	547,62	5	2738,10
Всього				30140,95

#### Основна заробітна плата робітників

Витрати на основну заробітну плату робітників ( $З_p$ ) за відповідними найменуваннями робіт НДР на тему «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина» розраховуємо за формулою:

$$З_p = \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (4.7)$$

де  $C_i$  – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, за виконану відповідну роботу, грн/год;

$t_i$  – час роботи робітника при виконанні визначеної роботи, год.

Погодинну тарифну ставку робітника відповідного розряду  $C_i$  можна визначити за формулою:

$$C_i = \frac{M_M \cdot K_i \cdot K_c}{T_p \cdot t_{зм}}, \quad (4.8)$$

де  $M_M$  – розмір прожиткового мінімуму працездатної особи, або мінімальної місячної заробітної плати (в залежності від діючого законодавства), прийmemo  $M_M=2379,00$  грн;

$K_i$  – коефіцієнт міжкваліфікаційного співвідношення для встановлення тарифної ставки робітнику відповідного розряду (табл. Б.2, додаток Б) [60];

$K_c$  – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати.

$T_p$  – середнє число робочих днів в місяці, приблизно  $T_p = 21$  дн;

$t_{зм}$  – тривалість зміни, год.

$$C_l = 2379,00 \cdot 1,10 \cdot 1,65 / (21 \cdot 8) = 25,70 \text{ грн.}$$

$$З_{pl} = 25,70 \cdot 8,00 = 205,61 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.6 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника грн
Установка обчислювального обладнання	8,00	2	1,10	25,70	205,61
Підготовка робочого місця розробника автоматизованої системи управління	10,00	3	1,35	31,54	315,43
Інсталяція програмного забезпечення розробки (моделювання) систем управління	6,00	4	1,50	35,05	210,29

Продовження таблиці 4.6 – Величина витрат на основну заробітну плату робітників

Найменування робіт	Тривалість роботи, год	Розряд роботи	Тарифний коефіцієнт	Погодинна тарифна ставка, грн	Величина оплати на робітника грн
Підготовка бази даних	11,00	3	1,35	31,54	346,97
Підготовка "back-end" підсистеми	5,50	5	1,70	39,72	218,46
Формування інтерфейсного каскаду	4,20	5	1,70	39,72	166,83
Налагодження системи	15,00	6	2,00	46,73	700,96
Інтеграція технічних модулів	6,00	4	1,50	35,05	210,29
Всього					2374,84

Додаткова заробітна плата дослідників та робітників

Додаткову заробітну плату розраховуємо як 10 ... 12% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$Z_{\text{дод}} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{\text{дод}}}{100\%}, \quad (4.9)$$

де  $H_{\text{дод}}$  – норма нарахування додаткової заробітної плати. Прийmemo 10%.

$$Z_{\text{дод}} = (30140,95 + 2374,84) \cdot 10 / 100\% = 3251,58 \text{ грн.}$$

#### 4.3.2 Відрахування на соціальні заходи

Нарахування на заробітну плату дослідників та робітників розраховуємо як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати дослідників і робітників за формулою:

$$Z_n = (Z_o + Z_p + Z_{\text{дод}}) \cdot \frac{H_{zn}}{100\%} \quad (4.10)$$

де  $H_{zn}$  – норма нарахування на заробітну плату. Приймаємо 22%.

$$Z_n = (30140,95 + 2374,84 + 3251,58) \cdot 22 / 100\% = 7868,82 \text{ грн.}$$

### 4.3.3 Сировина та матеріали

До статті «Сировина та матеріали» належать витрати на сировину, основні та допоміжні матеріали, інструменти, пристрої та інші засоби і предмети праці, які придбані у сторонніх підприємств, установ і організацій та витрачені на проведення досліджень за темою «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина».

Витрати на матеріали ( $M$ ), у вартісному вираженні розраховуються окремо по кожному виду матеріалів за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j - \sum_{j=1}^n B_j \cdot C_{\text{в}j}, \quad (4.11)$$

де  $H_j$  – норма витрат матеріалу  $j$ -го найменування, кг;

$n$  – кількість видів матеріалів;

$C_j$  – вартість матеріалу  $j$ -го найменування, грн/кг;

$K_j$  – коефіцієнт транспортних витрат, ( $K_j = 1,1 \dots 1,15$ );

$B_j$  – маса відходів  $j$ -го найменування, кг;

$C_{\text{в}j}$  – вартість відходів  $j$ -го найменування, грн/кг.

$$M_1 = 2,00 \cdot 96,00 \cdot 1,1 - 0,000 \cdot 0,00 = 211,20 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.7 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн/кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Папір офісний	96,00	2,00	0,000	0,00	211,20
Папір для заміток	41,00	2,00	0,000	0,00	90,20
Начиння канцелярське	173,00	4,00	0,000	0,00	761,20
Органайзер офісний	101,00	4,00	0,000	0,00	444,40

## Продовження таблиці 4.7 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу, марка, тип, сорт	Ціна за 1 кг, грн	Норма витрат, кг	Величина відходів, кг	Ціна відходів, грн/кг	Вартість витраченого матеріалу, грн
Картридж для принтера	1025,00	2,00	0,000	0,00	2255,00
Диск оптичний	12,10	3,00	0,000	0,00	39,93
FLASH-пам'ять	342,00	2,00	0,000	0,00	752,40
Всього					4554,33

## 4.3.4 Розрахунок витрат на комплектуючі

Витрати на комплектуючі ( $K_e$ ), які використовують при проведенні НДР на тему «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина», розраховуємо, згідно з їхньою номенклатурою, за формулою:

$$K_e = \sum_{j=1}^n H_j \cdot C_j \cdot K_j \quad (4.12)$$

де  $H_j$  – кількість комплектуючих  $j$ -го виду, шт.;

$C_j$  – покупна ціна комплектуючих  $j$ -го виду, грн;

$K_j$  – коефіцієнт транспортних витрат, ( $K_j = 1,1 \dots 1,15$ ).

$$K_e = 1 \cdot 2100,00 \cdot 1,1 = 2310,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

## Таблиця 4.8 – Витрати на комплектуючі

Найменування комплектуючих	Кількість, шт.	Ціна за штуку, грн	Сума, грн
Raspberry PI 3	1	2100,00	2310,00
Модуль камери Raspberry PI 3	1	680,00	748,00
Всього			3058,00

## 4.3.5 Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Спецустаткування для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на виготовлення та придбання спецустаткування



необхідного для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, виготовлення, транспортування, монтаж та встановлення.

Балансову вартість спекустаткування розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{спец}} = \sum_{i=1}^k C_i \cdot C_{\text{пр.}i} \cdot K_i, \quad (4.13)$$

де  $C_i$  – ціна придбання одиниці спекустаткування даного виду, марки, грн;

$C_{\text{пр.}i}$  – кількість одиниць устаткування відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

$K_i$  – коефіцієнт, що враховує доставку, монтаж, налагодження устаткування тощо, ( $K_i = 1,10 \dots 1,12$ );

$k$  – кількість найменувань устаткування.

$$B_{\text{спец}} = 16200,00 \cdot 1 \cdot 1,1 = 17820,00 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 4.9 – Витрати на придбання спекустаткування по кожному виду

Найменування устаткування	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
Сервер бази даних на основі ПЕОМ Everest 2030	1	16200,00	17820,00
Всього			17820,00

#### 4.3.6 Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт

До статті «Програмне забезпечення для наукових (експериментальних) робіт» належать витрати на розробку та придбання спеціальних програмних засобів і програмного забезпечення, (програм, алгоритмів, баз даних) необхідних для проведення досліджень, також витрати на їх проектування, формування та встановлення.

Балансову вартість програмного забезпечення розраховуємо за формулою:

$$B_{\text{прог}} = \sum_{i=1}^k C_{\text{инрг}} \cdot C_{\text{прог.}i} \cdot K_i, \quad (4.14)$$

де  $C_{\text{инрг}}$  – ціна придбання одиниці програмного засобу даного виду, грн;

$C_{\text{прз.}i}$  – кількість одиниць програмного забезпечення відповідного найменування, які придбані для проведення досліджень, шт.;

$K_i$  – коефіцієнт, що враховує інсталяцію, налагодження програмного засобу тощо, ( $K_i = 1,10 \dots 1,12$ );

$k$  – кількість найменувань програмних засобів.

$$B_{\text{прз}} = 5500,00 \cdot 1 \cdot 1,1 = 6050,00 \text{ грн.}$$

Отримані результати зведемо до таблиці:

Таблиця 4.10 – Витрати на придбання програмних засобів по кожному виду

Найменування програмного засобу	Кількість, шт	Ціна за одиницю, грн	Вартість, грн
ОС Windows	1	5500,00	6050,00
Прикладний пакет Microsoft Office	1	5100,00	5610,00
Система імітаційного комп'ютерного моделювання	1	8300,00	9130,00
Програмне забезпечення серверної системи	1	5200,00	5720,00
Всього			26510,00

#### 4.3.7 Амортизація обладнання, програмних засобів та приміщень

В спрощеному вигляді амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання, приміщень та програмному забезпеченню тощо, розраховуємо з використанням прямолінійного методу амортизації за формулою:

$$A_{\text{обл}} = \frac{Ц_{\text{б}}}{T_{\text{е}}} \cdot \frac{t_{\text{вик}}}{12}, \quad (4.15)$$

де  $Ц_{\text{б}}$  – балансова вартість обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, які використовувались для проведення досліджень, грн;

$t_{\text{вик}}$  – термін використання обладнання, програмних засобів, приміщень під час досліджень, місяців;

$T_{\text{е}}$  – строк корисного використання обладнання, програмних засобів, приміщень тощо, років.

$$A_{\text{обл}} = (24800,00 \cdot 1) / (2 \cdot 12) = 1033,33 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.11 – Амортизаційні відрахування по кожному виду обладнання

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Строк корисного використання, років	Термін використання обладнання, місяців	Амортизаційні відрахування, грн
Персональний комп'ютер ПЕОМ Everglade E7	24800,00	2	1	1033,33
Обчислювальний комплекс обробки даних	26400,00	2	1	1100,00
Робоче місце розробника (офісні меблі та приладдя)	10300,00	5	1	171,67
Пристрій виводу інформації	6400,00	4	1	133,33
Оргтехніка	10200,00	4	1	212,50
Приміщення	310000,00	25	1	1033,33
Смартфон РОСО Х2	5100,00	3	1	141,67
Всього				3825,83

#### 4.3.8 Паливо та енергія для науково-виробничих цілей

Витрати на силову електроенергію ( $B_e$ ) розраховуємо за формулою:

$$B_e = \sum_{i=1}^n \frac{W_{yi} \cdot t_i \cdot C_e \cdot K_{eni}}{\eta_i}, \quad (4.16)$$

де  $W_{yi}$  – встановлена потужність обладнання на визначеному етапі розробки, кВт;

$t_i$  – тривалість роботи обладнання на етапі дослідження, год;

$C_e$  – вартість 1 кВт-години електроенергії, грн; (вартість електроенергії визначається за даними енергопостачальної компанії), прийmemo  $C_e = 4,50$  грн;

$K_{eni}$  – коефіцієнт, що враховує використання потужності,  $K_{eni} < 1$ ;

$\eta_i$  – коефіцієнт корисної дії обладнання,  $\eta_i < 1$ .

$$B_e = 0,25 \cdot 160,0 \cdot 4,50 \cdot 0,95 / 0,97 = 180,00 \text{ грн.}$$

Проведені розрахунки зведемо до таблиці.

Таблиця 4.12 – Витрати на електроенергію

Найменування обладнання	Встановлена потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Сума, грн
Персональний комп'ютер ПЕОМ Everglade E7	0,25	160,0	180,00
Обчислювальний комплекс обробки даних	0,36	160,0	259,20
Робоче місце розробника (спліт-система)	0,30	95,0	128,25
Пристрій виводу інформації	0,40	9,0	16,20
Оргтехніка	0,56	7,5	18,90
Сервер бази даних на основі ПЕОМ Everest 2030	0,10	95,0	42,75
Всього			645,30

#### 4.3.9 Службові відрядження

До статті «Службові відрядження» дослідної роботи на тему «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина» належать витрати на відрядження штатних працівників, працівників організацій, які працюють за договорами цивільно-правового характеру, аспірантів, зайнятих розробленням досліджень, відрядження, пов'язані з проведенням випробувань машин та приладів, а також витрати на відрядження на наукові з'їзди, конференції, наради, пов'язані з виконанням конкретних досліджень.

Витрати за статтею «Службові відрядження» розраховуємо як 20...25% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cv} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cv}}{100\%}, \quad (4.17)$$

де  $H_{cv}$  – норма нарахування за статтею «Службові відрядження», прийmemo  $H_{cv} = 21\%$ .

$$B_{cv} = (30140,95 + 2374,84) \cdot 21 / 100\% = 6828,32 \text{ грн.}$$

4.3.10 Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації

Витрати за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації» розраховуємо як 30...45% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{cn} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{cn}}{100\%}, \quad (4.18)$$

де  $H_{cn}$  – норма нарахування за статтею «Витрати на роботи, які виконують сторонні підприємства, установи і організації», прийmemo  $H_{cn} = 35\%$ .

$$B_{cn} = (30140,95 + 2374,84) \cdot 35 / 100\% = 11380,53 \text{ грн.}$$

#### 4.3.11 Інші витрати

До статті «Інші витрати» належать витрати, які не знайшли відображення у зазначених статтях витрат і можуть бути віднесені безпосередньо на собівартість досліджень за прямими ознаками.

Витрати за статтею «Інші витрати» розраховуємо як 50...100% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$I_e = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{ie}}{100\%}, \quad (4.19)$$

де  $H_{ie}$  – норма нарахування за статтею «Інші витрати», прийmemo  $H_{ie} = 55\%$ .

$$I_e = (30140,95 + 2374,84) \cdot 55 / 100\% = 17883,68 \text{ грн.}$$

#### 4.3.12 Накладні (загальновиробничі) витрати

До статті «Накладні (загальновиробничі) витрати» належать: витрати, пов'язані з управлінням організацією; витрати на винахідництво та раціоналізацію; витрати на підготовку (перепідготовку) та навчання кадрів; витрати, пов'язані з набором робочої сили; витрати на оплату послуг банків; витрати, пов'язані з освоєнням виробництва продукції; витрати на науково-технічну інформацію та рекламу та ін.

Витрати за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати» розраховуємо як 100...150% від суми основної заробітної плати дослідників та робітників за формулою:

$$B_{нзв} = (Z_o + Z_p) \cdot \frac{H_{нзв}}{100\%}, \quad (4.20)$$

де  $H_{нзв}$  – норма нарахування за статтею «Накладні (загальновиробничі) витрати», прийmemo  $H_{нзв} = 115\%$ .

$$B_{нзв} = (30140,95 + 2374,84) \cdot 115 / 100\% = 37393,16 \text{ грн.}$$

Витрати на проведення науково-дослідної роботи на тему «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина» розраховуємо як суму всіх попередніх статей витрат за формулою:

$$B_{заг} = Z_o + Z_p + Z_{од} + Z_n + M + K_v + B_{стц} + B_{прз} + A_{обл} + B_e + B_{св} + B_{сн} + I_v + B_{нзв}. \quad (4.21)$$

$$B_{заг} = 30140,95 + 2374,84 + 3251,58 + 7868,82097 + 4554,33 + 3058,00 + 17820,00 + 26510,00 + 3825,83 + 645,30 + 6828,32 + 11380,53 + 17883,68 + 37393,16 = 173535,34 \text{ грн.}$$

Загальні витрати  $ZB$  на завершення науково-дослідної (науково-технічної) роботи та оформлення її результатів розраховується за формулою:

$$ZB = \frac{B_{заг}}{\eta}, \quad (4.22)$$

де  $\eta$  - коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання науково-дослідної роботи, прийmemo  $\eta=0,9$ .

$$ZB = 173535,34 / 0,9 = 192817,04 \text{ грн.}$$

#### 4.4 Розрахунок економічної ефективності науково-технічної розробки від її впровадження безпосередньо розробником (замовником)

При виконанні даної роботи за темою «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина» розглядається ситуація, коли замовник

певної науково-технічної розробки використовує її тільки на своєму підприємстві (чи в організації) і не виводить її на ринок. У цьому випадку позитивним результатом від впровадження цієї науково-технічної розробки може бути покращення певних економічних та фінансових показників діяльності підприємства.

Для визначення величини майбутнього економічного ефекту та ефективності розробки визначимо певні характеристики підприємства.

Таблиця 4.13 – Вихідні дані змін для аналізу ефективності логістичного супроводження діяльності підприємства

Показник	Рік розробки	1-й рік	2-й рік	3-й рік	4-й рік
прогнозоване зростання кількості наданих транспортних послуг завдяки використанню нової чи модернізованої технології, застосування спеціальних технічних чи програмних засобів у році що аналізується, шт	-	10000	20000	30000	15000
кількість наданих послуг у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, шт	50000	-	-	-	-
зміна ціни наданих послуг (зростання чи зниження) від впровадження результатів науково-технічної розробки у періоди часу, що аналізуються, грн	-	15,00	15,00	15,00	15,00
зміна собівартості наданих послуг (зростання чи зниження) від впровадження результатів науково-технічної розробки у періоди часу, що аналізуються, грн	-	10,00	10,00	10,00	10,00

Продовження таблиці 4.13 – Вихідні дані змін для аналізу ефективності логістичного супроводження діяльності підприємства

Показник	Рік розробки	1-й рік	2-й рік	3-й рік	4-й рік
ціна наданих послуг за існуючими підходами у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, грн	50,00	-	-	-	-
собівартість наданих послуг за існуючими підходами у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, грн	40,00	-	-	-	-
загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, грн	19281 7,04	-	-	-	-

В цьому випадку основу майбутнього економічного ефекту будуть формувати такі показники:  $\Delta N$  – прогнозоване зростання кількості наданих послуг завдяки використанню нової чи модернізованої технології, застосування спеціальних технічних чи програмних засобів у році що аналізується, шт;  $N$  – кількість наданих послуг у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, 50000 шт;  $\Delta\Pi_y$  – підвищення прибутку підприємства в результаті зменшення собівартості наданих послуг на підприємстві (в розрахунку на одиницю послуги) у році, що аналізується, грн. Причому підвищення прибутку підприємства можна представити як:  $\Delta\Pi_y = \pm\Delta C - (\pm\Delta S)$ , де  $\pm\Delta C$  – зміна ціни реалізації послуги (зростання чи зниження) від впровадження результатів науково-технічної розробки у періоди часу, що аналізуються, грн;  $\pm\Delta S$  – зміна собівартості надання послуги (зростання чи зниження) від впровадження результатів науково-технічної розробки у періоди часу, що аналізуються, грн;

Підвищення прибутку підприємства в результаті зменшення собівартості одиниці надання послуги в 1-й рік



$$\Delta\Pi_{я} = 15,00 - (10,00) = 5,00 \text{ грн.}$$

Підвищення прибутку підприємства в результаті зменшення собівартості надання послуги в 2-й рік

$$\Delta\Pi_{я} = 15,00 - (10,00) = 5,00 \text{ грн.}$$

Підвищення прибутку підприємства в результаті зменшення собівартості надання послуги в 3-й рік

$$\Delta\Pi_{я} = 15,00 - (10,00) = 5,00 \text{ грн.}$$

Підвищення прибутку підприємства в результаті зменшення собівартості надання послуги в 4-й рік

$$\Delta\Pi_{я} = 15,00 - (10,00) = 5,00 \text{ грн.}$$

$\Pi_{я}$  – величина чистого прибутку, що його отримує підприємство від виробництва та реалізації надання послуги, грн. Причому приблизно можна прийняти  $\Pi_{я} = C - S$ , де  $C$  – ціна надання послуги за існуючими підходами у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, 50,00 грн;  $S$  – собівартість надання послуги за існуючими підходами у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки, 40,00 грн.

$$\Pi_{я} = 50,00 - 40,00 = 10,00 \text{ грн.}$$

Збільшення чистого прибутку підприємства  $\Delta\Pi_i$  для кожного із років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від можливого впровадження науково-технічної розробки, розраховуємо за формулою:

$$\Delta\Pi_i = (\Delta\Pi_{я} \cdot N + \Pi_{я} \cdot \Delta N)_i, \quad (4.23)$$

де  $\Delta\Pi_{я}$  – покращення основного якісного показника від впровадження на підприємстві результатів науково-технічної розробки у році що аналізується;

$N$  – основний кількісний показник, який визначає обсяг діяльності підприємства у році до впровадження результатів нової науково-технічної розробки;

$\Pi_{я}$  – основний якісний показник, який визначає результати діяльності підприємства у кожному із років після впровадження науково-технічної розробки;

$\Delta N$  – зміна основного кількісного показника діяльності підприємства в результаті впровадження науково-технічної розробки у році що аналізується.

Збільшення чистого прибутку підприємства в 1-й рік впровадження  
 $\Delta\Pi_i = 5,00 \cdot 50000 + 10,00 \cdot 10000 = 350000,00$  грн.

Збільшення чистого прибутку підприємства в 2-й рік впровадження  
 $\Delta\Pi_i = 5,00 \cdot 50000 + 10,00 \cdot (10000 + 20000) = 550000,00$  грн.

Збільшення чистого прибутку підприємства в 3-й рік впровадження  
 $\Delta\Pi_i = 5,00 \cdot 50000 + 10,00 \cdot (10000 + 20000 + 30000) = 850000,00$  грн.

Збільшення чистого прибутку підприємства в 4-й рік впровадження  
 $\Delta\Pi_i = 5,00 \cdot 50000 + 10,00 \cdot (10000 + 20000 + 30000 + 15000) = 1000000,00$  грн.

Приведена вартість збільшення всіх чистих прибутків  $\Pi\Pi$ , що їх може отримати розробник від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки:

$$\Pi\Pi = \sum_{i=1}^T \frac{\Delta\Pi_i}{(1 + \tau)^i}, \quad (4.24)$$

де  $\Delta\Pi_i$  – збільшення чистого прибутку у кожному з років, протягом яких виявляються результати впровадження науково-технічної розробки, грн;

$T$  – період часу, протягом якого очікується отримання позитивних результатів від впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, роки;

$\tau$  – ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні,  $\tau = 0,1$ ;

$t$  – період часу (в роках) від моменту початку впровадження науково-технічної розробки до моменту отримання потенційним інвестором додаткових чистих прибутків у цьому році.

$$\begin{aligned} III &= 350000,00/(1+0,1)^1 + 550000,00/(1+0,1)^2 + 850000,00/(1+0,1)^3 + \\ &+ 1000000,00/(1+0,1)^4 = 318181,82 + 454545,45 + 638617,58 + 683013,46 = \\ &= 2094358,31 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Величина початкових інвестицій  $PV$ , які розробник має вкласти для впровадження і комерціалізації науково-технічної розробки:

$$PV = k_{инв} \cdot ZB, \quad (4.25)$$

де  $k_{инв}$  – коефіцієнт, що враховує витрати інвестора на впровадження науково-технічної розробки та її комерціалізацію, приймаємо  $k_{инв} = 2$ ;

$ZB$  – загальні витрати на проведення науково-технічної розробки та оформлення її результатів, приймаємо 192817,04 грн.

$$PV = k_{инв} \cdot ZB = 2 \cdot 192817,04 = 385634,08 \text{ грн.}$$

Абсолютний економічний ефект  $E_{абс}$  для розробника від можливого впровадження науково-технічної розробки становитиме:

$$E_{абс} = III - PV \quad (4.26)$$

де  $III$  – приведена вартість зростання всіх чистих прибутків від можливого впровадження та комерціалізації науково-технічної розробки, 2094358,31 грн;

$PV$  – теперішня вартість початкових інвестицій, 385634,08 грн.

$$E_{абс} = III - PV = 2094358,31 - 385634,08 = 1708724,23 \text{ грн.}$$

Внутрішня економічна дохідність інвестицій  $E_e$ , які можуть бути вкладені розробником у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$E_e = T_{жс} \sqrt[4]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1, \quad (4.27)$$

де  $E_{абс}$  – абсолютний економічний ефект вкладених інвестицій, 1708724,23 грн;

$PV$  – теперішня вартість початкових інвестицій, 385634,08 грн;

$T_{жс}$  – життєвий цикл науково-технічної розробки, тобто час від початку її розробки до закінчення отримання позитивних результатів від її впровадження, 4 роки.

$$E_e = T_{жс} \sqrt[4]{1 + \frac{E_{абс}}{PV}} - 1 = (1 + 1708724,23/385634,08)^{1/4} - 1 = 0,527.$$

Мінімальна внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій  $\tau_{мін}$ :

$$\tau_{мін} = d + f, \quad (4.28)$$

де  $d$  – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2021 році в Україні  $d = 0,1$ ;

$f$  – показник, що характеризує ризикованість вкладення інвестицій, прийmemo 0,08.

$\tau_{мін} = 0,1 + 0,08 = 0,18 < 0,527$  свідчить про те, що внутрішня економічна дохідність інвестицій  $E_e$ , які можуть бути вкладені розробником у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки вища мінімальної внутрішньої дохідності. Тобто інвестувати в науково-дослідну роботу за темою «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина» доцільно.

Період окупності інвестицій  $T_{ок}$  які можуть бути вкладені розробником у впровадження та комерціалізацію науково-технічної розробки:

$$T_{ок} = \frac{1}{E_{\epsilon}}, \quad (4.29)$$

де  $E_{\epsilon}$  – внутрішня економічна дохідність вкладених інвестицій.

$$T_{ок} = 1 / 0,527 = 1,90 \text{ р.}$$

$T_{ок} < 3$ -х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати розробника профінансувати впровадження даної розробки для застосування в діяльності підприємства.

Висновки до розділу

Згідно проведених досліджень рівень комерційного потенціалу розробки за темою «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина» становить 33,0 бала, що свідчить про комерційну важливість проведення даних досліджень (рівень комерційного потенціалу розробки вище середнього).

При оцінюванні рівня конкурентоспроможності, згідно узагальненого коефіцієнту конкурентоспроможності розробки, науково-технічна розробка переважає існуючі аналоги приблизно в 2,11 рази.

Також термін окупності становить 1,90 р., що менше 3-х років, що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки і може спонукати розробника до впровадження даної розробки при отриманні ефекту в розмірі 1708724,23 грн.

Отже можна зробити висновок про доцільність проведення науково-дослідної роботи за темою «Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Серверна частина».

## ВИСНОВКИ

У процесі магістерської роботи детально розглянуті проблеми, що виникли в процесі проектування та створення системи моніторингу та управління мережею пасажирських перевезень. Для цього на прикладі існуючих пасажирських транспортних компаній створено математичну модель роботи підприємства, розроблено програмно-технічний комплекс для збору та обробки інформації. Ретельний аналіз предметного середовища ретельно описує бізнес-процес збору та обробки даних із джерел, що постійно рухаються, географічно розгалужених.

На основі зібраних даних операційного процесу підприємств пасажирського транспорту створено математичну модель, за допомогою якої можна оптимізувати роботу підприємств шляхом підвищення якості транспортних послуг. Клієнтське та серверне програмне забезпечення написано мовою програмування Golang. Клієнтська частина базується на мікрокомп'ютері Raspberry PI 3. Розроблено модель бази даних, яка забезпечує ефективний та надійний доступ до даних, які надходять і використовуються в процесі обробки та зберігання додатків. Вибрано нереляційну базу даних Mongo DB для керування клієнтською та серверною частиною бази даних.

Розроблена математична модель відображена в серверній частині проекту. За даними випробувань було проведено експериментальне дослідження. Узгодження їх з ручними розрахунками свідчить про правильність виконання обчислень комп'ютером.

Економічна частина роботи обґрунтовує потенціал прозробки, що був встановлений як вище середнього. Термін окупності становить 1,90 р., що свідчить про комерційну привабливість науково-технічної розробки. Отриманий ефект від впровадження становить 1708724,23 грн

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вінницький трамвай [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://depo.vn.ua/>.
2. Ahmed N. Abdalla, Muhammad Rauf, Azhar Fakharuddin, Xiao Yao - Public transport monitoring with route and dispatch management system, 2011
3. Dimil Josea , Sanath Prasadb , V. G. Sridhar - Intelligent Vehicle Monitoring Using Global Positioning System and Cloud Computing, 2015
4. What is a REST API? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mulesoft.com/resources/api/what-is-rest-api-design>.
5. Raspberry Pi [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.raspberrypi.org/>.
6. Debian [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.debian.org/>.
7. NEO - 6 u - blox 6 GPS Modules Data Sheet [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6\\_DataSheet\\_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf).
8. Open Source Computer Vision Library [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://opencv.org/>.
9. What is HTTPS? [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.instantssl.com/ssl-certificate-products/https.html>.
10. єWiFi [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://ewifi.com.ua/>.
11. В наземному громадському транспорті з'явився безкоштовний Wi-Fi [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://kpt.kiev.ua/news/details/5435-В-наземному-громадському-транспорті-з-явився-безкоштовний-Wi-Fi-/>

12. Кодекс законів про працю України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08>.
13. Parks M. The History of Public Bus Transportation [Електронний ресурс] / Madeline Parks. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://gogocharters.com/blog/history-of-public-bus-transportation/>
14. Inauguration of the first electric streetcar in the world [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://www.siemens.com/history/en/news/1075\\_electrical-streetcar.html](https://www.siemens.com/history/en/news/1075_electrical-streetcar.html)
15. Thompson L. Public Transportation in the U. S.: History and Current Status / Louis S Thompson. – 2008.
16. O'Toole R. Urban Transit [Електронний ресурс] / Randal O'Toole. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.downsizinggovernment.org/transportation/urban-transit>
17. Simpson B. URBAN PUBLIC TRANSPORT TODAY / Barry Simpson., 1994.
18. Iles R. Public Transport in Developing Countries / Richard Iles.. – 2005 с.
19. Vilalta C. Fear of crime in public transport: Research in Mexico City / Carlos Vilalta. // Crime Prevention and Community Safety. – 2011. – №13. – С. 171–186.
20. Горбунов А. Особенности раскрытия и расследования карманных краж, совершаемых в общественном транспорте / А. Горбунов, К. Калюжный. // Общество и право. – 2014.
21. Mobilities: New Perspectives on Transport and Society, 2016.
22. Horan E. Sustainable Urban Development and Liveability. How can Melbourne Retain its title as the World's Most Liveable City and Strive for Sustainability at the Same Time? / E. Horan, J. Craven. // European Journal of Sustainable Development. – 2014. – №3.



23. Exploring Bus Rapid Transit passenger travel behaviour using big data / S.Tao, J. Corcoran, I. Mateo-Babiano, D. Rohde. // *Applied Geography*. – №53. – С. 90–104.
24. Using Big Data Analytics for Improved Public Transport. // *UN Global Pulse*. – 2017. – №25.
25. Batty M. Big data, smart cities and city planning / Michael Batty. // *Dialogues in Human Geography*. – 2013.
26. Daduna J. Computer-Aided Transit Scheduling / Joachim Daduna., 2012.
27. Chicca F. Everyday Lifestyles and Sustainability / F. Chicca, B. Vale, R. Vale.. – 238 с.
28. Delbosc A. Modelling the causes and impacts of personal safety perceptions on public transport ridership / Alexa Delbosc. // *Transport Policy*. – №24. – С. 302–309.
29. Управление транспортом на основе математического моделирования / П.Устич, А. Иванова, В. Мышков, В. Садчиков. // *Российские железные дороги*. – 2008. – №7. – С. 39–43.
30. Иванов В. Автоматизированное управление транспортом / В. Иванов., 1996.
31. Когнитивное управление транспортом. // *Государственный советник*. – 2015. – №2. – С. 43–52.
32. Mallig N. mobiTopp – A Modular Agent-based Travel Demand Modelling Framework / Nicolai Mallig. // *Procedia Computer Science*. – 2013. – №19. – С. 854–859.
33. Powerful, Scaled Charging For Your EV Bus Fleet [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.proterra.com/technology/chargers/>.
34. Mokhtarian B. he Broader Connection between Public Transportation, Energy Conser vation, and Greenhouse Gas Reduction / B. Mokhtarian, L. Mokhtarian, P. Mokhtarian. – 2007.

35. Pojani D. Sustainable Urban Transport in the Developing World: Beyond Megacities / D. Pojani, D. Stead. // 2015.
36. Ten Principles for Successful Development Around Transit. – Washington: Urban Land Institute, 2003.
37. Capturing the Value of Transit – Oakland, CA: Center for Transit-Oriented Development, 2008.
38. Кужелев П. Геоинформационные технологии в управлении транспортом / П. Кужелев. // Перспективы науки и образования. – 2014. – №10.
39. Ганин О. Б. Концепция развития общественного транспорта мегаполиса / О. Б. Ганин, И. О. Ганин. // ARS ADMINISTRANDI. – 2012.
40. Ahmed N. Abdalla, Muhammad Rauf, Azhar Fakharuddin, Xiao Yao - Public transport monitoring with route and dispatch management system, 2011
41. Dimil Josea , Sanath Prasadb , V. G. Sridhar - Intelligent Vehicle Monitoring Using Global Positioning System and Cloud Computing, 2015
42. Golang Official Webpage [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://golang.org/>.
43. Youngman N. Get Programming with Go / Nathan Youngman.
44. Kernighan B. The Go Programming Language / Brian Kernighan.
45. Newmarch J. Network Programming with Go: Essential Skills for Using and Securing Networks / Jan Newmarch., 2017. – 284 с.
46. Mongo DB Official Webpage [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.mongodb.com/>.
47. Kristina C. MongoDB: The Definitive Guide: Powerful and Scalable Data Storage / Chodorow Kristina..
48. Giamas A. Mastering MongoDB 3.x / Alex Giamas.. – 342 с.
49. ARM support for MongoDB on ARM64 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://jira.mongodb.org/browse/SERVER-1811>.
50. Debian main repository [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://packages.debian.org/search?keywords=mongodb>.

51. OpenCV Official Webpage [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://opencv.org/>.
52. Debian Wiki for Raspberry [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://wiki.debian.org/RaspberryPi>.
53. Raspbian Official Page [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>.
54. Pattern: Microservice Architecture [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://microservices.io/patterns/microservices.html>.
55. Richardson C. Microservices Patterns / Chris Richardson., 2018.
56. Про проект EasyWay [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.eway.in.ua/ua/about>.
57. EasyWay API [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.eway.in.ua/ua/api>.
58. Machine learning framework for everyone [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.tensorflow.org/>.
59. KyivTechHub [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://startuphub.pl/>.
60. Методичні вказівки до виконання економічної частини магістерських кваліфікаційних робіт / Уклад. : В. О. Козловський, О. Й. Лесько, В. В. Кавецький. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 42 с.
61. Кавецький В. В. Економічне обґрунтування інноваційних рішень: практикум / В. В. Кавецький, В. О. Козловський, І. В. Причепка – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 113 с.

## ДОДАТКИ

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедрою КСУ

д.т.н., проф. Володимир Дубовой

«\_\_\_»\_\_\_\_\_ 2021 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

«Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Ч. 2. Серверна частина»

08-01.МКР.002.00.000 ТЗ

Керівник: к.т.н., доц. Олег Ковалюк

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

Виконав: студент 2 курсу, групи 2АКІТ-20м

Владислав Бізер

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021 р.

Вінниця 2021

## 1. Назва та галузь застосування

Розробка серверного застосунку з мобільною складовою для логістичного супроводження діяльності підприємства. Ч. 2. Серверна частина.

Розроблена архітектура, модель і система для підвищення ефективності логістичного супроводження діяльності підприємства.

Розробка призначена для використання в галузях інформаційних технологій.

## 2. Підстави для розробки

Розробку системи здійснювати на підставі наказу по університету № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ та завдання до магістерської кваліфікаційної роботи складеного та затвердженого кафедрою КСУ.

## 3. Мета та призначення розробки

Метою дипломної дисертації є підвищення ефективності логістичного супроводження діяльності підприємства. Для досягнення поставленої мети необхідно розробити архітектуру, модель і саму відповідну систему.

## 4. Джерела розробки

1. CO-ResNet: Optimized ResNet model for COVID-19 diagnosis from X-ray images / S. Bharati et al. International Journal of Hybrid Intelligent Systems. 2021. Vol. 17. P. 71–85.
2. Nibali A., He Z., Wollersheim D. Pulmonary Nodule Classification with Deep Residual Networks // International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery. 2017. Vol. 12. P. 1799–1808.
3. Bottou L. Large-Scale Machine Learning with Stochastic Gradient Descent // Proceedings of COMPSTAT2010. 2010. P. 177–186.
4. He S., Wu Q.H., Saunders J.R. A Group Search Optimizer for Neural Network Training // Computational Science and Its Applications - ICCSA 2006 Lecture Notes in Computer Science. 2006. P. 934–943.

5. Rozložník M. Solution Approaches for Saddle-Point Problems // Nečas Center Series Saddle-Point Problems and Their Iterative Solution. 2018. P. 33–39.

### 5. Показники призначення

Вихідними даними для озробки є результати налізу об'єкта дослідження.

Результатом роботи методу є ефективності логістичного супроводження діяльності підприємства.

### 6. Стадії розробки

1. Розділ 1 «Огляд предметної області» має бути виконаний до «04» 09 2021 р.

2. Розділ 2 «Розробка математичного апарату» має бути виконаний до «22» 09 2021 р.

3. Розділ 3 «Розробка програмного забезпечення та експериментальні дослідження» до «12» 11 2021 р.

4. Підготовка економічної частини має бути виконана до «20» 11 2021 р.

5. Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу має бути виконано до «08» 12 2021 р.

### 7. Порядок контролю та приймання

1. Рубіжний контроль. Провести до «\_\_» 12 2021 р.

2. Попередній захист магістерської кваліфікаційної роботи. Провести до «16» 12 2021 р.

3. Захист магістерської кваліфікаційної роботи. Провести «22» 12 2021 р.

## Додаток Б

### Фрагменти програмного коду

#### Лістинг скрипта Main

```

using System;
using System.Threading;
using GoogleMapsApi;

namespace MyVehicle {
    /// <summary>
    /// Handler повідомлень
    /// </summary>
    /// <param name="log"> Логування переміщень </param>
    /// <param name="message"> Тіло повідомлення з кінцевими точками </param>

    public delegate void VehicleHandler(GoogleMaps.GoogleMapsLog log, string
message);

    /// <summary>
    /// Основной текст
    /// </summary>

    public class MainVehicle : GoogleMapsVehicle {
        private bool working = true;
        private Thread confirmationThread;

        /// <summary>
        /// Handler повідомлення
        /// </summary>

        public GoogleMapsMessageHandler MessageHandler;

        /// <summary>
        /// Инициализирует новый экземпляр класса MainVehicle
        /// </summary>

        /// <param name="dataFile">Файл с данными про координаты транспортного
засобу (ТЗ)</param>
        /// <param name="name">Имя ТЗ</param>
        /// <param name="logging">Рівень логування</param>

        public MainVehicle(string dataFile, string name, LogOptions logging) :
base(dataFile, name, logging) {
            confirmationThread = new Thread(confirmationThreadVoid);
        }

        /// <summary>
        /// Запускает поток подтверждений
        /// </summary>

        public void StartConfirm() {
            GoogleMapsApi.DoLog("Confirming through proxy");
            confirmationThread.Start();
        }
    }
}

```



```

private void confirmationThreadVoid() {
    try {
        while (working) {
            GoogleMapsApi.DoDebug("Fetching confirmations");
            var mainConf = GoogleMapsConfirm.GetConfirmations();

            foreach (var c in mainConf) {
                GoogleMapsConfirm.AcceptConfirmation(c);
            }

            GoogleMapsApi.DoDebug("Confirmation have fetched");
            Thread.Sleep(10000);
        }
    }
    catch (Exception e) {
        GoogleMapsApi.DoLog("EXCEPTION: " + e.Message);
        GoogleMapsApi.DoLog("EXCEPTION STACK TRACE: " + e.StackTrace);
        MessageHandler(GoogleMaps.GoogleMapsLog.Errors,
string.Format("Ошибка:\n```\n{0}```", e));
        Thread.Sleep(10000);
        Environment.Exit(-1);
    }
}

protected override void mainThreadVoid() {
    try {
        while (working) {
            var incoming = GoogleMapsTrade.GetIncomingTradeoffers();

            foreach (var offer in incoming) {
                if (offer.ItemsTo.Count == 0 && offer.ItemsFrom.Count > 0) {
                    GoogleMapsApi.DoDebug("Got new items from main Vehicle.
Accepting...");
                    GoogleMapsTrade.AcceptIncomingTrade(offer.ID.ToString());
                    GoogleMapsApi.DoDebug("Updating Vehicle inventory");
                }
                else {
                    GoogleMapsApi.DoDebug(string.Format("Strange tradeto satelite
from: {0}. Declining...", offer.From));
                    GoogleMapsTrade.DeclineIncomingTrade(offer.ID.ToString());
                }

                Thread.Sleep(10000);
            }
        }
    }
    catch (Exception e) {
        GoogleMapsApi.DoLog("EXCEPTION: " + e.Message);
        GoogleMapsApi.DoLog("EXCEPTION STACK TRACE: " + e.StackTrace);
        MessageHandler(GoogleMaps.GoogleMapsLog.Errors,
string.Format("Помилка:\n```\n{0}```", e));
        Thread.Sleep(10000);
        Environment.Exit(-1);
    }
}

/// <summary>
/// Зупинка потів для вісх відстежуваних ТЗ
/// </summary>

```

```

        public void Stop() {
            working = false;
        }
    }
}

```

## Лістинг скрипта EventManager

PanelActivityController - демонструє роботу MyEvent і EventManager. Скрипт приймає конкретний івент і виконує зазначений набір дій. А конкретно включення відключення панелей.

```

using UnityEngine;
using System.Collections.Generic;
using System.Runtime.InteropServices;

public class EventManager {
    //UI
    public static string SHOW_ERROR_TEXT = "SHOW_ERROR_TEXT";
    public static string SET_ACTIVE_PANEL = "SET_ACTIVE_PANEL";
    public static string UPDATE_SELECTED_OBJECT_STATS =
"UPDATE_SELECTED_OBJECT_STATS";

    // GAME
    public static string SHOW_UNPARENT_WALL = "SHOW_UNPARENT_WALL";
    public static string CHECK_PARENT_TO_CALC = "CHECK_PARENT_TO_CALC";
    public static string UPDATE_MAP_LINE = "UPDATE_MAP_LINE";
    public static string DELETE_MENU_OBJ = "DELETE_MENU_OBJ";
    public static string CLEAR_ALL_STAFF = "CLEAR_ALL_STAFF";
    public static string DELETE_OBJ = "DELETE_OBJ";
    public static string SAVE_OBJ = "SAVE_OBJ";
    public static string SAVE_OBJ_LOCAL = "SAVE_OBJ_LOCAL";

    public static string PARAM_SOURCE = "PARAM_SOURCE";
    public static string PARAM_VALUE = "PARAM_VALUE";
    public static string PARAM_ACTION = "PARAM_ACTION";

    public class EventWrapper {
        public EventWrapper (OnEvent onEvent) {
            this.onEvent = onEvent;
        }

        public OnEvent onEvent;
        public delegate void OnEvent (MyEvent myEvent);
    }

    public static EventManager instance = new EventManager ();
    public Dictionary<string, List<EventWrapper>> listeners = new
Dictionary<string, List<EventWrapper>> ();

    void Dispatch (MyEvent customEvent) {
        List<EventWrapper> tempList = new List<EventWrapper> ();
        tempList.AddRange (listeners [customEvent.type]);

        foreach (EventWrapper listener in tempList) {
            listener.onEvent (customEvent);
        }
    }
}

```

```

void AddListener (string type, EventWrapper listener) {
    if (!listeners.ContainsKey (type)) {
        listeners.Add (type, new List<EventWrapper> ());
    }

    listeners [type].Add (listener);
}

public void DestroyAllListeners (string type) {
    if (listeners.ContainsKey (type)) {
        listeners [type].Clear ();
    }
}

void RemoveListener (string type, EventWrapper wrapper) {
    if (listeners.ContainsKey (type)) {
        listeners [type].Remove (wrapper);
    }
}

public void FireEvent (string type, object parameter) {
    if (listeners.ContainsKey (type)) {
        MyEvent event1 = new MyEvent (type, parameter);
        Dispatch (event1);
    }
}

public void FireEvent (string type) {
    FireEvent (type, null);
}

public void Listen (string type, EventWrapper handler) {
    AddListener (type, handler);
}

public void DestroyListener (string type, EventManager.EventWrapper wrapper)
{
    if (wrapper != null) {
        RemoveListener (type, wrapper);
    }
    else {
        Debug.Log ( "Null listener for destroy type ");
    }
}
}
using UnityEngine;
using System.Collections;

public class MyEvent {
    public string type;
    public object parameter;

    public MyEvent (string type, object parameter) {
        this.type = type;
        this.parameter = parameter;
    }

    public MyEvent (string type) {
        this.type = type;
    }
}
}

```

```

using UnityEngine;
using System.Collections;

[SerializeField]
public enum MenuState {
    Logo = 0,
    Enter = 1,
    Work = 2,
    Order = 3,
    Export = 4
}

public class PanelActivityController : MonoBehaviour {
    public MenuState panel;
    protected GameObject content;
    EventManager.EventWrapper setPanelActivity;
    bool isActive = false;

    void OnEnable() {
        setPanelActivity = new EventManager.EventWrapper(delegate (MyEvent
myEvent) {
            MenuState sentPanel = (MenuState)myEvent.parameter;
            UpdatePanelActivity(sentPanel);
        });

        EventManager.instance.Listen(EventManager.SET_ACTIVE_PANEL,
setPanelActivity);
    }

    void OnDisable() {
        EventManager.instance.DestroyListener(EventManager.SET_ACTIVE_PANEL,
setPanelActivity);
    }

    void Start() {
        content = transform.GetChild(0).gameObject;

        if (panel == MenuState.Logo) {
            content.SetActive(true);
        }
        else {
            content.SetActive(false);
        }
    }

    void UpdatePanelActivity(MenuState sentPanel) {
        if (isActive == false) {
            if (sentPanel == panel) {
                content.SetActive(true);
                isActive = true;
            }
            else {
                content.SetActive(false);
                isActive = false;
            }
        }
        else {
            content.SetActive(false);
            isActive = false;
        }
    }
}

```

Додаток В  
(Обов'язковий)

**Ілюстративна частина**

**РОЗРОБКА СЕРВЕРНОГО ЗАСТОСУНКУ З МОБІЛЬНОЮ  
СКЛАДОВОЮ ДЛЯ ЛОГІСТИЧНОГО СУПРОВОДЖЕННЯ  
ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА. Ч. 2. Серверна частина**

Перелік ілюстративних матеріалів:

1. Карта розподілу наземного рухомого складу за видами
2. Схема структурна варіантів використання
3. Зміна параметрів маршрутизації в тестовому середовищі
4. Компоненти клієнтської та серверної частин
5. План маршруту з умовними позначеннями
6. Макет мікросервісів
7. Діаграма послідовності конфігурації віддаленого клієнта
8. Діаграма послідовності експериментального розрахунку
9. Схема структури бази даних серверного програмного забезпечення
10. Знімок екрана веб-сторінки клієнтської програми

Виконав: студент 2-го курсу, групи 2АКІТ-20м  
спеціальності 151 – Автоматизація та  
комп'ютерно-інтегровані технології  
(шифр і назва спеціальності)

Владислав Бізер  
(ім'я та прізвище)

Керівник: к.т.н., доцент каф. КСУ

Олег Ковалюк  
(ім'я та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. АІТ

Юрій Іванов  
(ім'я та прізвище)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

## ВИПУСК РУХОМОГО СКЛАДУ НА ЛІНІЮ В РОБОЧІ ДНІ

■ трамваї ■ тролейбуси ■ автобуси



Карта розподілу наземного рухомого складу за видами

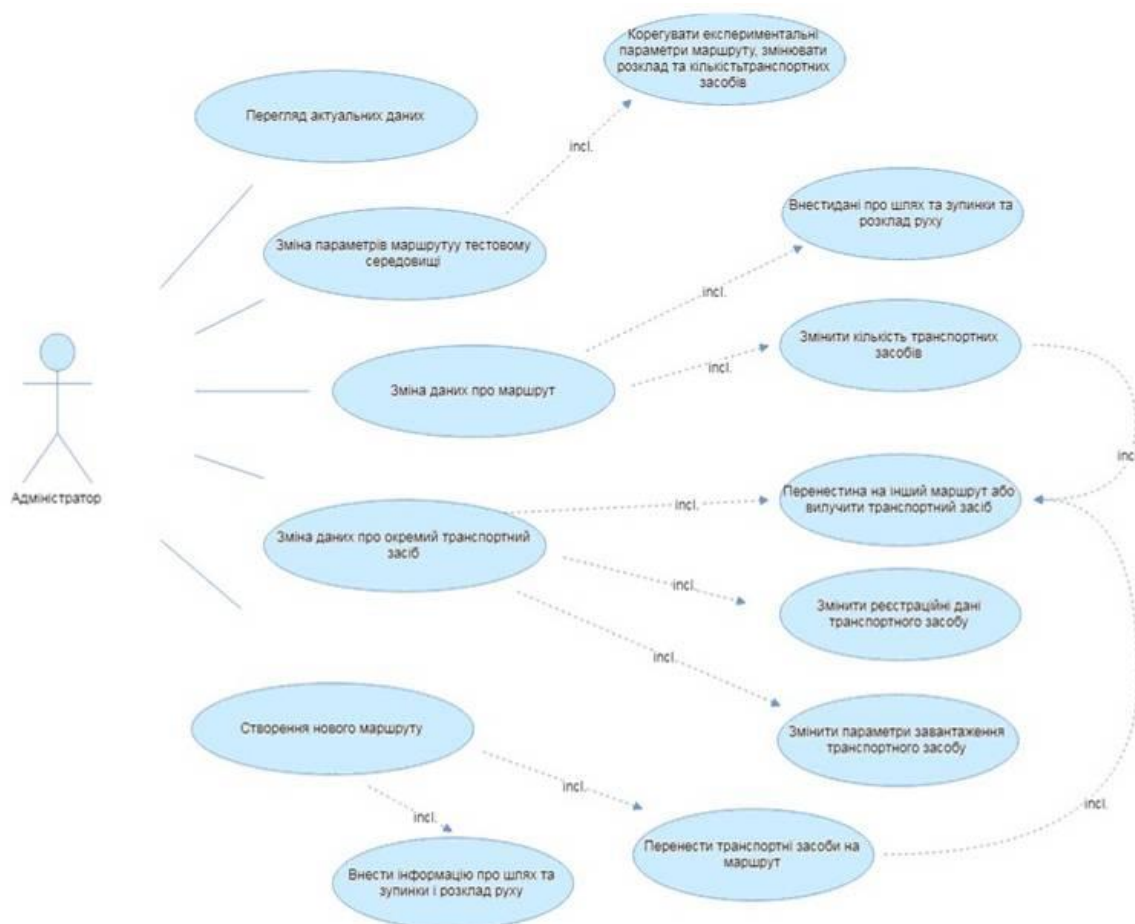
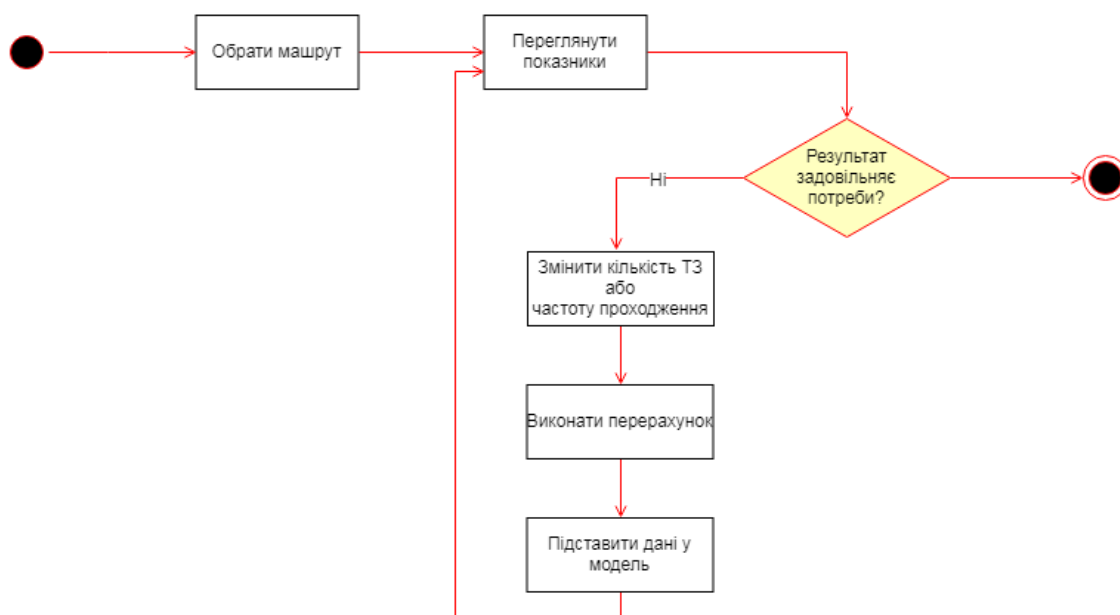
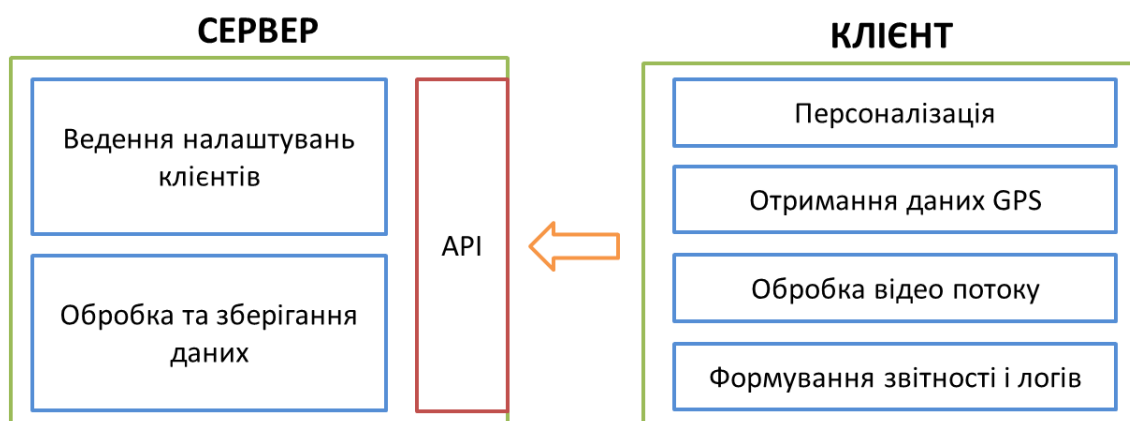


Схема структурна варіантів використання



Зміна параметрів маршрутизації в тестовому середовищі



Компоненти клієнтської та серверної частин

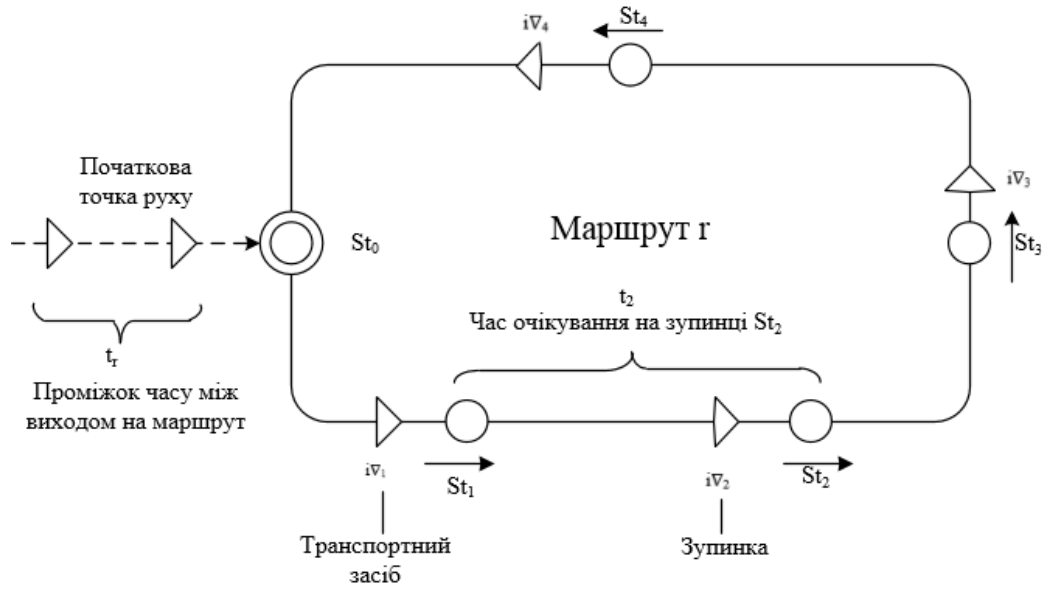
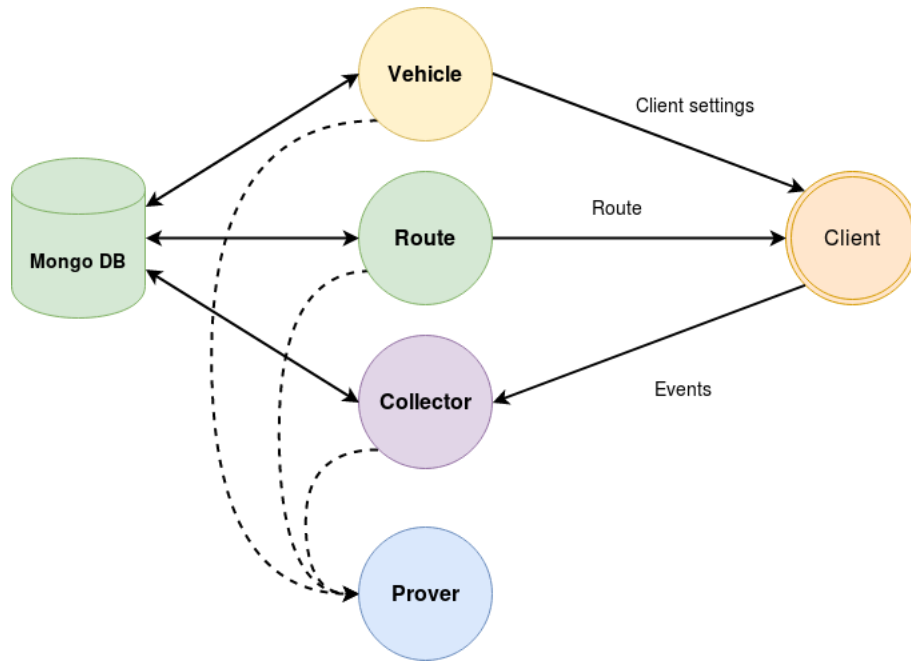
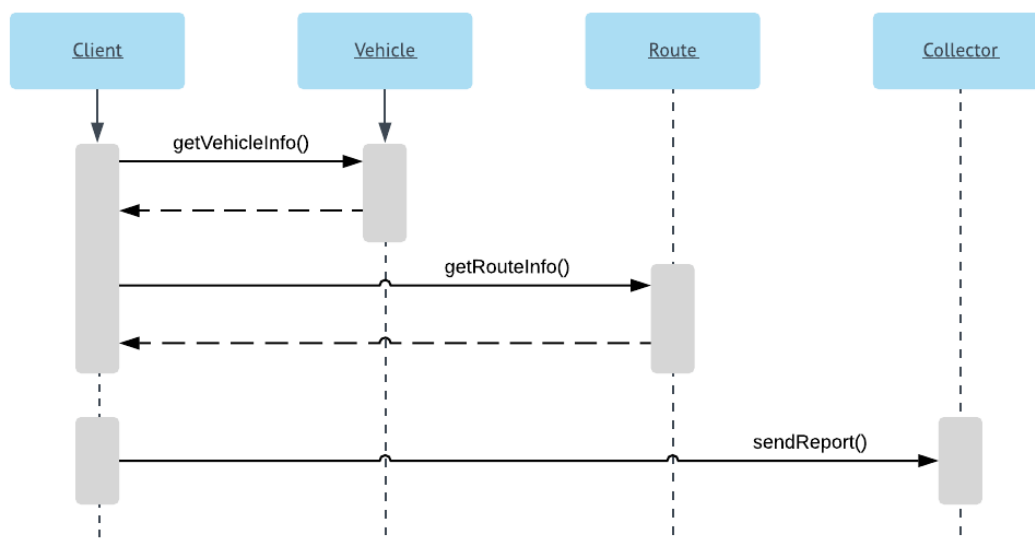


Рисунок 2.2-План маршруту з умовними позначеннями

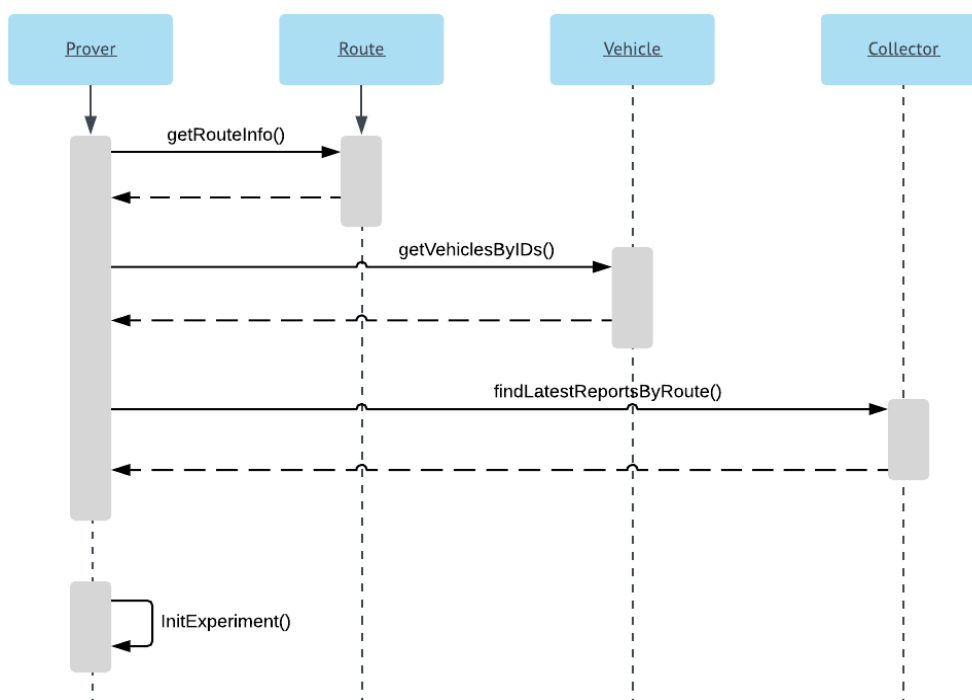


Макет мікросервісів





Діаграма послідовності конфігурації віддаленого клієнта



Діаграма послідовності експериментального розрахунку

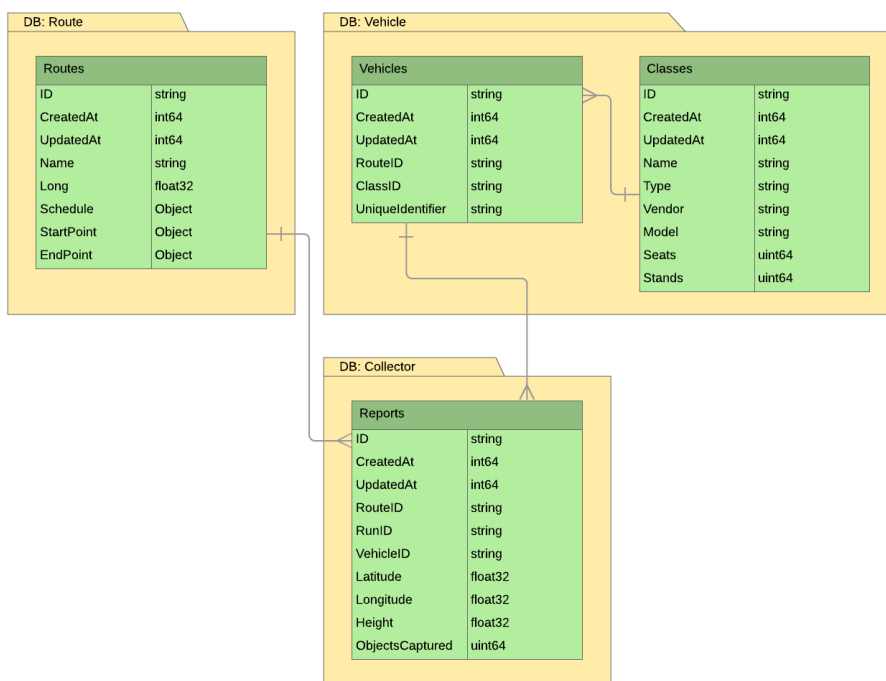
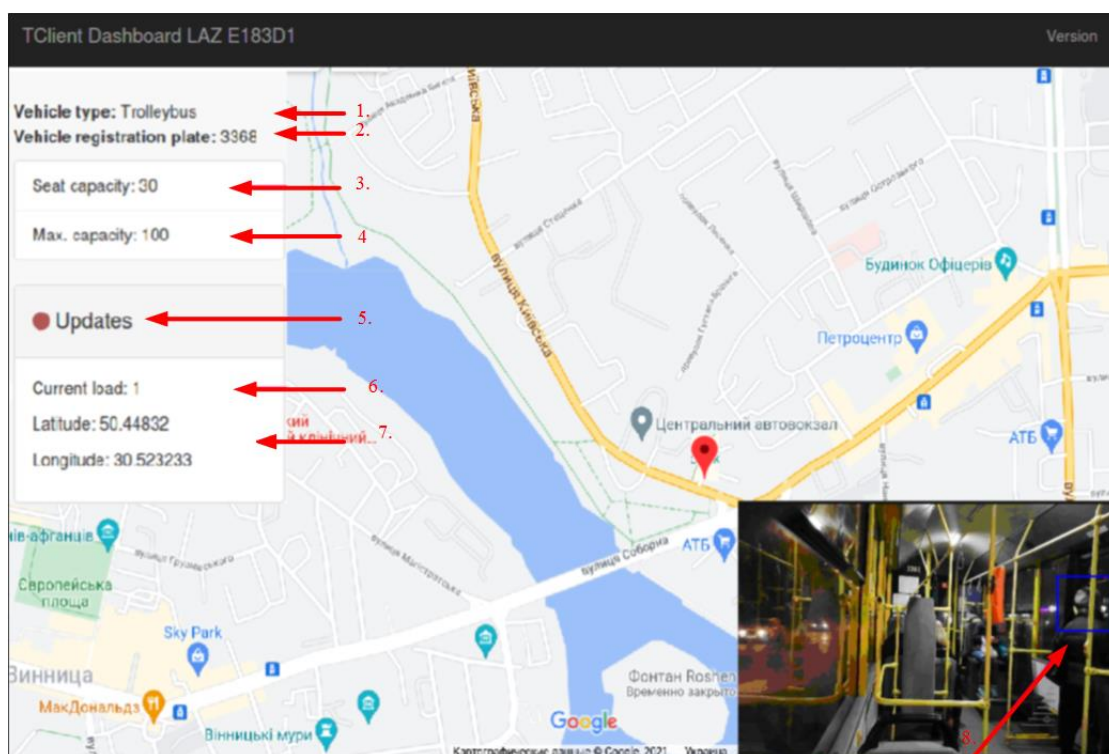


Схема структури бази даних серверного програмного забезпечення



Знімок екрана веб-сторінки клієнтської програми