

Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Галузь знань _____ 12 – Інформаційні технології _____

Спеціальність _____ 123 –Комп'ютерна інженерія _____

на тему «Комп'ютерна система розподілу місць в транспорті»

КвРКІ. 016024.20.01.04 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, група КІ2М-20-1

Керівник _____ к.т.н., доцент _____
Науковий ступінь, вчене звання

До захисту допускаю:
Зав. кафедри КІС, д.т.н., проф.
_____ Т.О. Говорущенко _____
04 05 2022 р.


Підпис _____ Бойко А.О.
Ініціали, прізвище


Підпис _____ Гнатчук С.Г.
Ініціали, прізвище

Хмельницький, 2022

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Кафедра КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Освітній рівень МАГІСТР

Галузь знань 12 ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Спеціальність 123 КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ

Освітня програма ОСВІТНЬО-НАУКОВА ПРОГРАМА «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ПРОГРАМУВАННЯ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Т.О.Говорушенко

“ 01 ” 09 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ)

Бойко Аніті Олексіївні

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема проекту (роботи) Комп'ютерна система розподілу місць в транспорті

Керівник проекту (роботи) Гнатчук Є.Г., к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджена наказом ректора університету від 06.01.2022 р. № 1

2. Строк подання студентом проекту (роботи) на кафедру 03.05.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Завдання на дипломне проектування

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

Статистика пасажиропотоку за період 2017-2021.


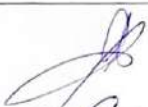


Пасажиропотік м. Хмельницький та методи дослідження пасажиропотоку.

Комп'ютерні системи розподілу місць

Моделювання методів комп'ютерної системи розподілу місць

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

6. Консультанти розділів дипломного проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Нормоконтроль	Лисенко С.М., професор кафедри КПС		
Антиплагіат	Нічепорук А.О., доцент кафедри КПС		

7. Дата видачі завдання « 06 » 09 2021р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№з/п	Назва етапів (розділів) дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вибір напрямку дослідження та узгодження тематики ДРМ з керівником	05.09.2021	виконано
2	Ознайомлення з предметною областю; формулювання мети та задач дослідження; визначення об'єкта та предмета дослідження	05.10.2021	виконано
3	Робота над розділом 1 – аналіз відомих моделей, методів за темою; постановка задачі	05.11.2021	виконано
4	Робота над розділом 2 – розробка моделей для вирішення поставленої задачі	05.12.2021	виконано
5	Робота над науковою статтею	05.01.2022	виконано
6	Робота над розділом 3 – розробка методів для вирішення поставленої задачі	15.02.2022	виконано
7	Робота над розділом 4 – проектування та розробка ПЗ для вирішення поставленої задачі, експериментальна частина	05.04.2022	виконано
8	Оформлення пояснювальної записки згідно вимог	15.04.2022	виконано
9	Попередній захист ДРМ	26.04.2022	виконано
10	Захист ДРМ на засіданні ЕК	До 10.05.2022	


Студент


Підпис

А.О. Бойко

Ініціали, прізвище

Керівник проекту (роботи)


Підпис

С.Г. Гнатчук

Ініціали, прізвище

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи: Комп'ютерна система розподілу місць в транспорті

Автор роботи: Бойко А.О.

Керівник роботи: Гнатчук Є.Г.

Пояснювальна записка: 102 с., 38 рис., 8 табл., 1 дод., 80 джерел.

ПЕРЕЛІК КЛЮЧОВИХ СЛІВ (6-8) ЧЕРЕЗ КОМУ. розподіл місць в транспорті, комп'ютерна система розподілу місць, громадський транспорт, комп'ютерні системи, мобільний додаток, методи розподілу місць.

Об'єктом дослідження є процеси управління пасажиропотоком у транспорті.

Предметом дослідження є методи та моделі розподілу місць в транспорті.

Метою дипломної роботи є покращення якості пасажирських перевезень в громадському транспорті, підвищення рівня комфорту для пасажирів

Для розв'язання поставлених задач використовувалися методи таблично-опитувальний, табличний, анкетний, окомірний, звітно-статистичний, на основі мобільних пристроїв, інтернет сайти, які виконують функції обліку та контролю, автоматизована система моніторингу пасажиропотоків

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Набув подальшого розвитку метод розподілення місць завдяки мобільному додатку, що дозволяє прокласти маршрут та допомагає обрати зручне місце для поїздки в пункт призначення, що в свою чергу допомагає підвищити рівень комфорту для пасажирів.

2. Удосконалений метод електронного вибору місця, в частині додавання вагових датчиків сидіння, що допомагає фіксувати кількість зайнятих місць та надавати інформацію наступним пасажиром через мобільний додаток про вільні сидячі місця в транспортному засобі.

Практична цінність отриманих результатів. В результаті виконаного наукового дослідження розроблені методи розподілу місць, які допоможуть користувачам знати маршрут заздалегідь, а також дізнатись яке з місць їм краще

обрати для власної поїздки. Результати досліджень можна використати для покращення пасажиропотоку в місті. Також розроблений метод з мобільним додатком допоможе додатково інтегрувати потрібні послуги для зручності громадян міста.

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	7
ВСТУП.....	8
1 СТАТИСТИКА ПАСАЖИРОПОТОКУ ЗА ПЕРІОД 2017-2021	10
1.1 Статистика пасажиропотоку та кількості транспорту за декілька років	10
1.2 Дослідження скупчення людей у громадському транспорті за кордоном.....	13
1.3 Дослідження транспортних перевезень та пасажиропотоку вітчизняними науковцями і дослідниками	21
1.4 Висновки.....	22
2 ПАСАЖИРОПОТІК ТА МЕТОДИ ЙОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	24
2.1 Кількість маршрутів та визначення пасажиропотоку у громадському транспорті м. Хмельницький.....	24
2.2 Методи підрахунку пасажиропотоку в транспорті.....	27
2.3. Пасажиропотік: зайнятість місць і щільність стояння.....	36
2.4. Висновки.....	39
3 МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ МІСЦЬ В ТРАНСПОРТІ	40
3.1 Методи роботи системи розподілі місць в транспорті	40
3.2 Електронний вибір місця.....	41
3.3 Інфрачервоні технології розподілу.....	43
3.4 Метод розподілення місць завдяки мобільному додатку	45
3.5 Метод, заснований на виявленні максимальної інтенсивності	52
3.6 Переваги та недоліки представлених методів	54
3.7 Висновки	56
4 РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ МІСЦЬ.....	58

4.1	Моделювання пасажиропотоку	58
4.1.1	Алгоритмізація методу електронного вибору місця.....	59
4.1.2	Алгоритмізація методу інфрачервоних технологій розподілу.....	62
4.1.3	Метод розподілення місць завдяки мобільному додатку	65
4.2	Підрахунок вартості реалізації методів розподілу місць в громадському транспорті.....	70
4.3	Ризики, пов'язані з проблемою розподілу пасажиропотоку	73
4.4	Особливості розробки ПЗ для серверної частини системи.....	76
4.5	Висновки.....	81
	ВИСНОВКИ	82
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	85
	Додаток А	93

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ГТК - громадських транспортних компаній

АПП - автоматичного підрахунку пасажирів

ЗП - заявлені переваги

ВП - виявлені переваги

АЗВ - автоматичного збору вартості проїзду

АВМРТЗ - автоматичного визначення місця розташування транспортних засобів

ККТ - Київський комунальний транспорт

МГТ - міського громадського транспорту

млн.пас.км - мільонів пасажиро-кілометрів

ГТК - громадських транспортних компаній

АСМ-ПП - автоматизована система моніторингу пасажиропотоків

ТЗ - транспортні засоби

ЕК - електронний квиток

БК - банківська картка

ВСТУП

Пасажи́рський громадський транспорт є однією з значних галузей. Як наслідок не своєчасного та якісного перевезення, бачимо як ці питання переросли в соціальну проблему, адже не усі громадяни мають власний транспорт. Ставлення населення не тільки до якості транспортних послуг, а й у цілому до тих процесів, що відбуваються у регіонах та країні змінюється щодня і має негативні наслідки.

У таких умовах необхідні спільні зусилля фахівців транспортників, центральних регіональних органів управління, які мають бути спрямовані на удосконалення функціонування транспортного комплексу та розробників програмного забезпечення, які допомагають оптимізувати процеси. Окрім звичайного пасажиропотоку, проблема розподілу місць гостро постала під час пандемії. Кількість пасажирів не зменшилась, але при цьому стоячі місця в громадському транспорті заборонені. В зв'язку з цією проблемою, потрібно питання вирішувати за допомогою комп'ютерних систем, щоб інформація про наявність вільних місць була завжди актуальною.

Мета дипломної роботи це покращення якості пасажирських перевезень в громадському транспорті, підвищення рівня комфорту для пасажирів

Поставлена мета досягається розв'язанням таких основних задач:

1. Аналіз попередніх досліджень пов'язаних з пасажиропотоком та його розподілом.
2. Аналіз методів підрахунку кількості зайнятих місць в громадському транспорті.
3. Розробка методів для розподілу місць в громадському транспорті.
4. Метод повинен бути зручним для користувача.
5. Метод не повинен використовувати багато людського ресурсу.

Об'єктом дослідження є процеси управління пасажиропотоком у транспорті.

Предметом дослідження є методи та моделі розподілу місць в транспорті.

Наукова новизна отриманих результатів:

1. Набув подальшого розвитку метод розподілення місць за допомогою мобільного додатку, що дозволяє прокласти маршрут та допомагає обрати зручне місце для поїздки в пункт призначення, що в свою чергу допомагає підвищити рівень комфорту для пасажирів.

2. Удосконалений метод електронного вибору місця, в частині додавання вагових датчиків сидіння, що допомагає фіксувати кількість зайнятих місць та надавати інформацію наступним пасажиром через мобільний додаток про вільні сидячі місця в транспортному засобі.

Практична цінність отриманих результатів. В результаті виконаного наукового дослідження розроблені методи розподілу місць, які допоможуть користувачам знати маршрут заздалегідь, а також дізнатись яке з місць їм краще обрати для власної поїздки. Результати досліджень можна використати для покращення пасажиропотоку в місті. Також розроблений метод з мобільним додатком допоможе додатково інтегрувати потрібні послуги для зручності громадян міста.

За темою магістерської роботи подано статтю «Дослідження методів розподілу місць в громадському транспорті» у фахове наукове видання *Computer systems and information technologies* (м.Хмельницький).

1 СТАТИСТИКА ПАСАЖИРОПОТОКУ ЗА ПЕРІОД 2017-2021

1.1 Статистика пасажиропотоку та кількості транспорту за декілька років

Основне завдання організації міського громадського транспорту (МГТ) полягає у забезпеченні якості руху, що оцінюється головним чином за середнім часом очікування пасажирів на зупинці або за середнім інтервалом руху на маршруті. Його якість визначається, крім того, фактичною тривалістю поїздки, вартістю, швидкістю підключення та повнотою транспортного засобу [2,3]. Саме це показники всебічно визначають привабливість використання конкретного виду громадського транспорту. Нерівномірний розподіл пасажирських перевезень за періодами доби істотно впливає на організацію перевезень і підвищує рівень використання громадського транспорту.

У будні дні переважають, пікові пасажирські потоки, робочі поїздки з 07.30-09.00 та 17.00-19.00. Міжпіковий період характеризується зниженням ефективності використання транспортних засобів за рахунок збільшення інтервалів їх руху [3]. Збільшення інтервалу між автобусами, збільшує час очікування на зупинках.

Потік людей, через міську інфраструктуру, має великий вплив на кілька сфер, таких як туризм і транспорт. Зокрема, вміти точно підрахувати кількість пасажирів є однією з найважливіших складових транзитної послуги, оскільки вона забезпечує ключовий показник ефективності діяльності громадських транспортних компаній (ГТК) і є ключовим для ефективного планування транзитної мережі, як у довгостроковій, так і короткостроковій перспективі. Дійсно, довгострокові планування маршрутів і пов'язаних розкладів уможлиблюється за допомогою аналізу матриць відправлення-призначення, які надають інформацію про поїздки на роботу [2]. Більше того, такі матриці дають вказівки щодо часу пік і завантажених маршрутів, які також спрощують короткострокові стратегії планування, наприклад, через перепризначення автобусів на певний маршрут. Таким чином, довго- та короткострокове

планування сприяє ефективному використанні ресурсів і гарантії того, що автобуси курсують там і коли вони потребують пасажирів.

Щоб отримати інформацію про кількість пасажирів, ГТК зазвичай використовують традиційні механізми, починаючи від неавтоматичного візуального підрахунку людини до автоматичного підрахунку пасажирів (АПП) [2]. Методи, засновані на різних технологіях збору даних (наприклад, матові датчики, інфрачервоні датчики, відеокамери).

Ці системи необхідно встановлювати на транспортних засобах, і вони зазвичай є досить дорогі.

Проблема дослідження цієї теми – це збільшення або зменшення пасажиропотоку в часи пік під час пандемії та правильний розподіл місць в транспорті. Кожен з громадян поспішає на роботу та не замислюється над тим, що його сусід теж поспішає. Тому постала гостра проблема оптимізувати або комп'ютеризувати цей процес [4].

Аналіз досліджуваної теми показав, що досить багато науковців досліджували теми, як от пасажиропотік в місті, ймовірність пасажиропотоку в транспортно-пересадочних вузлах, але на жаль, жоден не дослідив тему як можна визначити наявність вільних місць в транспорті.

Вивчаючи цю тему, можна побачити що з 2017р кількість пасажирів, які користуються громадським транспортом різко зменшується [6,7].

Звітність міського голови м. Києва показує, у 2017 році було перевезено 307 мільйони осіб, з яких 60% пільговики. При цьому було задіяно 952 одиниці громадського транспорту.

У 2018 році ККТ перевіз 262 мільйони осіб, серед яких 65% пільговики. Добова кількість комунального транспорту становила 958 одиниць.

У 2019 році кількість пасажирів громадського транспорту зменшилась до 219 мільйонів, серед яких 58% пільговики. Кількість транспорту ККП зменшилась – до 927 одиниць.

У 2020 році кількість пасажирів громадського транспорту зменшилась до 119 мільйонів, серед яких 62% пільговики [7].

У нище наведеній таблиці 1.1, показано пасажиропотік та кількість перевезених пасажирів у м. Хмельницький за період 2017-2021pp[5].

Таблиця 1.1 – Пасажиропотік у м.Хмельницький

Рік	Загальний пасажиропотік (млн.пас.км)	Автомобільний пасажиропотік (млн.пас.км)	Тролейбусний пасажиропотік (млн.пас.км)
2017	1 111, 9	878,9	233,4
2018	1 015, 8	773,1	242,2
2019	827,1	628,3	198,5
2020	590, 2	416,	174,2
2021	511,5	376,9	134,7

На рисунках 1.1 та 1.2, ми бачимо спадну тенденцію у пасажиропотоці громадського транспорту.

Дехто вважає, що спадну тенденцію можна побачити з 2020 року у період COVID-19, але порівнюючи 2017 і 2018 ми теж бачимо спадну динаміку[32,33,34].

При таких змінах у кількості пасажирів є характерним зменшення кількості транспорту для перевезення громадян.

Адже якщо утримувати таку ж саму кількість автобусів чи тролейбусів не є рентабельним для держави [5].

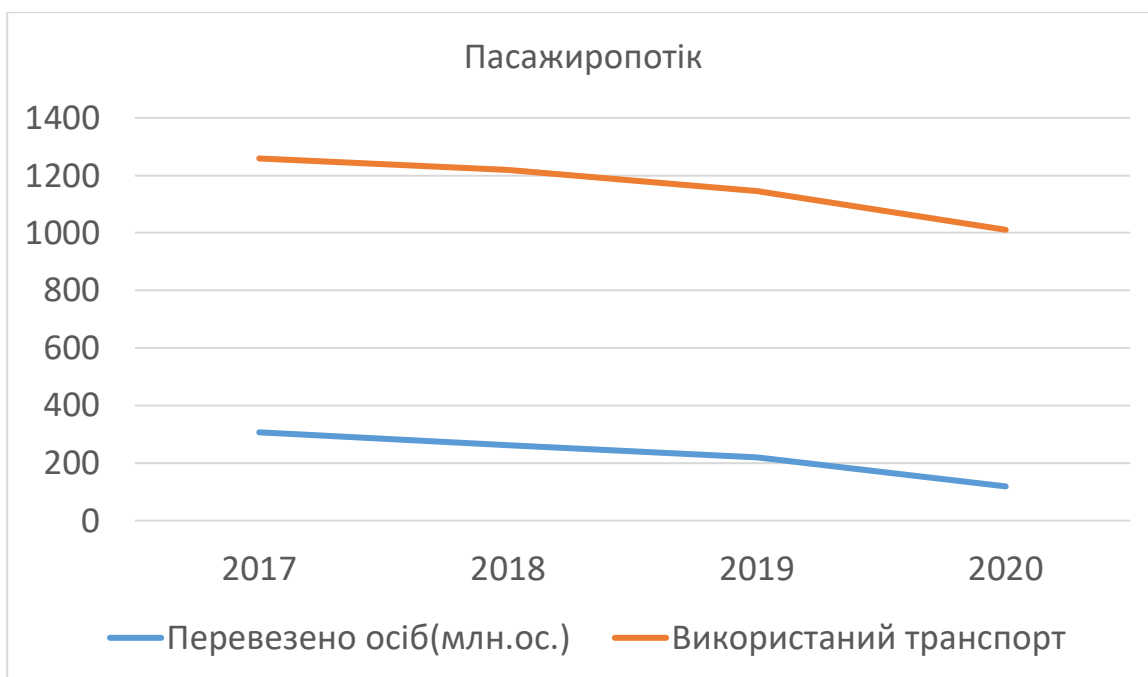


Рисунок 1.1 – Пасажиропотік в м. Київ



Рисунок 1.2. – Пасажиропотік у м. Хмельницький

1.2 Дослідження скупчення людей у громадському транспорті за кордоном

Натовп у громадському транспорті може мати значний вплив на вибір маршруту та режиму. Через очікуване зростання концентрації діяльності в

міських агломераціях у багатьох країнах світу, очікується, що скупчення людей стане ще більш домінуючим фактором у міському громадському транспорті в майбутньому. Тому важливо зрозуміти і кількісно оцінити, як пасажирів сприймають скупченість міського громадського транспорту. Це може сприяти кількісній оцінці суспільних переваг від заходів, спрямованих на зменшення перевантаженості пасажирів, і, таким чином, потенційно підтримати політиків у процесі прийняття рішень щодо впровадження таких заходів (див., наприклад, Prud'homme et al. 2012 ; Haywood та Koning 2015 ; Cats, West та Eliasson 2016) [8].

Затори та скупчення людей не завжди включені в моделювання громадського транспорту, на відміну від моделювання шосе. Переповненість громадського транспорту впливає на номінальний час у дорозі лише в тому випадку, якщо час перебування збільшиться або стане більш екстремальним випадки відмови у посадці, що може призвести до витрат для пасажирів та операторів [8]. Таким чином, у громадському транспорті існує поведінковий зв'язок, а не зв'язок потоку транспорту між скупченням людей і (усвідомленим) часом у дорозі.

Більшість досліджень, які включають переповненість громадського транспорту, використовують експерименти із заявленими перевагами (ЗП) для оцінки скупчення людей. Наприклад, MVA Consultancy (2008), Whelan and Crockett (2009), Batarce, Munoz, and Ortuzar (2016) та Tirachini et al. (2017) використовують опитування ЗП, де скупчення людей представлено зображеннями рівня скупченості у вагонах громадського транспорту[9], а оцінка скупченості виражається за допомогою середньої кількості стоячих пасажирів на квадратний метр. Лу, Фоукс і Вордман (2008) виражав скупченість, як ймовірність появи (наприклад, 2 з 5 разів) в експерименті ЗП, тоді як Лі, Гао і Ту (2017) описував і показував різні рівні скупченості за допомогою кольорів. Дуглас і Карпузіс (2005) використовували зображення скупчення людей у своєму експерименті ЗП і оцінюють множники часу скупчення в автобусі для різних рівнів скупченості (наприклад, сидячи без скупчення, сидячи тісно, стоячи) протягом різної тривалості (наприклад, під час 10 або 20 хвилин).

У деяких дослідженнях, де оцінка скупченості оцінюється на основі експериментів ЗП, результати перевіряються на основі даних про виявлені переваги (ВП), наприклад, за допомогою опитувань, спостережень пасажирів або камер. Наприклад, Kroes et al. (2014) підтверджують оцінки переповненості на основі ЗП для Іль-де-Франс на основі спостережуваної поведінки пасажирів на платформах, які пропускають дуже переповнений рейс і чекають наступного менш переповненого рейсу. Батарце та ін. (2015) оцінили змішану модель ЗП/ВП для випадку Сантьяго, Чилі, поєднуючи опитування ЗП з зображеними рівнями скупчення людей і виявленим вибором пасажирського маршруту на основі даних смарт-карт. Ці результати в основному на основі ЗП застосовуються в моделях громадського транспорту, спрямованих на покращення розподілу пасажирів і прогнозування, див., наприклад, Hamdouch et al. (2011), Schmöcker et al. (2011), Нуццоло, Крісаллі і Розаті (2012), Пел, Бел і Пітерс (2014), Кішки, Вест і Еліассон (2016) [7,8].

Більшість досліджень оцінки краудінгу засновані на експериментах ЗП. Дослідження, які використовують дані ВП, зазвичай використовують лише відносно невеликий набір даних ВП для підтвердження оцінок ЗП. Однак відомо, що між заявленими виборами респондентів у експериментах ЗП може бути розбіжність у порівнянні з виявленою поведінкою вибору в реальності. Це систематична невідповідність, при якій експерименти ЗП мають тенденцію завищувати значення порівняно з спостережуваною оцінкою в реальності. Ця розбіжність може виникнути, якщо респондентам важко уявити заявлену гіпотетичну ситуацію вибору, або якщо респонденти не мають достатнього досвіду з подібними обставинами в реальності, щоб повністю зрозуміти компроміси між атрибутами у наборі вибору [4,6]. Дефіцит використання даних ВП у дослідженнях, пов'язаних із сприйняттям пасажирями скупченості на борту, можливо пов'язаний із розрідженістю та складністю отримання даних пов'язаних із пасажирями, у багатьох системах громадського транспорту. Однак зростаюча доступність систем автоматичного збору вартості проїзду (АЗВ), автоматичного визначення місця розташування транспортних засобів (АВМРТЗ) та

автоматичного підрахунку пасажирів (АПП) у громадському транспорті дозволяє оцінити оцінку скупченості повністю на основі великомасштабних даних ВП [9,10]. Зокрема, наявність індивідуальних транзакцій із смарт-картками дозволяє отримати уявлення про виявлені компроміси між часом у дорозі, пересадками, часом очікування та скупченням при виборі маршруту громадського транспорту. Лише в обмеженій кількості досліджень використовувалися дані смарт-карт для цієї мети, а саме роботи Hörcher, Graham, and Anderson (2017) та Tirachini et al. (2016). Hörcher, Graham, and Anderson (2017) оцінили моделі дискретного вибору, що включають оцінку скупченості в системах метро шляхом об'єднання даних АЗВ і АВМРТЗ [11].

Мережа метро Гонконгу використовується для оцінки ймовірності стояння та щільності скупчення людей (виражених як кількість пасажирів, що стоять на квадратному метрі). Оскільки система АЗВ у Гонконзі є закритою системою на базі станцій, де пасажирів мають під'їжджати й виходити на станції метро, мають точний маршрут і вибір подорожі потрібно було визначити за допомогою сполучення пасажирів із потягом, метод присвоєння Тірачіні та ін. (2016) оцінили пасажирську переповненість для подорожей метро в мережі Сінгапуру, повністю ґрунтуючись на спостережуваній поведінці пасажирів, які бажають спочатку подорожувати в протилежному напрямку, щоб забезпечити собі місце в поїзді в потрібному напрямку [9].

Внесок нашого дослідження полягає в тому, що ми оцінюємо оцінку скупченості, пов'язану з поїздками міськими трамваями та автобусами, в європейському контексті, повністю на основі виявленої поведінки при виборі маршруту, отриманої з даних АЗВ та АВМРТЗ мережі міського громадського транспорту. Ми показуємо додаткові докази існуючої невідповідності між використанням даних ВП і ЗП для оцінки скупченості [10]. Оскільки пасажирів зобов'язані підключати та виводити на борту кожного трамвая чи автобуса, не потрібно робити висновки про точний маршрут чи точний вибір транспортного засобу. Об'єднуючи дані АЗВ та АВМРТЗ, ми безпосередньо визначаємо точний маршрут і транспортний засіб, яким користується кожен пасажир, і виводимо

кількість транспортних засобів від зупинки до зупинки для кожної окремої поїздки. Цей спосіб визначення місць в транспорті є енергозатратним процесом, адже при вході та виході пасажиру потрібно задіяти [12].

Одним із напрямків, які допомагають розподіляти місця в транспорті є “Smart Cities”. Завдяки роботі штучного інтелекту та синхронізації декількох послуг в одному місці, пасажир може одразу прокласти маршрут до визначеного місця комунальних послуг, скориставшись картою руху він буде знати на яку годину зробити запис. Програми розвитку розумного міста забезпечують перехід суспільства на вищий рівень якості життя за допомогою технологій, що покращують взаємодію між приватним і державним секторами. Технології полегшують доступ громадян до державних послуг, зменшуючи ймовірність корупції та бюрократії [11,12]. Водночас реалізація концепції «розумного міста» вимагає активної позиції громадян та розвитку їхніх цифрових навичок, подолання опору та позитивного сприйняття потенційних переваг у застосуванні технологічних рішень у повсякденному житті. Такі проекти розумних міст реалізовані у Європі, Північній Америці та Південній Америці. Декілька прикладів описано дещо далі.

Бразилія. Маске та ін. [14] описали, що місто Курітіба, Південна Бразилія, є зеленим, інклюзивним і придатним для життя містом. Це найрозумніше місто у всьому світі. Курітіба має кілька відомих програм стійкого розвитку. Ефективне лідерство та відданість розумному плануванню транспорту допомогли Курітібі перетворитися на стійке місто та стандарт для ефективного міського планування. Досягнення міста враховуються за шістьма факторами, а саме: комплексне містобудування, пішохідні зони, екологічна свідомість, система поводження з відходами, ефективна система громадського транспорту та соціальна справедливість. Розумного життя можна досягти за допомогою чотирьох факторів, а саме: інтеграції громади, соціально-структурних відносин, матеріального добробуту та екологічного благополуччя. Модель постійно працює.

Канада. Smart Cities Challenge — це національний конкурс, відкритий для всіх муніципалітетів, місцевих або регіональних органів влади та корінних

громад[10]. Виклик заохочує громади прийняти підхід «розумних міст» для підвищення рівня життя громадян за допомогою даних, інновацій та підключених технологій[12]. Виклик має на меті охопити чотири сфери, включаючи:

1. Досягнення результатів для мешканців.
2. Надати громадам можливості впроваджувати інновації.
3. Налагодити нові партнерства та мережі.
4. Розповсюдити переваги на всіх канадців.

Едмонтон переживає цифрову трансформацію, яку очолюють резиденти та підтримує міська рада. Місто розробило стратегію бізнес-технологій, першу у своєму роді в Канаді, щоб керувати використанням даних, різними технологіями та бізнес-рішеннями для покращення життя громадян, в тому числі користування громадським транспортом [26]. Стратегія «Розумне місто» Едмонта – це інноваційна екосистема наукових кіл, уряду, мешканців та промисловості.

США. Нью-Йорк прагне стати справедливим і розумним містом, щоб покращити державні послуги та рівень життя громадян [28]. Трансформація містить кілька програм, включаючи «Спільні спільноти Нью-Йорка», де уряд розробляє комп'ютерні центри в місцях з високою концентрацією бідності. Створено понад 100 центрів, які підвищили рівень цифрової грамотності та підвищили якість життя шляхом розвитку можливостей працевлаштування. Цифрові центри є в парках, центрах комп'ютерних ресурсів, центрах житлового управління Нью-Йорка, центрах відпочинку, бібліотеках та центрах для літніх людей. Інша ініціатива – «LinkNYC», розроблена у 2014 році.

Метою було розробити безкоштовну надшвидкісну Wi-Fi мережу, щоб з'єднати все місто безкоштовним високошвидкісним Інтернетом. У місті встановлено понад 7500 вузлів зв'язку з безкоштовними:

1. Мережею Wi-Fi.
2. Домашніми телефонними дзвінками.
3. Зарядкою для мобільних телефонів.

Також розробники на основі цих даних фіксують пасажиропотік по маршрутах, адже завдяки Wi-Fi мережі, пасажир завжди в online.

Канзас-Сіті, штат Міссурі, є одним із найрозумніших міст завдяки успішному використанню технологій [27]. Уздовж двомильної колії трамвая Канзас-Сіті державно-приватне партнерство вартістю 15 мільйонів доларів США сприяло розміщенню 328 точок доступу Wi-Fi, 178 розумних вуличних ліхтарів, які можуть контролювати схему руху та доступні місця для паркування, 25 відеокіосків, тротуар, датчики та відеокамери. Усі вони з'єднані міською волоконно-оптичною мережею передачі даних.

Барселона. Бакічі та ін. [13] дослідили місто Барселона та проаналізували його ініціативу «Розумне місто», включаючи наслідки для міської політики для Барселони в сферах управління розумним містом, драйверів, вузьких місць, умов та активів. Автори описали модель «Розумне місто Барселони» та розглянули ключові фактори стратегії «Розумне місто». Розглянувши живі лабораторії, відкриті дані, електронні послуги, розумні райони, ініціативи та інфраструктуру, модель «Розумне місто Барселони» складається з чотирьох областей:

1. Розумне управління.
2. Розумну економіку.
3. Розумне життя.
4. Розумні люди.

Регіон Барселони 22@ є центральним пунктом інновацій та економічного розвитку, оскільки малі та середні підприємства використовують цей регіон, як полігон, для випробування нових технологій.

Румунія. Pop and Prostean [14] вивчали підходи до реалізації для різних розумних міст Румунії. До розглянутих міст належать Крайова, Напока, Сібіу, Тімішоара. Усі розумні міста Румунії пропонують громадянам мобільні додатки, щоб повідомляти їх у режимі реального часу про час для кожної окремої станції громадського транспорту. У Клуж-Напоці, Крайові та Тімішоарі центри управління дорожнім рухом використовуються для моніторингу світлофорів. Крім того, доступні системи паркування, які пропонують громадянам оплачувати паркування за допомогою служби коротких повідомлень та визначати кількість

доступних місць для паркування в режимі реального часу. Міжнародні стандарти не обговорювалися щодо того, як послуги керуються та досягаються.

Румунська асоціація розумного міста [15] є провідним органом індустрії розумного міста в Румунії, яка складається з професіоналів та експертів з різних галузей. Асоціацію також підтримують понад 200 національних та міжнародних партнерів. Асоціація має на меті створити креативно-розумні спільноти в Румунії та досягти цього шляхом розвитку діяльності, пов'язаної з екосистемою Smart City.

Велика Британія. Керд і Халетт [9] описали, що Британський інститут стандартів (BSI), який співпрацює з ISO, створив значну роботу зі стандартів розумного міста та показників міської ефективності. BSI є провідною організацією з розробки стандартів розумного міста та показників міської ефективності у Великобританії.

Загальнодоступна специфікація, PAS 180, детально описує узгоджене промисловістю розуміння визначень і термінів розумного міста у Великобританії, щоб допомогти розробити міцну основу для неминучої стандартизації та передового досвіду [17]. PAS 180 також допомагає покращити розуміння розумних міст, встановлюючи спільну мову для дизайнерів, розробників, клієнтів і виробників.

Manchester CityVerve [21] використовує технології IoT для трансформації міста. Програма зосереджена на чотирьох аспектах трансформації, включаючи «культуру та суспільну сферу», «енергетика та навколишнє середовище», «охорона здоров'я та соціальна допомога» та «подорожі та транспорт». Мілтон Кейнс – місто Великобританії, яке швидко розвивається.

МК:Smart [22] — це велика спільна ініціатива з розробки інноваційних рішень для підтримки економічного зростання в Мілтон-Кейнс. Найсучасніший «МК Data Hub» відіграє важливу роль у проекті, який полегшує отримання та керування великими даними міських систем із численних джерел даних. Дані стосуються споживання енергії та води, транспортних даних, даних із супутникових технологій, економічних і соціальних даних, а також

краудсорсингових даних із соціальних мереж або спеціалізованих програм. Керд і Халетт [9] розглянули обидва проекти і дійшли висновку, що міська влада не знайома з системою індикаторів розумного міста [9].

1.3 Дослідження транспортних перевезень та пасажиропотоку вітчизняними науковцями і дослідниками

Дослідженнями і вирішеннями проблем автотранспортної системи займаються такі вітчизняні науковці, як С.М. Войт, К.В. Завгородній, Д.К. Прейгер, О.В. Бойко, І.І. Іртищева, О.М. Котлубай, Т.В. Стройко та інші. Автомобільний транспорт виконує значну роль в частині пасажирських перевезень нашої країни [28].

Наукові праці та публікації вчених – Ю.М. Неруша, А.М. Гаджинського, Б.А. Анікіна, А.Г. Кальченка, Л.Б. Миротина, Е.В. Крикавського та інші спрямовані на вирішення проблем, пов'язаних з організацією пасажирського транспорту та функціонуванням пасажирського транспорту в нових умовах управління та соціального розвитку [29].

Створення сучасних форм та моделей функціонування пасажирського транспорту та транспорту для їх реалізації у наукових дослідженнях нині привертає увагу вчених протягом усього періоду соціального розвитку.

Вивчення цих питань допомогло вирішити проблеми з функціонуванням пасажирського транспорту і пошуку нових рішень щодо вирішення їх недоліків.

Дослідження питань з пасажиропотоком надійшли в наукових працях і публікаціях вчених А.В. Базилюка, О.І. Амоша та інших.

Дослідники М.М. Осипов, Н.В. Добров та М.С. Нечепуренко виділили багато уваги для вдосконалення діяльності пасажирського транспорту і його руху у місті. Вони показали важливість запровадження систем розробки з дотриманням графіків руху та маршрутів пасажирських перевезень [30].

Багато вітчизняних вчених займаються дослідженнями в галузі пасажирського транспорту в наступних наукових галузях: управління

пасажирським транспортом та транспортом через державне регулювання якості та безпеки. Вчені В.П. Ільчук, А.В. Базилюк, І.О. Хоменко стверджує, що ефективність пасажирських перевезень та підвищення якості цих послуг залежить від рівня автоматизації оплати за проїзд інших.

Це наступний етап у розвитку транспортних послуг для населення та новий підхід до управління та організації пасажирських перевезень [28]. У роботах вчених представлені рекомендації та пропозиції щодо виявлення та використання ресурсів на транспорті [30].

Сучасні країни, з розвитком технологій, вдосконалюють свої міста та запроваджують системи «Розумного міста». У цій системі крім комунальних послуг, доступні і транспортні послуги, як от знаходження вільних місць паркування авто, оплата за проїзд в громадському транспорті та вибір маршруту для руху.

Починаючи з 2017 року, вітчизняні науковці робили декілька спроб розробити системи для розподілу місць. Але зіткнувшись з проблемою пасажиропотоку у великих містах, розвиток цих досліджень зупинявся. Лише декілька науковців робили теоретичне обґрунтування з розробкою практичних рекомендацій щодо стану та розвитку пасажиропотоку з розподілом місць в громадському транспорті.

Було проведено аналіз попередніх досліджень пов'язаних з пасажиропотоком та його розподілом та методів підрахунку кількості зайнятих місць в громадському транспорті. Вітчизняні науковці досліджували лише пасажиропотік, але не розподіл місць в громадському транспорті.

1.4 Висновки

Було проведено аналіз попередніх досліджень пов'язаних з пасажиропотоком та його розподілом та методів підрахунку кількості зайнятих місць в громадському транспорті. Вітчизняні науковці досліджували лише пасажиропотік, але не розподіл місць в громадському транспорті.

Зіткнувшись з проблемою пасажиропотоку у великих містах, розвиток цих досліджень зупинявся. Лише декілька науковців робили теоретичне обґрунтування з розробкою практичних рекомендацій щодо стану та розвитку пасажиропотоку з розподілом місць в громадському транспорті. Потрібно розробити методи для розподілу місць в громадському транспорті. Метод повинен бути зручним для користувача та не повинен використовувати багато людського ресурсу.

2 ПАСАЖИРОПОТІК ТА МЕТОДИ ЙОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Кількість маршрутів та визначення пасажиропотоку у громадському транспорті м. Хмельницький

Відповідно до Законів України «Про місцеве самоврядування в Україні», «Про автомобільний транспорт», постанов Кабінету Міністрів України «Про затвердження Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту», «Про затвердження Порядку проведення конкурсу з перевезення пасажирів на автобусному маршруті загального користування», з метою забезпечення безпечних, якісних та ефективних умов перевезень пасажирів громадським транспортом, станом на січень 2022 року, міська рада м. Хмельницький здійснює [35]:

1. 9 автобусних маршрутів: 2,3,11, 12, 21, 22, 51.
2. 32 маршрутних маршрутів: 15, 18, 20, 23, 24, 24 А, 25, 25 А, 26, 27, 28, 29, 29 А, 30, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 39А, 40, 43, 46, 46 А, 47, 49, 49 А, 50, 52, 54, 55.
3. 27 тролейбусних маршрутів: 1, 1 А, 2 А, 3, 4, 4 А, 5, 7, 7А, 8, 8 А, 9, 10, 11, 11 А, 12, 13, 14, 15, 15А, 16, 17, 18, 19, 20, 56, 57.



Рисунок. 2.1 – Схема руху міського громадського транспорту [30]

У 2021 році для перевезення містян було використано щонайменше 300 транспортних засобів (автобуси, маршрутки та тролейбуси) [31].

Для того щоб уникнути відволікання водія від ведення транспортного засобу, Верховною Радою України було прийнято закон №4121 про автоматизовану систему обліку оплати проїзду та електронний квиток.

Схема роботи електронного квитка наступна: пасажир має оформити квиток на сайті у розділі My City, громадській приймальні управління праці та соціального захисту населення або центрі надання адміністративних послуг. За 15-20 хвилин, відповідно до графіку роботи та карантинних умов, представники установ видають Вам електронну картку, яку надалі необхідно поповнити та прикладати до валідатора у тролейбусі (рис. 2.2) [30].



Рисунок 2.2 – Валідатор [30]

Починаючи з літа 2021 року, в місті Хмельницький для електричного транспорту — тролейбусів, міською радою було запроваджено систему розумного міста – електронний квиток [35]. Це дало наступні можливості:

1. Визначення часу найвищого навантаження тролейбусів.
2. Визначення найбільш завантаженої зупинки годину-пік.

3. Визначення загального пасажиропотоку.
4. Забезпечення 100% оплати за проїзд.

Для заохочення користування електронними картками, міська громада зробила бонус: для користувачів електронним квитком 1 поїздка коштує 5 грн, якщо при звичайній оплаті банківською картою, вартість поїздки становить 6 грн.

Якщо пасажир їде на роботу та після роботи тролейбусом, він здійснює мінімально 2 поїздки у день. В місяць, в середньому за 2021 рік [32], виходить 24 робочих дні. За формулами можемо підрахувати вартість поїздок з електронним квитком (2.1), з банківською картою (2.2) та побачити різницю між розрахунками різними способами (2.3).

$$x = (2 * 24) * 5 . \quad (2.1)$$

$$x = (2 * 24) * 6. \quad (2.2)$$

$$x = (2 * 24) * 6 - (2 * 24) * 5. \quad (2.3)$$

Придбавши електронний квиток, ви отримаєте 9 безкоштовних поїздок за кошти, які ви витрачали оплачуючи поїздки банківською картою. Цей метод відслідковування пасажиропотоку є досить економним для громадян міста та досить перспективним для адміністрації міста.

Метод електронного квитка забезпечить збільшення кількості тролейбусів на певних маршрутах, що дозволить користувачам громадського транспорту м. Хмельницького діставитись вчасно до місця призначення [35].

Проте, є недоліки у цьому методі. Даному методу не підпорядковуватимуться маршрутні засоби перевезення пасажирів, адже міська влада не має право змушувати приватних підприємців ставити валідатори як у тролейбусах, які є на державному забезпеченні. Тому даний теорія дієва лише для комунального підприємства «Електротранс» в м. Хмельницькому.

2.2 Методи підрахунку пасажиропотоку в транспорті

Забезпечення раціональної організації пасажирських перевезень, поліпшення обслуговування населення мають здійснюватися з урахуванням докладного вивчення пасажиропотоків.

Пасажиропотоком називається кількість пасажирів, яка перевозиться або має бути перевезена на кожному відрізку шляху між зупинками автобусного маршруту або загалом мережею автобусних маршрутів в одному напрямку в одиницю часу [36].

Завданням дослідження є отримання достовірних даних про потужність, розподіл пасажиропотоків на автобусних маршрутах [35].

Це дозволить раціонально організувати роботу автобусів на лінії, правильно скласти розклади їх руху, вибрати типи рухомого складу, розподілити автобуси за маршрутами і доцільно розташувати зупинкові пункти. Дослідження пасажиропотоків можуть бути суцільними та вибірковими [37].

Суцільні експерименти проводять на всіх видах транспорту або на всіх автобусних маршрутах з метою вирішення загальних завдань окремих видів транспорту [36], а також комплексних транспортних питань:

1. Розвиток та коригування транспортної мережі;
2. Покращення координації роботи різних видів пасажирського транспорту;
3. Перерозподіл рухомого складу між маршрутами.

Вибіркові вивчення проводять на окремих маршрутах, рейсах для вирішення приватних питань, пов'язаних зі зміною розташування пунктів зупинки, зміною розкладів руху автобусів, використанням автобусів на окремі рейси, визначенням пасажиропотоку та обсягу пасажирських перевезень за окремими напрямками, рейсами, маршрутами тощо [37].

Для визначення пасажиропотоку в автотранспорті використовують такі методи:

1. Таблично-опитувальний.

2. Табличний.
3. Анкетний.
4. Окомірний.
5. Звітно-статистичний.
6. На основі мобільних пристроїв.
7. Інтернет сайти, які виконують функції обліку та контролю.
8. Автоматизована система моніторингу пасажиропотоків (АСМПП).

Таблично-опитувальний метод ґрунтується на опитуванні пасажирів в автобусі [28]. Сутність дослідження даним методом полягає в тому, що при експерименті обліковець, дізнавшись від пасажира, до якої зупинки він їде, повинен у спеціально розробленій обліковій таблиці навпроти пункту посадки проставити пункт призначення.

Таким чином, визначається пересування пасажирів між пунктами зупинки по маршруту.

Табличний метод заснований на підрахунку пасажирів обліковцями, які перебувають на зупинках або всередині.

У першому випадку обліковці орієнтовно визначають пасажиропотік основних пунктів зупинок або визначають наповнення автобусів, що проходять, зразковим підрахунком кількості пасажирів, що знаходяться в автобусі [36].

У другому випадку обліковці підраховують кількість пасажирів, що входять і виходять, по кожному зупиночному пункту.

Табл. 2.1 – Приклад табличного методу

Зупинки маршрутного руху №21	Зайшло	Вийшло
Катіон	10	-
Завод «Новатор»	2	1
Поліклініка 4	5	-
ХНУ	9	10
Будинок побуту	2	2
Зупинка «Танк»	12	4
Дитяча лікарня	2	6
Філармонія	15	10
Либідь Плаза	10	15
Костел	4	6
Поліклініка 2	2	-
Сілістра	13	6
Завод «ТЕМП»	1	15
Автовокзал	-	18

Анкетний метод ґрунтується на заповненні населенням, пасажирами або обліковцями спеціальних анкет. Приклад анкетног методу наведено у таблиці 2.2. Обстеження проводяться або шляхом розсилки анкет поштою, або безпосереднім опитуванням та заповненням анкет за місцем проживання, роботи, навчання, під час поїздки, на кінцевих пунктах зупинки [39].

Таблиця 2.2 – Приклад анкетування населення, що користується громадським транспортом

№	Запитання	Відповідь
1	Маршрут до вашого місця роботи(початкова\кінцева зупинки)	
2	Чи потрібно Вам змінювати маршрутні засоби під час поїздки на роботу?	

Дані цього дуже трудомісткого методу обстеження не відображають фактичного обсягу перевезень на маршруті і використовуються для розробки, коригування транспортної мережі, що діє, або окремих її вузлів, маршрутів з метою поліпшення роботи транспорту [38].

Цей метод у порівнянні з іншими дозволяє отримати відповідь на велике коло запитань, що цікавлять, і, зокрема, виявити потребу населення в пересуваннях за різними напрямками і в різні місця незалежно від існуючої транспортної мережі.

Візуальний або окомірний спосіб обстеження служить для збору даних по пунктах зупинки зі значним пасажиропотоком (рис.2.3).

Обліковці візуально визначають наповнення автобусів за умовною системою, і ці відомості заносять у спеціальні таблиці [40]. Величина встановлюється:

1. 1 бал – пасажирами зайнято до половини місць для сидіння;

2. 2 бали – зайнято більше половини місць для сидіння;
3. 3 бали - зайняті всі місця для сидіння та до 50% місць для стояння;
4. 4 бали – автобус повністю завантажений, але увійти можна;
5. 5 балів – автобус перевантажений, увійти не можна.

Візуальним методом у оцінці наповнення можуть користуватися водії або кондуктори автобусів, яким видається облікова таблиця(рис.2.3).

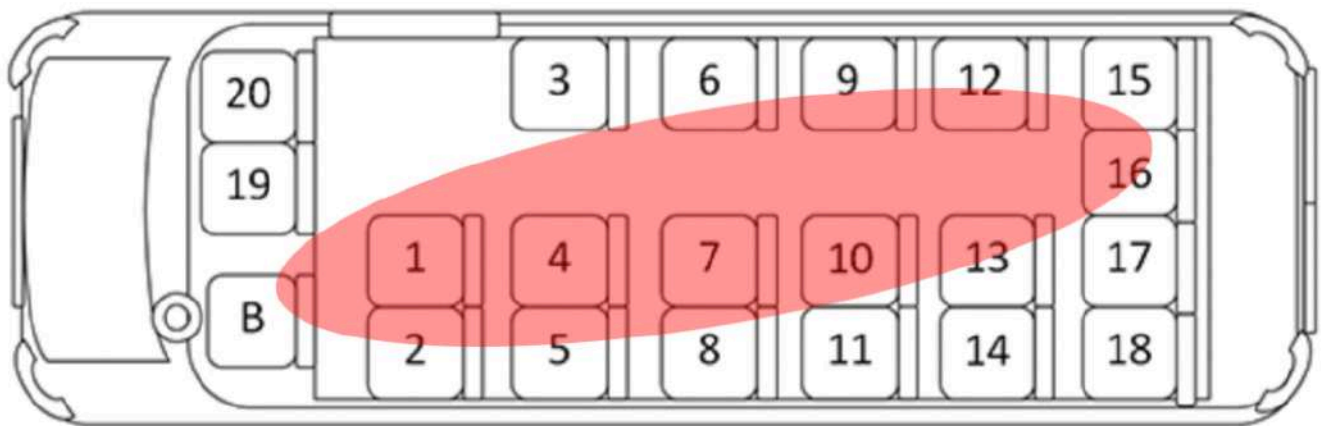


Рисунок 2.3 – Візуальний спосіб визначення завантаженості транспортного засобу водієм на зупинках згідно маршруту.

Звітно-статистичний метод застосовується при аналізі даних про виручку від перевезення пасажирів на маршрутах та проданих квитках [41], відомості про продані квитки дозволяють визначити кількість перевезених пасажирів по всьому маршруту, коливання пасажиропотоків за напрямками маршруту, годинами доби, місяцями та сезонами року (рис.2.4).

Для отримання повних даних, крім пасажирів, які придбають разові квитки, необхідно враховувати пасажирів, які мають сезонні, місячні та інші види проїзних квитків

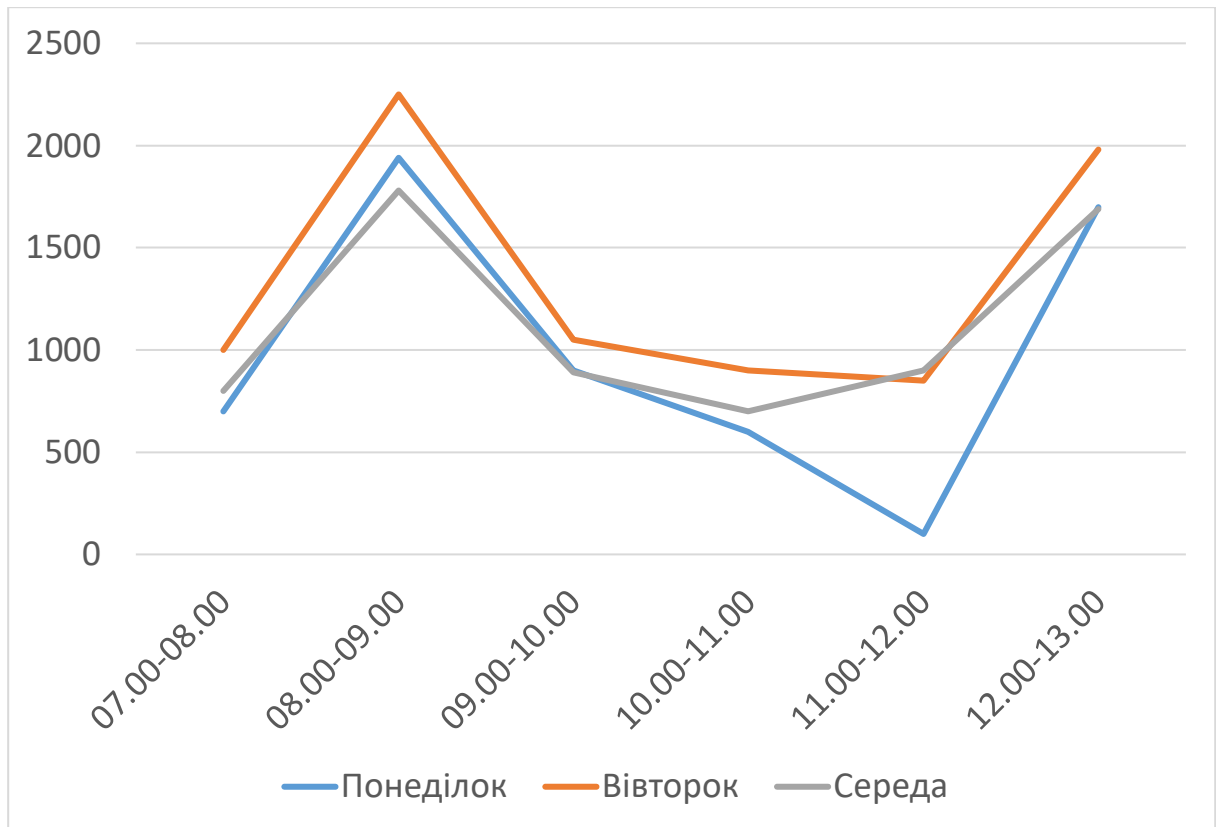


Рисунок 2.4 – Приклад звітно-статистичного методу, що застосовується при аналізі даних про виручку

Використовуючи систему на основі мобільних пристроїв, кількість пасажирів можна було б виміряти шляхом підрахунку їхніх портативних пристроїв (наприклад, телефонів і смартфонів, планшетів і розумних годинників).

Точніше, включаємо великомасштабні системи стільникових телефонів, системи на основі додатків для смартфонів та системи Wi-Fi 2 [40].

Система «help track1» допомагає збирати дані, коли пристрій під'єднано до стільникової мережі (наприклад, здійснений або отриманий дзвінок, надіслане чи отримане коротке повідомлення, підключення до Інтернету).

Система «help track2» допомагає збирати дані та оцінити кількість пасажирів на борту за участю пасажирів [44].

Системи «help track3» допомагають збирати дані, коли пристрій має активний інтерфейс Wi-Fi, незалежно від підключення власника до мережі (рис.2.5).

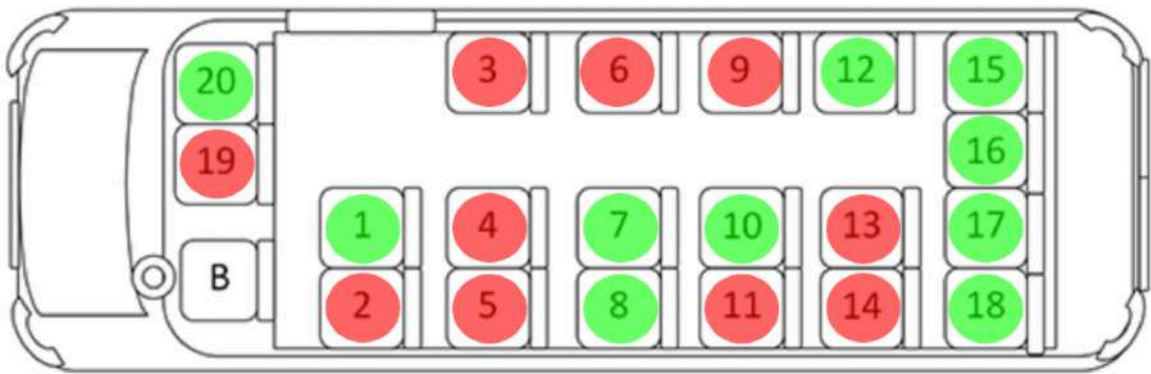


Рисунок 2.5 – Позначення вільних місць(позначені зеленим) на основі мобільних пристроїв

Системи на основі ваги забезпечують загальну вагу пасажирів на борту, але не вказуватимуть дані про потік пасажирів [42]. Таким чином, якщо автобус важить однаково до і після автобусної зупинки, це може бути пов'язано з відсутністю посадки або висадки пасажирів, або майже однаковою кількістю пасажирів, які сідають і виходять. Таким чином, необхідно укомплектувати електронне вагове обладнання методом збору інформації про кількість пасажирів.

Системи на основі мобільних пристроїв також мають кілька прихованих перешкод. Діти чи інші люди можуть не мати мобільних пристроїв, або деякі пасажирів можуть перевозити більше, ніж один пристрій, тому кількість пасажирів може бути заниженою або завищеною [43].

Системи «help track1» та «help track2» потребують співпраці з операторами зв'язку та/або згоди пасажирів для оцінки кількості пасажирів. Крім того, що стосується системи «help track2», кількість пасажирів сильно залежить від бажання пасажирів брати участь, і цей факт може бути несумісним із системами АРС, які покладаються на принципи підрахунку натовпу [42]. Нарешті, через рандомізацію MAC-адрес, пристрої відстеження більше неможливі за допомогою системи «help track3».

У разі прямого вимірювання кількість пасажирів можна було б оцінити, розпізнавши людей, коли вони сідають або виходять з автобуса.

Проте всі «прямі» технології мають свої недоліки [44]. До прикладу, оскільки килимки необхідно встановлювати на/під верхніми і нижніми сходами, їх не можна використовувати в останніх конфігураціях автобусів з низьким підлогою, оскільки неможливо розрізнити, чи сідає пасажир або виходить з автобуса. Хоча можна було б стверджувати, що пасажирів можна відрізнити за спеціалізованими дверима, ця операція не цінується ні водіями автобусів, ні пасажирами. Пасажири вважають за краще сідати/виходити в найзручніших дверях(наприклад, найближча до їхньої точки очікування).

Водіям автобусів необхідно максимально точно припаркувати транспортний засіб до зони автобусної зупинки. Ще одним недоліком може бути капітальна вартість через те, що необхідно встановити принаймні більше одного датчика на дверний отвір [45].

Однак, окрім килимків, інші системи прямого обчислювання легко застосовуються до останніх послуг транзиту, оскільки їх зазвичай можна встановити на будь-який тип транспортного засобу.

Інтернет сайти [44] — виконуватимуть функції обліку та контролю випуску рухомого складу на маршрутну мережу, відкриття руху, початку роботи рухомого складу на лінії, рухи рухомого складу на маршрутах, часу завершення транспортної роботи на лінії.

Реалізація функцій обліку та контролю руху транспортних одиниць на лінії здійснена в типовій системі на основі регулярного визначення розташування транспортних одиниць за сигналами глобальної супутникової навігації GPS/ГЛОНАСС (метод супутникової навігації) [46]. ГЛОНАСС — радянська радіонавігаційна супутникова система, розроблена для Міністерства оборони СРСР(рис.2.6). Наразі цей метод використовується доволі рідко у транспортних методах для вирахування пасажиропотоку. Досліджуючи цю тему, я дізналась, що Латвійська Республіка продовжує використовувати такі методи, але лише у великих, за чисельністю населення, містах.

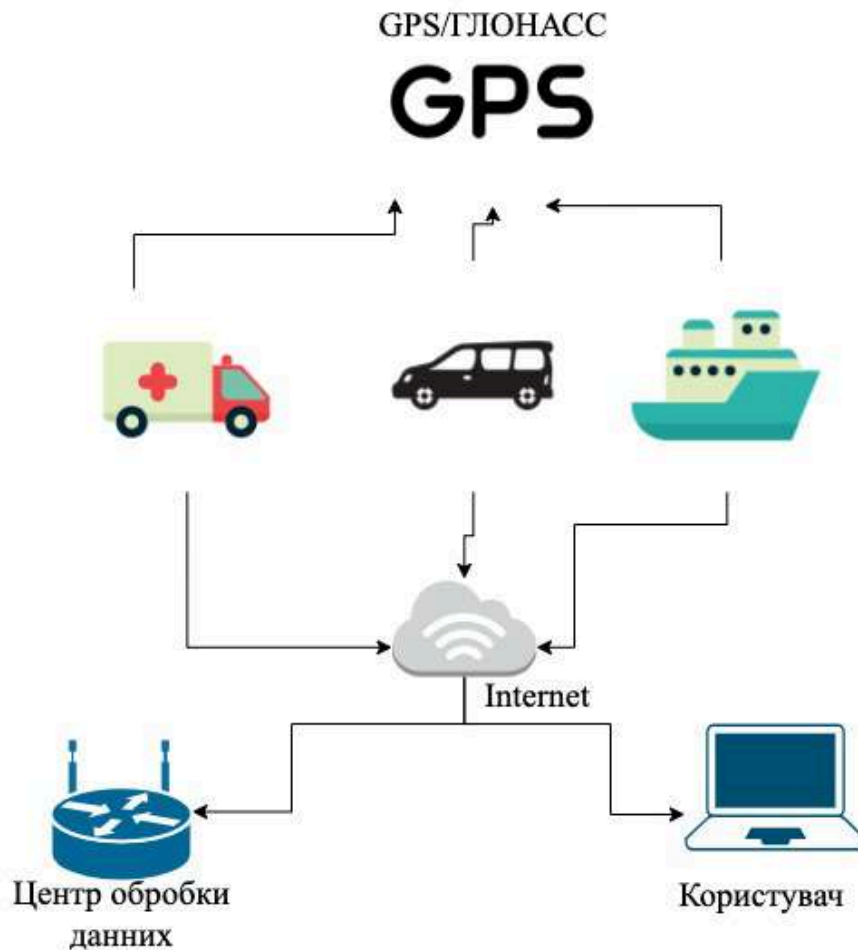


Рисунок 2.6 – Принцип роботи GPS/ГЛОНАСС

Забезпечено візуальний контроль розташування та руху транспортних одиниць на основі використання електронної картки [43]. Електронна карта забезпечує (при її використанні в завданнях оперативного контролю та управління) ефективне візуальне подання ситуації на маршруті вцілому й по кожній рухомій одиниці в процесі прийняття рішень та реалізації керуючих впливів диспетчером, а також у разі виникнення надзвичайної ситуації.

Підвищення якості транспортного обслуговування пасажирів багато в чому базується на забезпеченні органів управління міським пасажирським транспортом усіх рівнів актуальною аналітичною інформацією про фактичні обсяги та динаміку пасажиропотоків на міських маршрутах [46]. Ця інформація необхідна як з оцінки поточного стану перевезень, так визначення об'єктивних потреб населення цьому виді послуг.

Автоматизована система моніторингу пасажиропотоків (АСМПП) [44,45], що є найкращою з автоматизованих систем аналізу пасажиропотоків та дозволяє в максимально автоматизованому вигляді проводити найбільш точний аналіз пасажиропотоку із застосуванням найефективніших методик, які розробляються в нашій країні протягом останніх десятиліть.

Основною функцією АСМПП є створення та автоматизоване ведення інформаційної бази пасажиропотоків для вирішення наступних аналітичних завдань органами управління перевезеннями:

1. Оцінка поточного стану перевезень.
2. Оцінка об'єктивних потреб населення у транспортних послугах.
3. Вдосконалення транспортного обслуговування населення.
4. Підвищення ефективності використання рухомого складу міського пасажирського транспорту.
5. Оптимізація маршрутної мережі міста.

Таким чином, автоматизовані системи моніторингу пасажиропотоків дозволяють формувати об'єктивну інформацію про перевезення пасажирів на маршрутах наземного пасажирського транспорту в реальному часі [47]. Така інформація може використовуватись у системі планування та організації перевезень для коригування маршрутної мережі та складання розкладів, максимально наближених до попиту на перевезення.

2.3. Пасажиропотік: зайнятість місць і щільність стояння

Для кількісної оцінки скупченості громадського транспорту ми використовуємо два різні атрибути: зайнятість місць q і щільність стояння d . Враховуючи нерівномірно розподілений попит на ранковому піку, недостатньо обчислити середні значення q і d для всього ранкового часу найвищого навантаження транспорту [29, 44]. Таким чином, значення атрибутів для обох атрибутів розраховуються на рядок, на посилення (сегмент лінії від зупинки до зупинки) за 30-хвилинний період часу.

Оскільки рівень скупчення людей різний у різних поїздах, використання занадто великого періоду часу може призвести до використання середніх рівнів скупченості, які не збігаються з очікуваними та реальними рівнями скупченості, оскільки вони розвиваються під час ранкового піку [44]. Незважаючи на це, пасажери зазвичай не знають про очікуваний рівень скупчення людей для кожного окремого відправлення. Розділивши ранковий пік на чотири періоди по 30 хвилин, ми прагнемо балансувати між виключенням нерівномірно розподіленого попиту, з одного боку, і застосуванням періоду часу, протягом якого пасажери можуть мати реалістичні очікування переповненості, з іншого боку.

Завантаженість сидінь q розраховується за формулою (2.4) і виражає відношення між очікуваним навантаженням пасажирів l і місткістю сидінь автомобіля k . Якщо очікуване навантаження перевищує місткість місць, q залишається рівним 1.

Очікуване пасажирське навантаження розраховується на основі середньої реалізованої зайнятості для кожної лінії $a_i \in A_i$ (відрізок лінії від зупинки до зупинки) за кожні 30 хвилин часу, період $t \in T_k$ визначається на основі даних, наданих оператором, на основі типу транспортного засобу, що використовується для кожної лінії [46]. Щоб обчислити q_{it} для кожного відрізка маршруту для альтернативи i за період часу t , середньозважене значення розраховується на основі очікуваної зайнятості сидінь і очікуваного часу в дорозі t_{ai}^{ivt} на $a \in A$ етапу подорожі.

$$q_{it} = \min \left(\frac{\sum_{a_i \in A_i} \frac{l_{at} \cdot t_a^{ivt}}{k_{at}}}{\sum_{a_i \in A_i} t_a^{ivt}} \right). \quad (2.4)$$

Щільність стояння d розраховується за формулою 2.5 і відображає очікувану кількість стоячих пасажирів на m^2 . Відповідно до Wardman and Whelan (2011) [26], ми використовуємо щільність стояння на m^2 замість коефіцієнта заповнюваності, якщо $l > k$, для врахування різних компонентів

транспортних засобів. Якщо очікуване пасажирське навантаження l не перевищує k , це значення дорівнює нулю.

Це виражає припущення, що пасажирів будуть стояти тільки тоді, коли всі місця будуть зайняті. Коли $l > k$, розраховується шляхом ділення кількості стоячих пасажирів на загальну площу, доступну в кожному типі транспортного засобу для стояння θ , припускаючи, таким чином, рівний розподіл пасажирів, що стоять, по доступній поверхні [47]. Очікуване значення d_{it} для альтернативи i в період часу t розраховується для кожної лінії $a_i \in A_i$ (відрізок лінії від зупинки до зупинки) для кожні 30 хвилин часу $t \in T$ протягом усіх спостережуваних варіантів маршруту альтернатива i для певної пари OD .

Вартість за відрізок шляху обчислюється за допомогою середнього значення (за очікуваним часом подорожі t_{ivt}) для всіх зв'язків.

$$q_{it} = \max \left(\frac{\sum_{a_i \in A_i} \frac{l_{at} - k_{at} \cdot t_a^{ivt}}{k_{at}}}{\sum_{a_i \in A_i} t_a^{ivt}}, 0 \right). \quad (2.5)$$

Таблиця 2.3 показує кількість місць k і поверхню, доступну для стоячих пасажирів θ для кожного типу транспортного засобу нашої мережі прикладного дослідження. Таблиця 2.4 показує мінімальні та максимальні значення, що спостерігаються для q t та d t за півгодинний період часу, коли розраховуються для загального набору даних.

Таблиця 2.3 – Кількість сидячих та щільність стоячих місць у автобусах громадського призначення

Марка авто	Тип	Маршрут	К-сть сидінь	Щільність стояння
Mercedes Benz	Автобус	27, 40, 1741	23	7,8

Кінець таблиці 2.3 – Кількість сидячих та щільність стоячих місць у автобусах громадського призначення

MAN	Автобус	21, 22, 51	37	9,1
Volkswagen	Автобус	47, 26	22	7,67
Богдан	Автобус	35, 49	28	8,6

Таблиця 2.4. Мінімальна/максимальна зайнятість сидінь і щільність стояння в наборі даних

Час	Сидячі місця		Стоячі місця	
	min	max	min	Max
07.00-07.30	0.1	1	0	0.81
07.30-08.00	0.08	1	0	2.48
08.00-08.30	0.13	1	0	2.04
08.30-09.00	0.11	1	0	2.31

2.4. Висновки

Оскільки рівень скупчення людей різний у різних поїздках, потрібно розрахувати додатково зайнятість місць та щільність стояння. Додатково було прораховано кількість сидячих та щільність стоячих місць у автобусах громадського призначення. Також мінімальну/максимальну зайнятість сидінь і щільність стояння.

3 МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ МІСЦЬ В ТРАНСПОРТІ

3.1 Методи роботи системи розподілі місць в транспорті

Нині комп'ютерне бачення впроваджується у всьому світі, починаючи від рішень безпеки і закінчуючи підрахунком пасажирів у громадському транспорті. Кількість звітів, зроблених за останні роки, показала, що популярність відео систем автоматичного підрахунку пасажирів (АПП) зростає [48]. Підрахунок пасажирів є актуальною проблемою для сучасного громадського транспорту в усьому світі. Лише знаючи пасажиропотік, підприємства громадського транспорту можуть раціонально використовувати свої ресурси, підвищити якість обслуговування та знизити вартість транспорту. Раціональний графік руху транспорту на основі пасажиропотоку дозволяє компаніям уникнути «порожніх маршрутів» і зменшити забруднення навколишнього середовища.

Підрахунок пасажирів є складним завданням [48]. Пасажири автобусів відрізняються зовнішнім виглядом, фізичними розмірами та одягом. Кожна зупинка має різний фон. Тіні та положення сонця мають великий вплив на якість сигналу. Є дві типові ситуації того, як люди можуть сісти в автобус:

1. Коли одна людина сідає/виходить з автобуса.
2. Двоє людей проходять один одного.

Цей процес також складний, оскільки людина, яка сідає в автобус, покриває від 20 до 50 відсотків зображення; а в деяких ситуаціях (коли в автобус сідають двоє або більше людей) люди складають до 90% зображення, а момент сідання в автобус дуже короткий, від 1 до 5 секунд (в середньому 2 секунди).

Пропоную розглянути декілька сценарії відслідковування завантаженості транспорту та розподілу місць в транспортних засобах(ТЗ) [49], які забезпечують пересування громадян міста. Ці гіпотези складені на основі особистого досвіду набутого за період навчання і використання громадського транспорту, а також в подорожах країнами Європи, де вже запроваджена часткова реалізація. Завдяки вдосконаленню ідей, можна оптимізувати процес фіксування пасажиропотоку.

3.2 Електронний вибір місця

Розподіл місць в громадському транспорті, завдяки електронному вибору місця, допоможе фіксувати кількість зайнятих сидінь та попереджати наступних пасажирів про вільні сидячі місця в транспортному засобі. Схема роботи цього методу наступна: при вході в ТЗ, пасажир має розрахуватись за допомогою ЕК або БК, приклавши картку до відповідного екрану; далі потрібно вибрати відповідне місце [47,49] (у цьому варіанті можна обрати будь-яке місце) та зайняти відповідно вибране місце.

Така послідовність дій можлива при спокійній умовах, коли на зупинках немає завантаження. Проте в час пік, з 7.30 до 9.00, 12.30 до 14.00, 17.30 до 19.00, схема занадто складна та займатиме багато часу для пасажирів. В результаті отримаємо багато невдоволених пасажирів, які будуть з часом використовувати служби таксі або придбають власне авто [50]. Для вдосконалення цього методу можна додати вагові датчики на сидіння. Ці датчики будуть з'єднані з інформаційним табло для висвітлення актуальної інформації [51] Для оплати за проїзд на спинці сидіння прикріпимо NFS-датчик, який буде запрограмований на безготівкову оплату, на схемі показано розташування датчиків(рисунок 3.1). Тобто при великому пасажиропотоці, пасажир може пройти до вподобаного місця та одразу ж там розрахуватись [50].

Але наперед частково прорахувавши вартість вагового датчика на кожне сидіння автобуса, NFS-датчик на кожні спинку сидіння, можна зрозуміти що цей метод, розподілу місць в громадському транспорті, є досить дорого вартісним. Тому можна кількість датчиків зменшити, це показано у рисунку 3.2.

Завдяки інформаційному екрану, пасажир, які очікують на ТЗ, можуть побачити кількість вільних місць на момент, коли авто під'їжджає ближче. Після зупинки автомобіля, кількість вільних місць буде збільшуватись, відповідно буде одразу зрозуміло скільки вільних місць можна зайняти. Після виходу пасажирів на потрібній їм зупинці, може здійснюватися посадка пасажирів за схемою описаною вище.

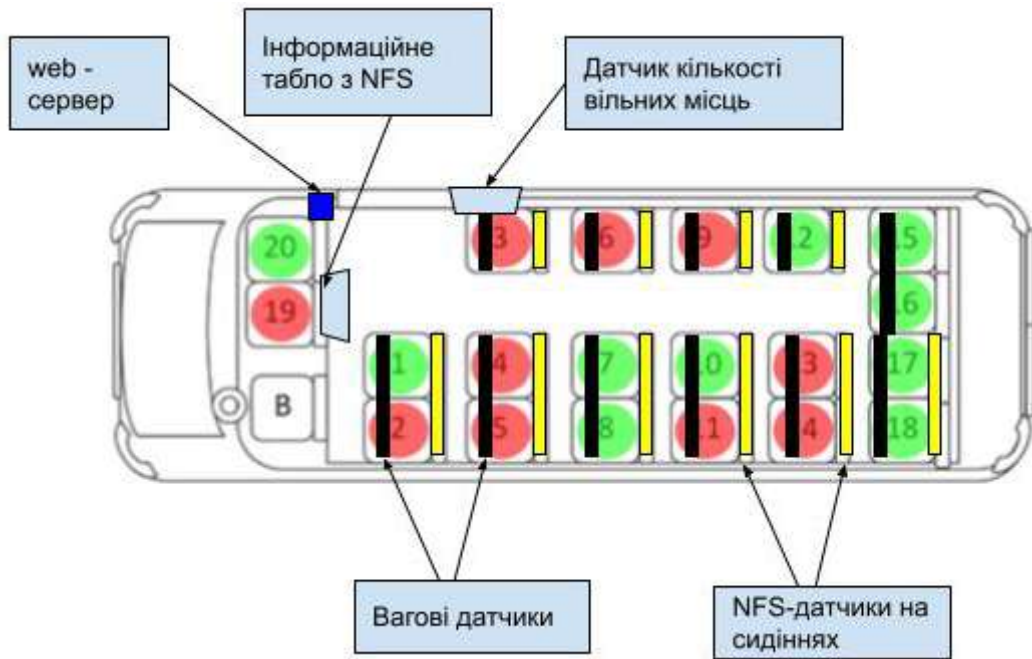


Рисунок 3.1 – Сценарій роботи електронного вибору місця з ваговим датчиком на кожному сидінні та NFS-датчиком на спинці кожного сидіння

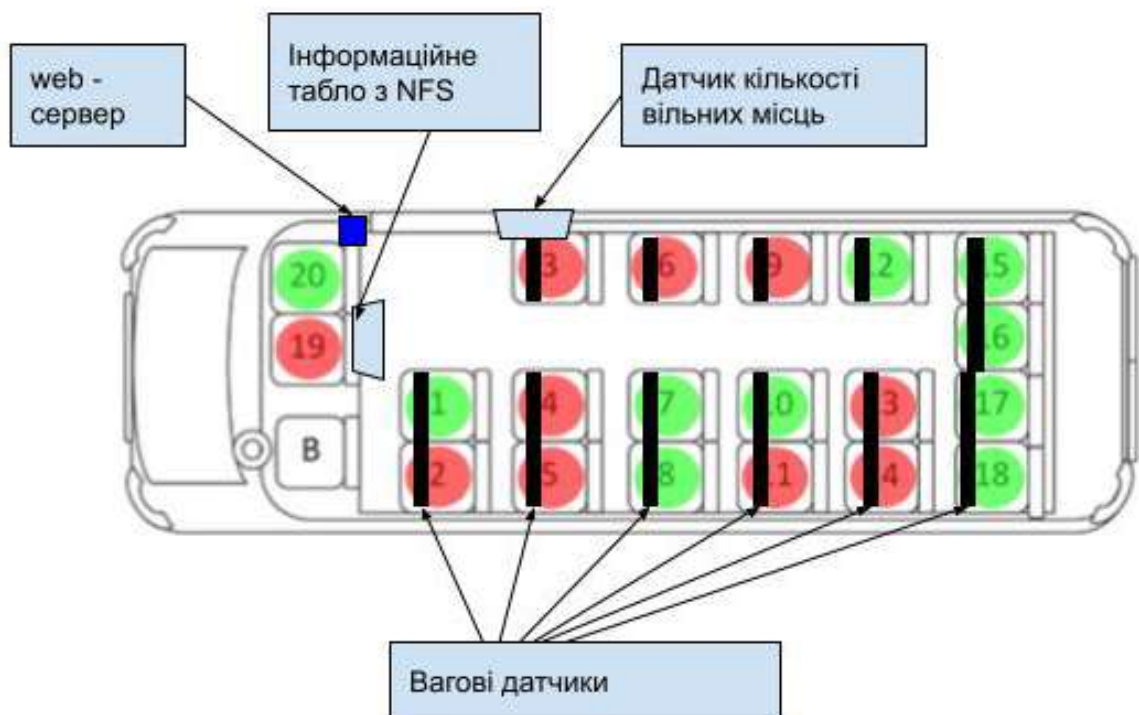


Рисунок 3.2 – Сценарій роботи електронного вибору місця з ваговим датчиком на кожному сидінні та NFS-датчиком на спинці кожного сидіння

3.3 Інфрачервоні технології розподілу

Інфрачервоні технології вимірюють кількість пасажирів за допомогою світлових променів. Коли відстань променя скорочується, реєструється зайняте місце. Послідовність, в якій розриваються промені, визначає напрямок руху пасажирів [52]. Наскільки відомо, інфрачервоні технології найбільш поширені в автобусах і їх легко знайти в торгівлі. За інфрачервоні датчики також можна використати камери спостереження з інфрачервоним розпізнавачем. Також цей метод є менш затратним, аніж попередній, де на кожне сидіння має прикріплюватись ваговий датчик, який буде з'єднаний з контролером для обробки даних. На стороні сервера всі дані структуруються та зберігаються для подальшої обробки системою (рисунки 3.3).

Інфрачервоні технології вимірюють кількість пасажирів за допомогою відповідних камер в автобусі [54], які розпізнають пасажирів. Вони використовують кілька алгоритмів для:

1. Виявлення руху.
2. Оцінки його напрямку.
3. Підтвердження існування пасажирів, що рухається.

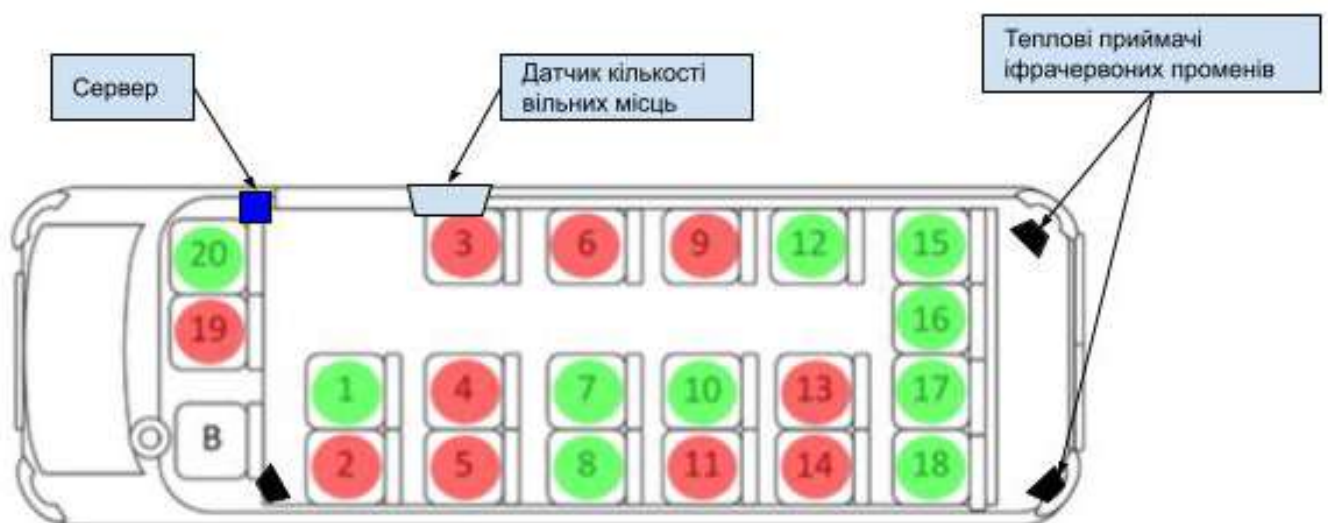


Рисунок 3.3 – Інфрачервоний метод розподілу

Камери подають сигнал через маршрутизатор на web-сервер, де обробляються дані про вільні місця у ТЗ та виводяться на додаткове табло для інформації наступним пасажиром [55].

Крім завдання фіксування вільних пасажирських місць, інфрачервоні датчики можуть слугувати як камери відеоспостереження, що забезпечить контроль в транспортному засобі. Це допомагає водіям уникнути небезпек на дорозі, а транспортним компаніям – покращити сервіс.

Забезпечення таких датчиків у громадському транспорті також допоможе відслідковувати кількість автомобілів на маршруті [53,54], адже у датчики можна запрограмувати декілька функцій.

Одним із завдань, яке вирішує встановлена в автобусі відеокамера – це забезпечення безпеки пасажирів.

У наш неспокійний час існує терористична загроза, камера допомагає виявити підозрілі особи та скласти фоторобот злочинця у разі потреби.

Система відеоспостереження стабілізує обстановку в салоні автобуса та контролює роботу водія та кондуктора [55]. Багато пасажирів проти встановлення камери в автобусі, але цей захід захищає їх навіть від кишенькових крадіжок, яких досі фіксується дуже багато.

Відеоспостереження також допоможе в разі ДТП. Камера зафіксує цей факт, допоможе виявити справжнього порушника та визначити коректність поведінки водія у непередбачуваній ситуації, що, у свою чергу, дозволить адміністрації автобусного парку оцінити професійні якості працівника.

Система відеоспостереження в автобусі – дуже корисна річ [56], за допомогою якої можна заспокоїти конфліктного пасажиром, запобігти безлічі неприємних ситуацій, актів вандалізму, а головне - зрозуміти, скільки пасажирів щодня користується маршрутом.

3.4 Метод розподілення місць завдяки мобільному додатку

Для наукової роботи було проведено опитування пасажирів громадського транспорту [57]. На зупинках ми домовились зі сотнею людей заповнити Google Forms, щоб дізнатись як типовий пасажир бачить свій маршрут та методи вдосконалення надання актуальної інформації для користувачів громадським транспортом. Основними запитаннями були:

1. О якій годині Ви виходите до автобусної зупинки?
2. Скільки часу Ви очікуєте на транспортний засіб?
3. Скільки часу у Вас займає дорога до визначеного місця?
4. Як дізнаєтесь про завантаженість транспортного засобу?
5. Що Ви робите, якщо вільних місць немає у автобусі?

Серед усіх запитань, які були у формі, найбільше цікавили відповіді на останні 2 запитання. Отримали ось такі результати:

1. 90% людей обрали час приходу до зупинки 8.20-8.40(рис.3.4).
2. Очікування на ТЗ займає 7-15 хвилин.
3. Час на прибуття до місця призначення в середньому становить 15-20 хвилин.
4. Про завантаженість ТЗ дізнатись можна лише по факту прибуття, додатково дізнатись не можна.
5. 58% опитуваних пробує зайти в транспортний засіб, адже є ймовірність того, що вони не встигнуть до місця прибуття вчасно(рис.3.5).

Після заповнення форми, додатково було задано запитання: на вашу думку, як найкраще дізнаватись про завантаженість та час прибуття ТЗ громадського призначення? Декілька відповідей було, що хорошою ідеєю було б створено телеграм ботів, які будуть шукати маршрути і орієнтувати в часі прибуття. Одна ідея була про створення додатку на телефон, в якому завжди показувалась актуальна інформація. Ідея досить реальна, тому я її розглянула детальніше.

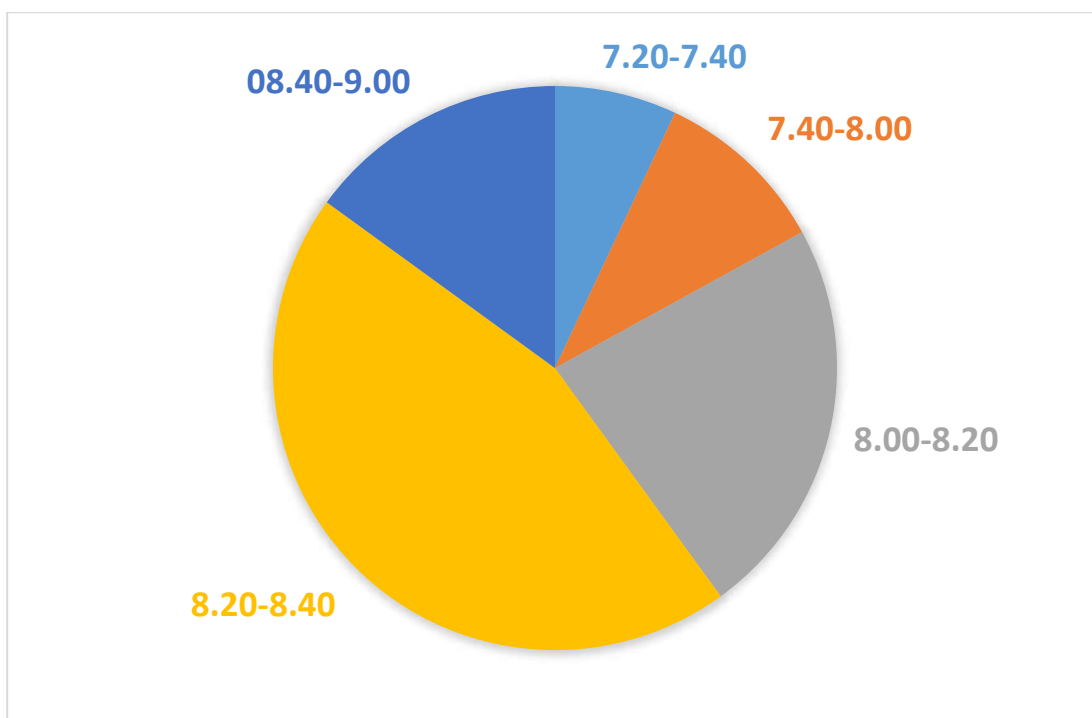


Рисунок 3.4 – Відсоткове співвідношення опитуваних людей до результатів щодо години о котрій пасажир приходить на зупинку

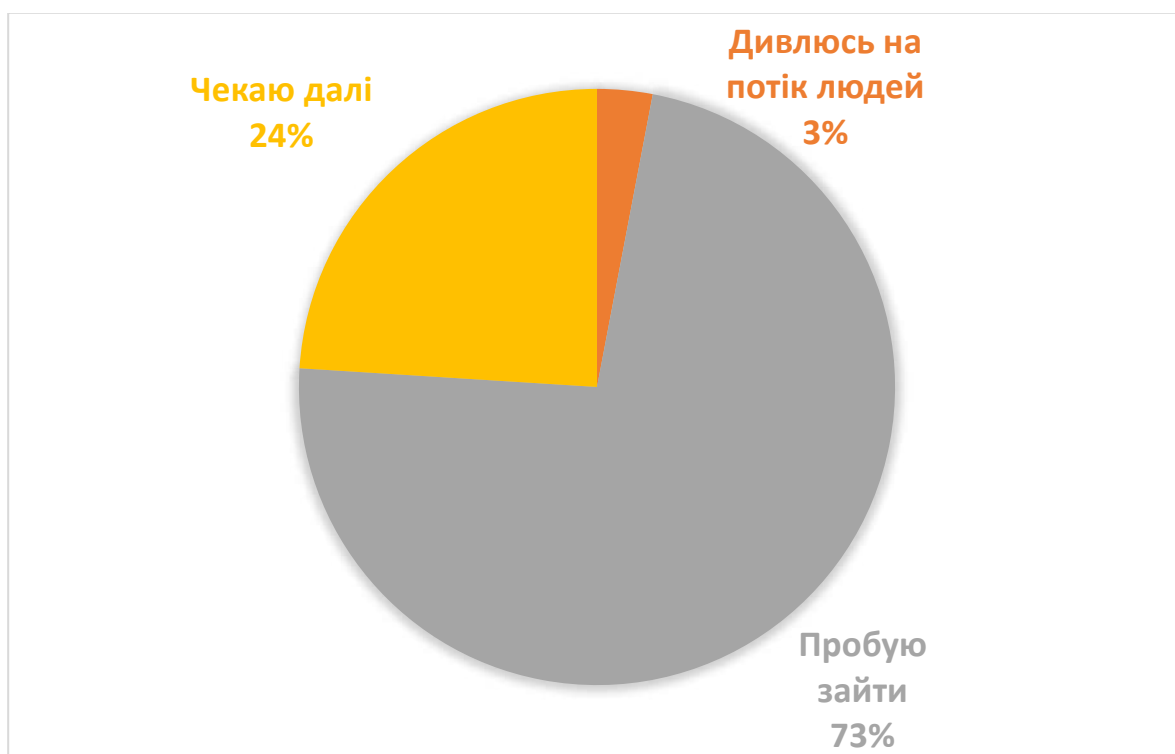


Рисунок 3.5 – Відсоткове співвідношення опитуваних людей до результатів на остання запитання у Google Form

Цей метод складений на основі одного із вище вказаних та удосконалений для зручності пасажирів [58]. Завдяки встановленим датчикам в авто, тобто ваговим датчиками, ми можемо побачити кількість зайнятих місць та орієнтуватись, яким маршрутом рухатись далі.

За допомогою розробленого додатку на смартфон. У додатку пасажир може ввести початкову та кінцеві точки маршруту. Схожу систему можна побачити у Google Maps, які підбирають найшвидший маршрут [59]. У мегаполісах доступна функція перегляду зайнятості маршрутних авто на основі відгуків пасажирів. Але малий відсоток користувачів, громадським транспортом, залишає відгук, тому Google Maps може бути не завжди актуальним. Додаток буде працювати за наступним принципом(рис.3.6):

1. Пасажир вибирає маршрут за номером або вводить точки А і Б.
2. Система автоматично підшукує варіанти відповідного маршруту
3. Перевірка вільних місць в транспорті:
 - a) Якщо місць більше або дорівнює 3, тоді повідомлення про час очікування на ТЗ;
 - b) Якщо місць менше ніж 3, прокладається інший маршрут і знову перевіряються задані умови
 - c) Циклічно повторюємо, допоки не знайдемо нам відповідного варіанту.
4. Після знаходження потрібного маршруту, додаток повідомляє у які частині транспортного засобу краще зайняти місце та орієнтовний час прибуття до відповідної станції.

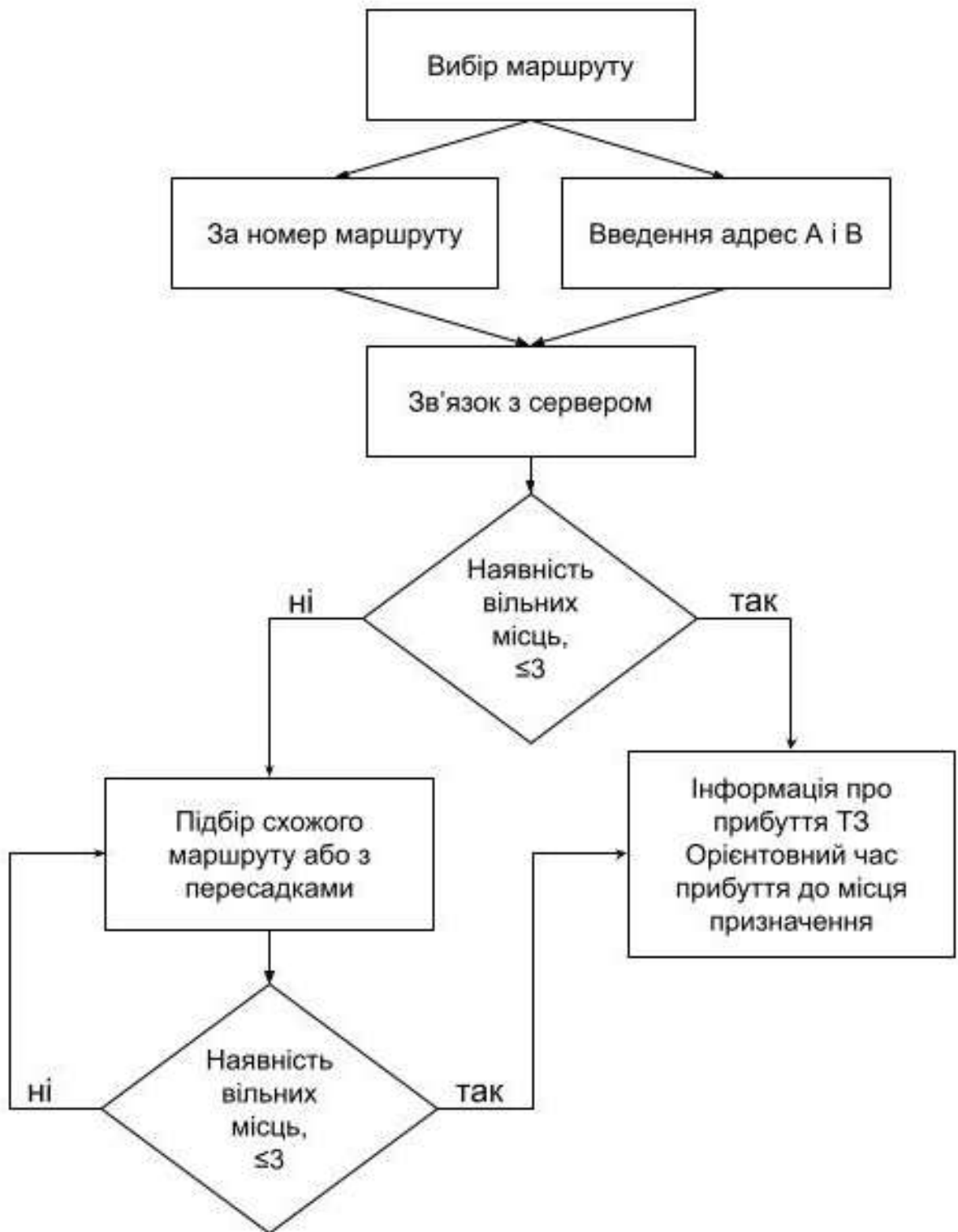


Рисунок 3.6 – Логіка роботи додатку з пошуку відповідного маршруту

У кожному автомобілі, що здійснює перевезення громадян міста, має бути відповідні вагові датчики, що будуть фіксувати кількість зайнятих місць. Вони будуть розміщені під сидінням. Датчик має межі вимірювання від 20кг до 200кг [60].

Тензодатчик – пристрій, який переводить механічний вплив на електричні сигнали та передає їх у відповідний під'єднаний пристрій [59]. Вони бувають різних типів. У своєму дослідженні буду використовувати консольний тензометричний датчик Keli SQB-A 260kg, який при навантаженні створює опір, видає потрібний сигнал та фіксує його на екрані. Інформація про зайняті місця буде передаватись у сервер, який синхронізований з мобільним додатком для забезпечення актуальної інформації(рис.3.8) [61].

Характеристики такого тензодатчика та розміщення(рис.3.7) наступні:

1. 10кг - 250кг.
2. Матеріал: Нержавіюча сталь.
3. Клас захисту: IP68.

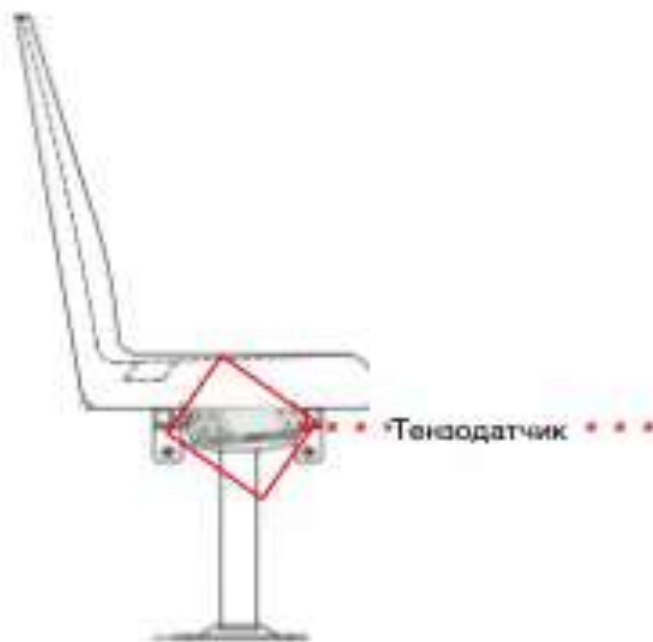


Рисунок 3.7 – Місце розміщення тензодатчика



Рисунок 3.8 – Синхронізація з серверами для актуалізації інформації

Окрім вагових датчиків, при вході в авто буде стояти POS-термінал для розрахунку банківською карткою, а також QR-коди для розрахунку за допомогою додатків інтернет-банкінгу [62]. Додавання таких способів оплати, зменшить для водіїв роботу, адже молоді і люди старше 35 років користується системами розрахунку Apple Pay, Google Pay, Pay Pass [63]. Також цей спосіб є перевагою для туристів, для цього їм не потрібно шукати обмінники, щоб мати готівку для розрахунку в громадському транспорті. Використання POS-терміналів - автоматизація та облік процесу прийому платежів[64]. Безготівковий спосіб у маршрутних автомобілях має перевагу над міськими транспортними засобами для перевезення містян, адже це в рази дешевше. Розміщення терміналу буде біля водія [65].

POS-термінал буде запрограмований для зняття суми за проїзд відповідно до маршруту. Наприклад: для автобусних маршрутів 21, 22, 26, 27, 51 буде запрограмовано списання 8 грн за проїзд, для автобусних маршрутів 1741, 30, 54-2 буде запрограмовано списання 10 грн, адже маршрут цих рейсів за межі міста, для трамвайних маршрутів 7, 11, 15, 17 буде запрограмована списання 6 грн за проїзд [31,32].

Автоматизація цього процесу полегшить роботу з готівкою та зменшить ймовірність невірного підрахунку або приховання реального заробітку приватними підприємцями.

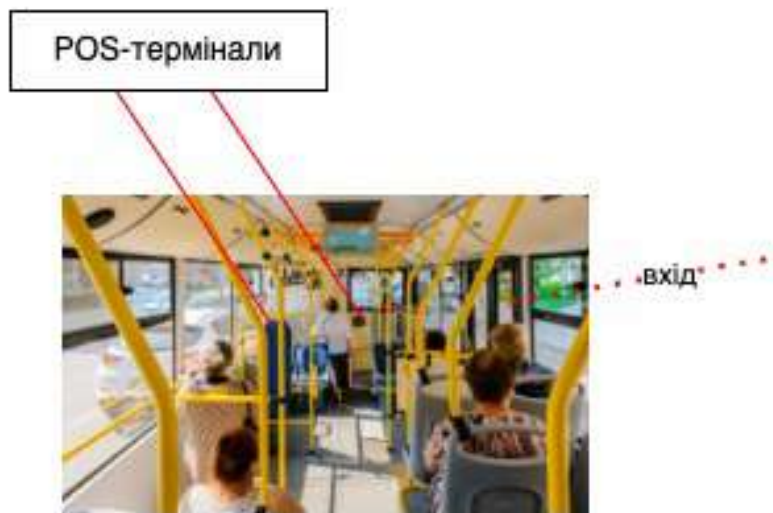


Рисунок 3.9 – Розміщення POS- терміналів в автобусі MAN. Кількість 2 шт.

Окрім встановлених датчиків в автобусі, розроблено алгоритм серверної частини системи реєстрації пасажиропотоку громадського, що включає наступні кроки (етапи) [65]:

1. Ініціалізація параметрів – підготовка всіх апаратних і програмних засобів сервера до отримання даних від клієнтів.
2. Перевірка наявності вхідних даних – програмне забезпечення перевіряє факт виконання запитів від клієнтів до сервера (WEB-сервер).
3. Збереження даних – у разі отримання запитів та даних від клієнтів зберігання їх у базі даних та на web сервері.
4. Перевірка правильності та повноти даних – аналіз отриманих даних від клієнтів та оцінка можливості подальшої роботи з ними.
5. Перевірити можливість автоматичної обробки даних – якщо дані, отримані від клієнтів, відповідають усім заявленим вимогам, виконати їх автоматизовану обробку.
6. Обробка даних – фактична обробка серверною частиною системи даних, отриманих від клієнтів, в автоматичному або ручному режимі.

7. Представлення результатів – звіт і зведення всієї статистичної та аналітичної інформації кожним конкретним клієнтом на основі отриманих від нього даних.

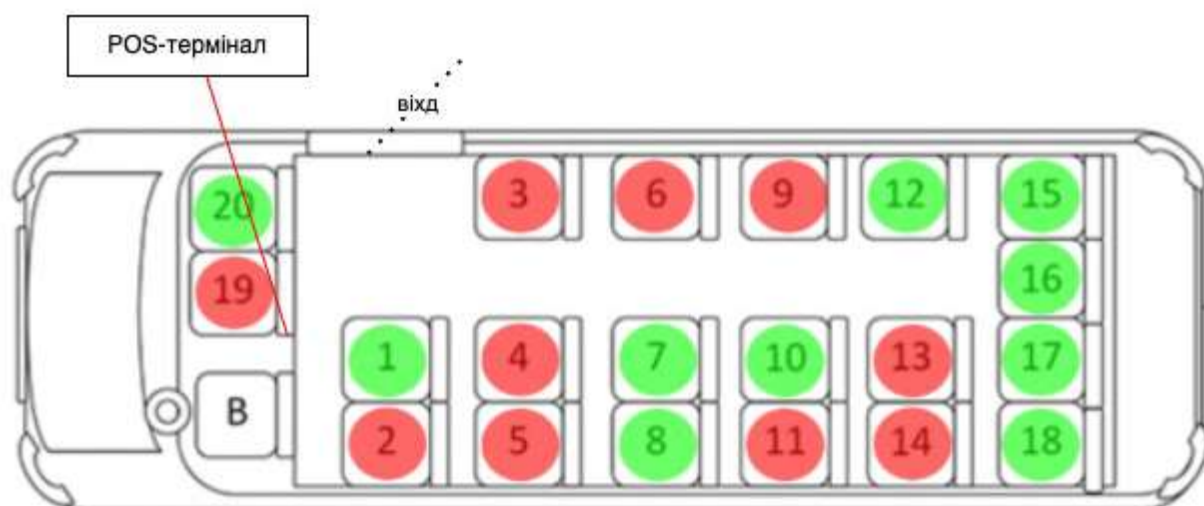


Рисунок 3.10 – Розміщення POS- терміналу в автобусі Volkswagen. Кількість 1 шт

3.5 Метод, заснований на виявленні максимальної інтенсивності

Цей метод визначення здійснюється шляхом оцінки зміни загальної інтенсивності щодо осі X та Y та шляхом реєстрації їх максимумів [66]. Такий метод дозволив спостерігати траєкторію руху об'єкта та оцінювати тривалість «заходження». Повна проекція на вісь X лише допомагає нам знайти людину відносно осі X. Повна проекція на вісь Y змінюється при русі до/від шини, тому безперервність зміни осі Y набагато важливіша, ніж безперервність зміни осі X.

Визначено, що великі неточності переважають у місцях, де відбуваються стрибки сумарної інтенсивності (причина – сталеві фурнітури вхідних сходів), тобто рисунок 3.11 по осі Y (рядки зображення 130–214), тому цей коефіцієнт слід зменшити на 50–70 % (з урахуванням середнього значення коливань під час посадки в автобус) [67]. Після його зниження на 50 % було отримано графік сумарної інтенсивності щодо проекції осі Y.

Аналіз траєкторії руху показав, що отримано покращення, хоча через ряд недоліків все ще переважає неточність [64,66]. У спробі вирішити цей лінійний

фільтр ковзного середнього було реалізовано, де a – ваговий коефіцієнт, n – сума інтенсивності номера рядка проєкції осі Y (3.1). Як показали результати експерименту, раціонально вибрати параметр фільтра a до $\frac{1}{4}$.

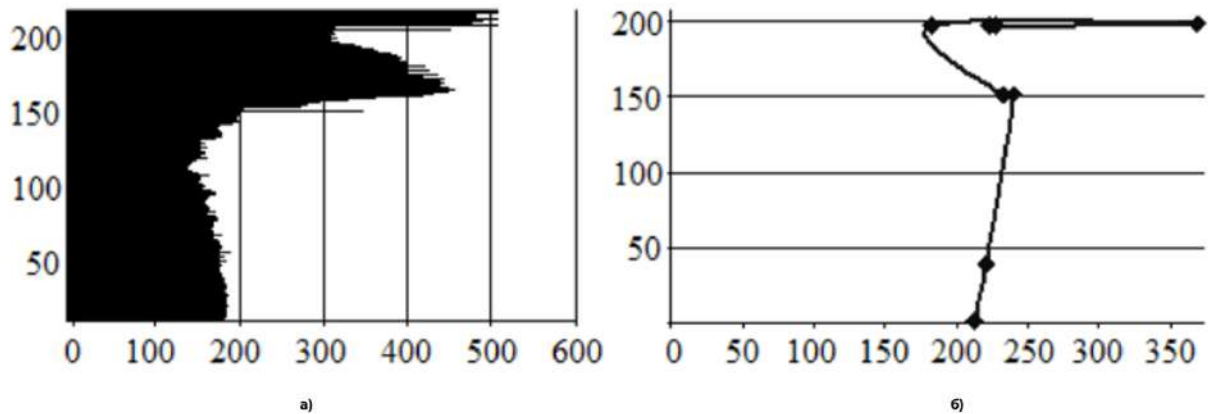


Рисунок 3.11 – Графік сумарної інтенсивності в проєкції Y та отриманої траєкторії руху: а – графік суми інтенсивності проєкції Y ; б – визначена траєкторія руху однієї людини

$$(n) = ax(n) + ax(n-1) + ax(n-2) + ax(n-3). \quad (3.1)$$

Цей фільтр дозволив зменшити вплив фонового шуму та правильно вказати траєкторію руху пасажирів (рис. 3.12).

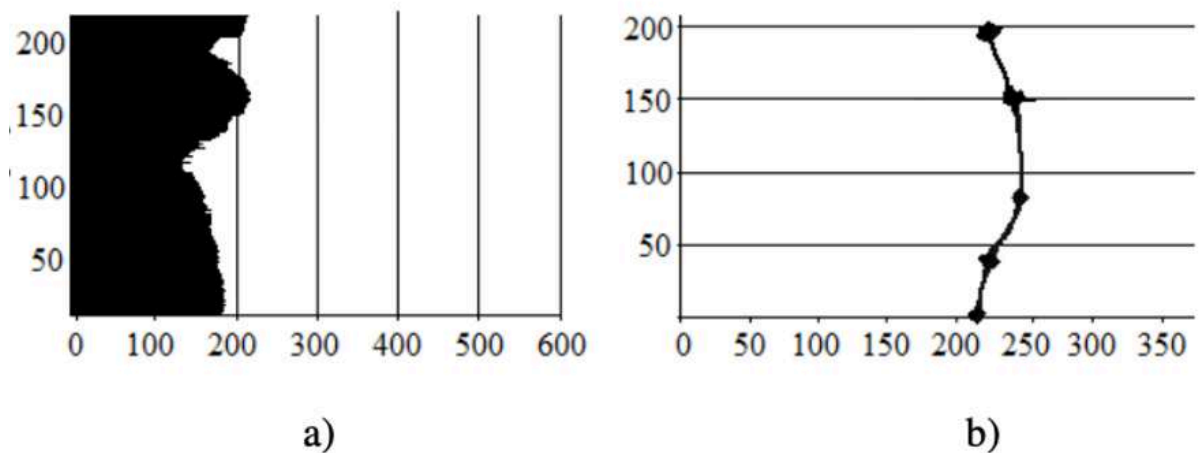


Рисунок 3.12 – Графік сумарної інтенсивності в проєкції Y та отриманої траєкторії руху: а – графік суми інтенсивності проєкції Y ; б – визначена траєкторія руху однієї людини

Після якісної оцінки методу в 70 різних ситуаціях була виявлена точність 90% для того, щоб одна людина сідала/виходила з автобуса [67]. Цей метод не підходить для ситуацій, коли заходить/виходить більше однієї людини.

Можна було вказати зупинки, на яких пасажиром важко сісти/вийти з автобуса. Ця інформація допомогла б оцінити якість роботи водія, наприклад, наближення до тротуару [68].

Якщо водій наближається до тротуару незручно, середня тривалість посадки пасажиром буде більшою, ніж одна хвилина.

3.6 Переваги та недоліки представлених методів

Можна розглянути ще декілька варіантів для розподілу місць в громадському транспорті, але кращої оцінки ефективного методу, потрібно врахувати переваги та недоліки усіх вищевказаних методів.

Метод електронного вибору місця. Перевагою цього методу є наявність електричного табла для швидкого обирання місця, завдяки POS-терміналу або NFS-датчика можна здійснити оплату проїзду [68].

Також інформаційний екран для кількості вільних місць теж є перевагою, адже пасажиром можуть бачити яка кількість наступних громадян може зайти до транспортного засобу.

Найбільшим недоліком цього методу розподілу місць в громадському транспорті є те, що у час пік достатньо великий пасажиропотік, та обирати власноруч місце довго. Тому цей процес є занадто важким для користувачів громадським транспортом. Також недоліком є вартість усіх тензодатчиків. Вартість 1 датчика становить 350грн [62].

У автобус на 20 місць їх потрібно щонайменше 12шт, що в сумі виходить 4200грн на 1 авто, не враховуючи два інформаційних табла, комутатори та маршрутизатори для з'єднання з сервером.

Собівартість встановлення усіх датчиків на 1 авто становитиме орієнтовно 15 000 грн. Якщо на маршруті 7-10 автомобілів – для перевізника це стане великими затратами.

Інфрачервоні технології розподілу завдяки приладам, які мають можливість розрізняти теплове випромінювання предметів в середньому ІЧ-діапазоні, будуть передані системі, де відповідно вже буде фіксуватись кількість вільних чи зайнятих місць [61].

Недоліком цього методу є те, що камер з інфрачервоними датчиками немає, вони лише під замовлення та розробляються відповідно до схеми транспортного засобу, адже на маршрутах їздять автомобілі з різною пасажиромісткістю (від 19 до 53).

Ще одним недоліком цього методу є затримка даних, адже системі потрібно порівняти схему автомобіля і фактичні дані з інфрачервоних датчиків.

Метод розподілення місць завдяки мобільному додатку, який прокладає маршрут та допомагає обрати правильне місце для поїздки в пункт призначення, має наступні переваги:

1. Підбір маршруту системою.
2. Інформація про вільні місця у транспортному засобі.
3. Можливість розрахунку карткою за допомогою POS-терміналів розміщених відповідно до кількості пасажиромісткості ТЗ.
4. Якщо у ТЗ немає вільних місць, система автоматично шукає інші схожі маршрути.
5. Звіт не потрібно робити підприємцям, які здійснюють перевезення громадян, для цього буде використано штучний інтелект, який буде генерувати автоматично ці дані та відправляти у відповідні структури.
6. Автоматизований метод розподілення місць зменшує ймовірність «людського фактору» та критичних помилок системи.

Недоліками системи є – технічна підтримка додатку та оновлення версії відповідно до потреб та завдань системи [65].

Додаток не працює на старих версіях Android та iOS. Можливі технічні проблеми системи, які пов'язані з серверами. Метод розподілу не допомагає забезпечити 100% точність, для будь-яких умов, експлуатації, як автоматичного, так і ручного [71].

Окрім ймовірних недоліків та ризиків методів, ми опитали пасажирів, які щодня користуються громадським транспортом. Було запропоновано 4 методи, які розроблені у дипломній роботі. Кожен з методів був пояснений у текстовій формі для громадян та згідно отриманих відповідей, бачимо що зручним варіантом для пасажирів є метод з використанням мобільного додатку(рис.3.13).



Рисунок 3.13 – Результати опитування пасажирів

3.7 Висновки

Розроблено 4 методи розподілу місць в громадському транспорті:

1. Електронний вибір місця.
2. Інфрачервоні технології розподілу.
3. Метод розподілення місць завдяки мобільному додатку
4. Метод, заснований на виявленні максимальної інтенсивності

Ефективність методу на виявленні максимальної інтенсивності, на етапі розробки показала свою не ефективність, тому далі метод не буде розглянутий.

Метод розподілу місць в громадському транспорті завдяки мобільному додатку досить актуальний в XXI столітті. Кожен пасажир має смартфон, а отже додаток встановити на телефон не стане проблемою. До того ж він сучасний і оновлює інформацію відповідно до запиту користувача. Тому актуальність додатку досить велика.

4 РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ МІСЦЬ

4.1 Моделювання пасажиропотоку

У ході виконання дослідження було проведено моделювання переміщення пасажиропотоку від кожної транспортної зупинки до зупинок масового тяжіння пасажиропотоку. Під час проведення моделювання враховується тип підприємств, що знаходяться поруч із кінцевою зупинкою [72]. Зокрема, кількість відвідувань вузів, спеціалізованих регіональних закладів охорони здоров'я, центральних ринків та великих підприємств державного значення практично не залежить від району проживання пасажирів. Навпаки, величезні торгово-розважальні центри, розташовані у певному районі, відвідують переважно жителі цього ж району.

При проведенні моделювання враховується фактичний часовий інтервал, необхідний для здійснення поїздки. Пасажиропотоки між районами міста розраховуються окремо для двох груп пасажирів із різними перевагами вибору маршруту [72]. Перший – це робітники та молодь у віці від 18 до 24 років, а другий – пенсіонери та школярі. Основні напрямки пасажирських потоків визначаються окремо для фрагментів робочого дня:

1. Ранковий потік пасажирів, що переміщуються із житлових зон у райони.
2. Розташування основних малих та середніх підприємств та офісів.
3. Середній денний потік, розподілений в основному між зупинками, розташованими в межах одного району.
4. Вечірній потік пасажирів, які повертаються з робочих місць до житлових зон.

Вибір кінцевої зупинки в межах району для кожного пасажирів, відправлення, що знаходиться на зупинці, здійснюється з використанням бала привабливості кінцевої зупинки [72]. Вибір таких зупинок детерміновано через унікальність їх оцінок привабливості.

Відповідно до пасажиропотоків моделюємо роботу кожного з методів.

4.1.1 Алгоритмізація методу електронного вибору місця

Після приїзду ТЗ на відповідну зупинку, відбувається висадка пасажирів з автомобіля, тобто пасажирів, яким потрібно вийти на даній зупинці – виходять. Наступним кроком буде вхід пасажирів (рис.4.1).

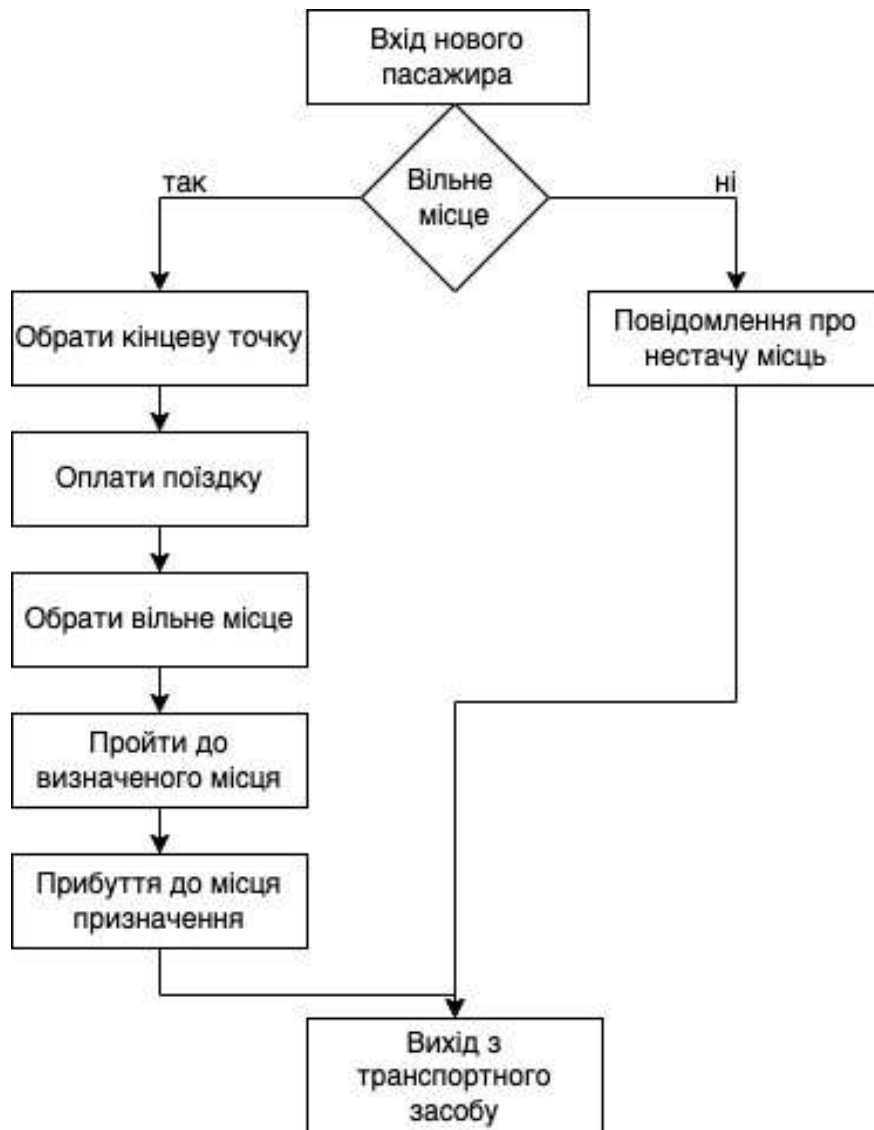


Рисунок 4.1 – Схема роботи методу електронного вибору місця

При вході в транспортний засіб, на екрані буде виведено текст з поточною зупинкою та вибором наступної(рис.4.2). Користувач має обрати кінцеву зупинку(рис.4.3), після чого він має обрати вільне місце(рис.4.4). Далі потрібно оплатити проїзд та пройти до вибраного місця.



Рисунок 4.2 – Вигляд інформаційного табла при вході в ТЗ



Рисунок 4.3 – Вигляд інформаційного табла при виборі зупинки



Рисунок 4.4 – Вигляд інформаційного табла при виборі вільного місця

Якщо вільних місць у транспорті немає – посадка пасажирів здійснюватися не буде, для цього буде виведено на інформаційне табло повідомлення(рис.4.5).



Рисунок 4.5 – Повідомлення про обмеження вільних місць в ТЗ

При потоці людей в час пік, з 8.00 до 9.00, ця схема не є актуальною через складність процесу для користувача. Тому моделювати надалі цю схему немає актуальності.

4.1.2 Алгоритмізація методу інфрачервоних технологій розподілу

Фіксування кількості зайнятих місць буде здійснюватися завдяки тепловим можливостям інфрачервоних технологій, завдяки їх тепловому контрасту з навколишнім фоном вони дозволяють помітити людину, тварину або двигун, що нагрівається [73]. Це дасть можливість фіксувати кількість осіб, а також співвідносити його із заданою схемою транспортного засобу.

Інфрачервоні датчики будуть під'єднані до камер відеоспостереження, сполучені з комутатором, який буде з'єднувати декілька камер в салоні автомобіля та передавати дані в хмару, де буде налаштована система порівняння наявності вільних місць в транспортному засобі та даних з інфрачервоних датчиків про кількість вільних та зайнятих місць (рис. 4.6, 4.7, 4.8).

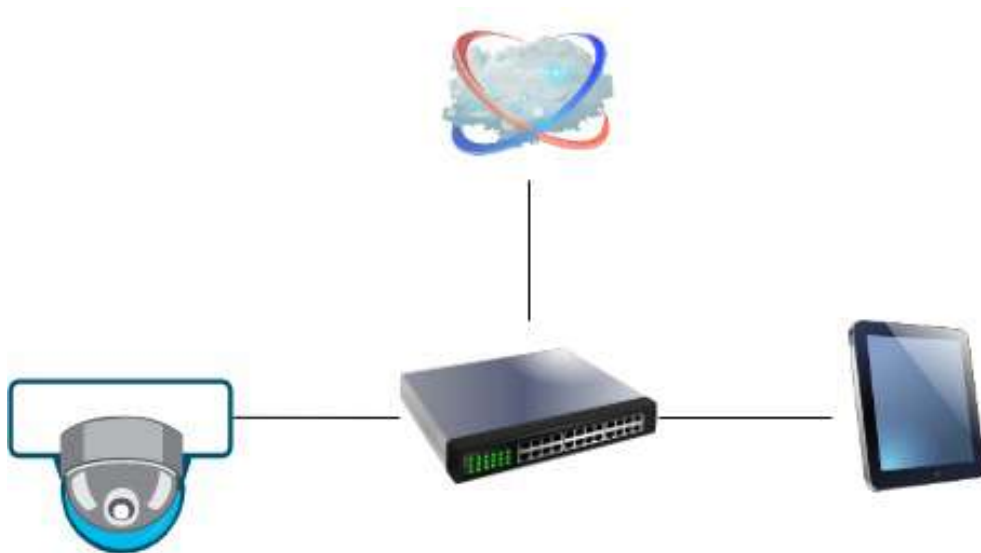


Рисунок 4.6 – Схема з'єднання датчиків з іншими пристроями

Крім з'єднання з хмарним сервером [74], буде виведено додатковий екран для пасажирів про наявність вільних місць, на момент зупинки транспорту.

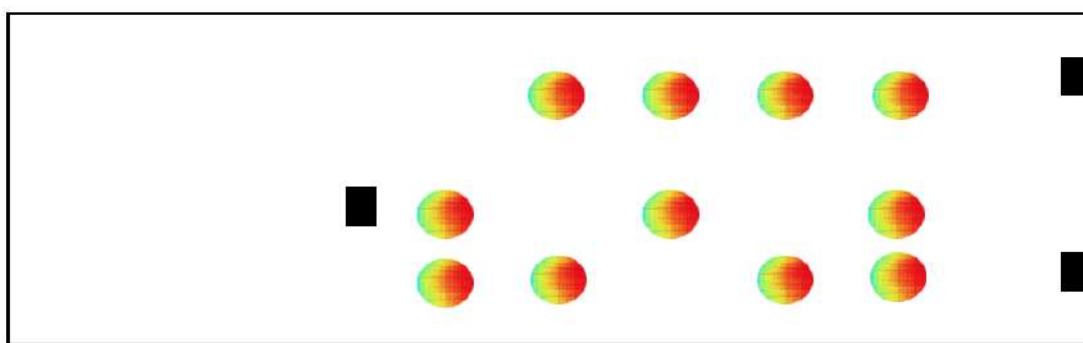
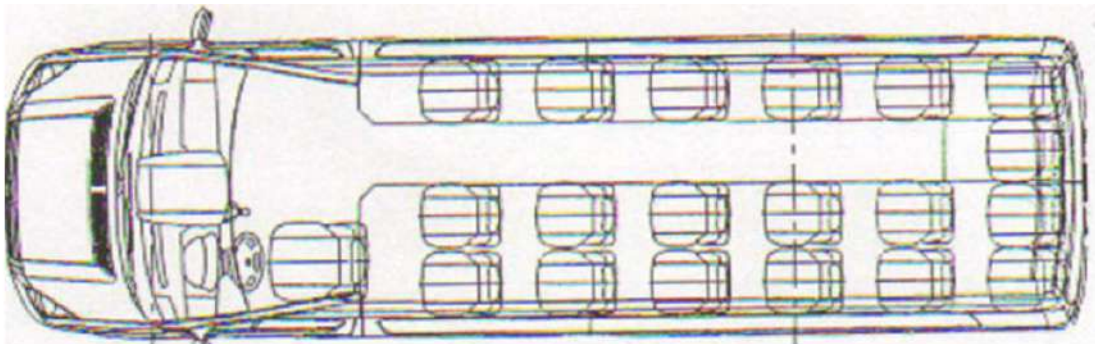


Рисунок 4.7 – Схема автомобіля та схема інфрачервоних датчиків на початку

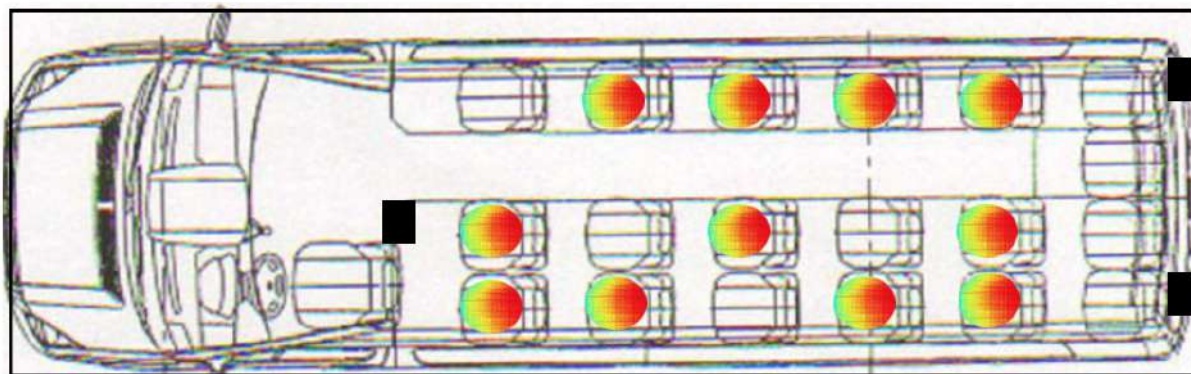


Рисунок 4.8 – Об'єднані схеми автомобіля та інфрачервоних датчиків після заходу нових пасажирів

У відеосигналі всі проєкції людей схожі; тому був створений метод пошуку співвідношення в типових формах народу [74]. Необхідність розділення країв на

зображенні була реалізована за допомогою функції MATLAB EDGE [13]–[15], що дозволяє 7 різних методів розрізнення країв [75].

Налаштування за замовчуванням було обрано без детального якісного дослідження, тому що із параметрами за замовчуванням він давав видимі краї біля голови або на інших частинах тіла, тоді як інші методи були занадто шумними або з втраченими зв'язками. Також для розрахунку даного методу потрібно менше часу, у порівнянні з іншими методами.

Було зібрано 25 підзображень голів різних людей. Як шаблони були використані підзображення голови пасажира.

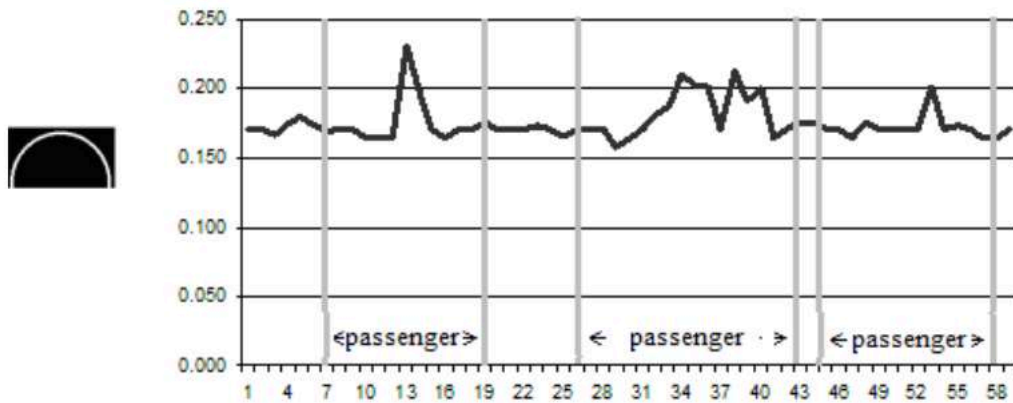
Необхідно було зробити кілька корекції форми голови ручної роботи, оскільки в краях голови спостерігалися деякі неточності [76]. Потім взаємну кореляцію розраховували за цією формулою, де f – зображення, t середнє значення шаблону, f_u, v — середнє значення $f(x, y)$ в області під шаблоном.

$$\gamma(u, v) = \frac{\sum_{x,y} [f(x,y) - \overline{f_{u,v}}] [t(x-u, y-u) - \bar{t}]}{\{\sum_{x,y} [f(x,y) - f_{u,v}]^2 \sum_{x,y} [t(x-u, y-u) - \bar{t}]^2\}^{0,5}} \cdot \quad (4.1)$$

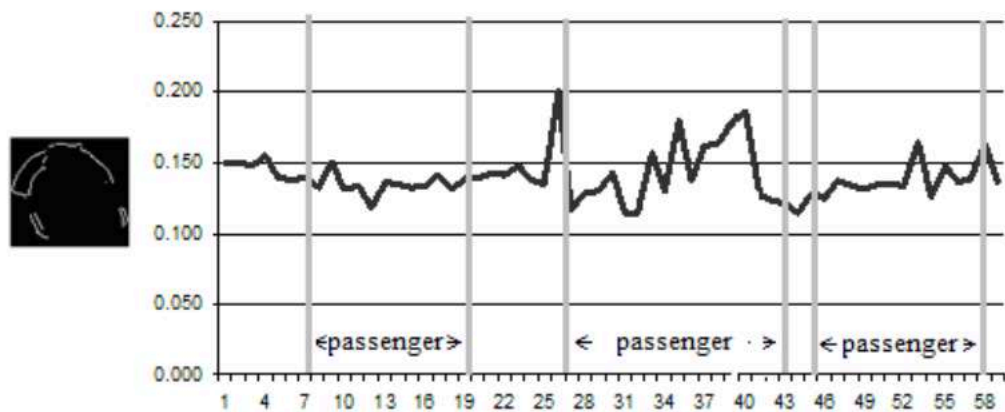
Пік взаємної кореляційної матриці реєструється для відеокадру в кожному шаблоні. Для експериментальної оцінки ми використали відеозображення, де 3 різні людини по черзі сідали в автобус. Результати представлені на рис. 4.9.

Коефіцієнт кореляції для форм голови знаходився в межах від 0,15 до 0,4. Як показали результати експерименту, раціонально використовувати дані, що складаються з типових форм голів, і встановити поріг 0,2 [77].

На жаль, за допомогою цього налаштування точність виявлення становила 60%, і лише для 46% з них, розпізнаних, напрямок було правильно визначено. Тому інша ситуація (коли в автобус заходять двоє) не тестувалася.



a)



b)

Рисунок 4.9 – Коефіцієнт кореляції під час аналізу відео з 3 різними пасажирами:
 а) з корегованою формою голови; б) з не коригованою формою голови

4.1.3 Метод розподілення місць завдяки мобільному додатку

Моделюючи ситуацію пасажиропотоку, беремо зупинку по вул. Інститутській 7, зупинка Будинок побуту. Найчастіше великий потік людей з 8.15 до 8.40. В цей час більшість людей їдуть на роботу, а отже поспішають [77]. Виходячи з дому до зупинки, завдяки мобільному додатку (рис.4.10, 11), можна вибрати потрібний маршрут та орієнтуватись на час прибуття потрібного транспортного засобу (рис.4.12).

Завдяки системі штучного інтелекту, інформація швидко оновлюється і надає лише точні дані [78].

В час пік буде навантаження на сервер, що ми попередньо врахуємо у розробці даної системи. Крім цього, потенційного пасажирів буде попереджено про те що у час пік місця швидко займаються.

Для фіксації зайнятих місць, будуть встановленні тензодатчики, які будуть показувати на інформаційному екрані, перед входом та в салоні автомобіля (рис.4.13), кількість вільних місць (рис.4.14).

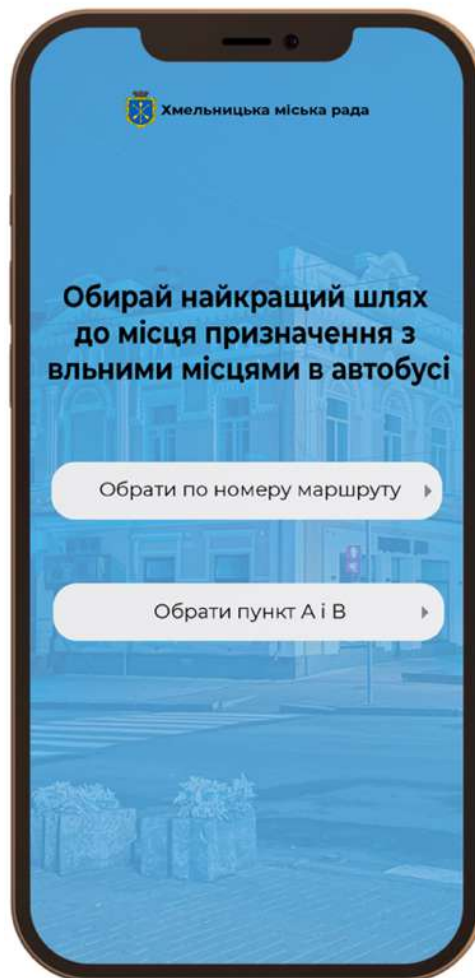


Рисунок 4.10 – Робота мобільного додатку для прокладання маршруту

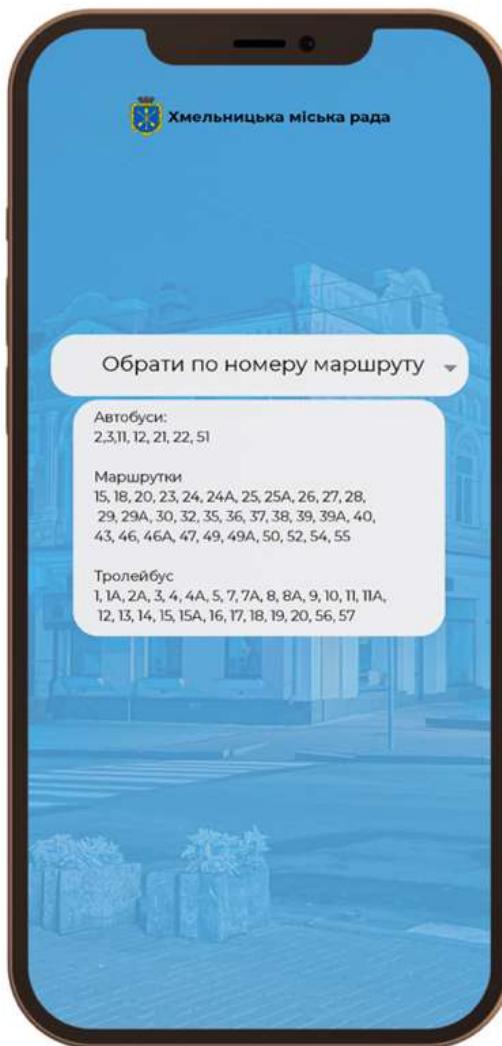


Рисунок 4.11 – Робота мобільного додатку для прокладання маршруту

Якщо вибраний маршрут завантажений, тобто вільних місць менше 3, система автоматично сповіщає користувача про те, щоб обрати інший маршрут. Для цього генерується повідомлення з схожими маршрутами, які будуть запропоновані користувачеві [77].

В цей момент можна побачити кількість запитів з найбільших точок відправок (рис.4.15). Саме завдяки зв'язку з сервером, можемо побачити, яку кількість автомобілів потрібно у час пік та, на яку зупинки потрібно зробити акцент, що пасажери були вчасно доставлені до місця призначення. Також, можна буде визначати найбільш запитуваний маршрут, що допоможе збільшити кількість авто.



Рисунок 4.12 – Робота мобільного додатку для прокладання маршруту

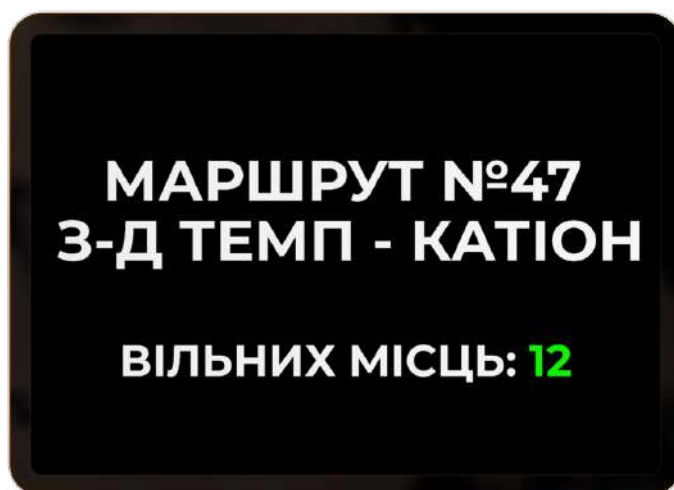


Рисунок 4.13. Інформаційний екран при вході в транспортний засіб



Рисунок 4.14. Екран для висвітлення вільних місць в салоні автомобіля

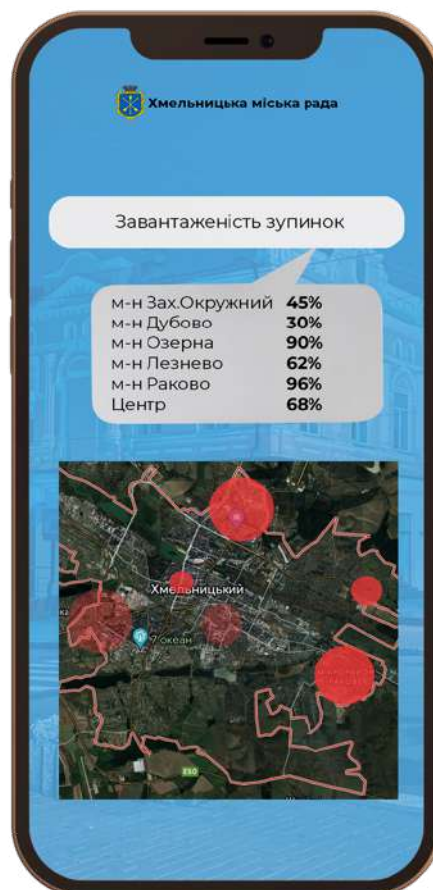


Рисунок 4.15. Завантаженість по кількості запитів

4.2 Підрахунок вартості реалізації методів розподілу місць в громадському транспорті

Необхідний правильний розрахунок вартості проєкту. Занадто часто проєкти перевищують бюджет, оскільки оцінка витрат на початку та в кінці проєкту може змінюватися залежно від ринкових цін. Щоб правильно розрахувати бюджет проєкту, необхідно врахувати всі численні фактори [79]. Надмірні витрати неминучі в будь-якому проєкті, але їх можна контролювати, щоб мати мінімальний вплив, коли вони виникають. У таблицях 4.1, 4.2 та 4.3 мінімальні прорахунки вартості кожного запропонованого методу.

Таблиця 4.1. Розрахунок вартості для електронного методу розподілу місць в транспорті

№	Назва	Вартість	Кількість	Сума
1	Тензодатчик Keli UDA-300kg	1376	8	11008
2	Тензодатчик Zemic L6E3-C3-150kg	1667	4	6668
3	Аналогово-цифровий перетворювач KADL до 6-ти	14970	2	29940
4	Тензометричний кабель - 50 м	3218	1	3218
5	POS-термінал з пPPO Verifone X990 Android	9900	1	9900
6	Сервер Intel Xeon	2550	1	2550
7	Налаштування системи	2800	1	2800
8	Встановлення системи в авто	5000	1	5000
	Всього:	41481	19	71084

Таблиця 4.2. Розрахунок вартості для інфрачервоного методу

№	Назва	Вартість	Кількість	Сума
1	Mini camera ambertek dv150 with PIR motion sensor	2760	4	11040
2	POS-термінал з ПРРО Verifone X990 Android	9900	1	9900
3	Сервер Intel Xeon(міс)	2550	1	2550
	Всього:	15210	6	23490

Таблиця 4.2. Розрахунок вартості для методу завдяки мобільному додатку

№	Назва	Вартість	Кількість	Сума
1	Тензодатчик Keli UDA-300kg	1376	8	11008
2	Тензодатчик Zemic L6E3-C3-150kg	1667	4	6668
3	Аналогово-цифровий перетворювач KADL до 6-ти	14970	2	29940
4	Тензометричний кабель - 50 м	3218	1	3218
5	POS-термінал з ПРРО Verifone X990 Android	9900	1	9900
6	Сервер Intel Xeon	2550	1	2550
7	Налаштування системи та синхронізація з додатком	15000	1	15000
8	Встановлення системи в авто	5000	1	5000
9	Розробка додатку для користувачів	60000	1	60000
	Всього:	113681	12	143284

Періодом окупності проєкту – це час, за який певний бізнес, метод або

підприємство поверне кошти за рахунок реалізації проєкту. Зазвичай, на розгляд беруть декілька ідей [80]. У нашому випадку, це три методи розподілу місць в громадському транспорті. Окупність інвестицій розраховується за наступною формулою (4.2):

$$\text{ПОІ} = \frac{\text{Стартові інвестиції}}{\text{Планові щорічні надходження}}. \quad (4.2)$$

Ми будемо прораховувати окупність відносно одного року, тобто наша формула змінюється(4.3):

$$\text{ПОІ} = \frac{\text{Стартові інвестиції}}{\text{Планові щомісячні надходження}}. \quad (4.3)$$

Розглянемо окупність на прикладі маршруту №35 в м. Хмельницький. В середньому в автобусі 18 сидячих місць [35]. Вартість проїзду, станом на лютий 2022 року, становить 8 грн по місту. Прорахуємо скільки 1 маршрут буде коштувати, за формулою (4.4), де m - кількість місць, n – вартість проїзду, а k - кількість авто на маршруті.

$$x = m * n * k * 2. \quad (4.4)$$

Отже, дохід усіх авто на маршруті №35 становить 69 120грн за місяць. За рік це становитиме 829 440грн. Окупність інвестицій для кожного з запропонованих варіантів: електронний, інфрачервоний та метод розподілення місць завдяки мобільному додатку наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Окупність проектів

№	Метод	Витрати	Дохід	Окупність
1	Електронний	71 084 грн	829 440 грн	9 міс.
2	Інфрачервоний	23 490 грн	829 440 грн	3 міс.
3	Мобільний додаток	143 284 грн	829 440 грн	1 рік 7 міс.

4.3 Ризики, пов'язані з проблемою розподілу пасажиропотоку

Ризики притаманні кожному виду діяльності, тому повсякденно, кожна людина стикається з певними ризиками вдома, на роботі, в магазинах, не виключення і громадський транспорт [36].

У сучасній літературі дається безліч визначень ризиків. Ризик – це можливість виникнення страхового випадку, і навіть приблизний розмір збитків від цього. Ризик – це невизначена подія чи умова, що у разі виникнення має позитивний чи негативний вплив.

Щодня тисячі громадян переміщуються на громадському транспорті по місту та його околицях. Люди користуються різними видами транспортних засобів, це можуть бути: один з найбільш затребуваних на даний момент вид транспорту — автобусні та тролейбусні маршрути, приміські поїзди, літаки, а також деякі засоби практично індивідуального переміщення, такі як таксі [79]. Кожен з цих видів транспортних засобів має свої недоліки, а значить переміщення на них схильне до певних ризиків, які притаманні всім видам транспорту [80].

Основною проблемою громадського транспорту є переповненість пасажирами у години пік. У зв'язку з цим виник ризик переповненості громадського транспорту та його нестачі. Вирішенням цієї проблеми — запровадження електронних квитків, що в свою чергу дозволяє відстежувати майже кожного пасажира. Перед підприємствами стоїть досить широкий вибір

способів відстеження пасажиропотоку, крім електронного квитка розглядаються також датчики на сходах при вході, інфрачервоні датчики у дверях та датчики, що дозволяють моделювати 3D простір салону транспортного засобу, за допомогою відеокамер встановлених всередині транспортного засобу [78].

У зв'язку із запровадженням ЕК, з'явилися інші ризики, як для транспортних компаній так і для пасажирів. Дана система особливо спочатку викликала велике невдоволення пасажирів, так як через неї доводилося витратити досить велику кількість часу, для посадки (необхідно відстояти чергу для поповнення електронної карти). Таким чином, у компаній виникне ризик невдоволення пасажирів сервісом, що призведе до втрати прибутку приблизно на 20% клієнтів цих компаній. Проте з цим також вирішиться проблема перевантаженості транспортних засобів у години пік.

Збільшення шахрайства пов'язаного із пільговим проїздом. Електронна система не розрізняє людей, а здатна лише відрізнити справжність проїзного документа, отже цей спосіб полегшує життя шахраям, які бажають проїхати по чужому пільговому квитку. У зв'язку з цим виникає потреба у додаткових витратах на здійснення контролю відповідності квитків [75].

Затримка рейсів пов'язана із посадкою пасажирів. Найбільших збитків від цього ризику зазнав автобусний вид транспорту, оскільки крім затримки транспортного засобу на який ведеться посадка, затримуються ще й наступні за ним маршрути.

Ризик збільшення інтервалів між маршрутами. У зв'язку зі збільшенням часу прямування, природно збільшується і інтервал між транспортними засобами одного і того ж маршруту. Що призводить до збільшення пасажирів на одиницю транспорту. У зв'язку з цим необхідно перерахувати рух транспортних засобів за маршрутом і пускати додаткові транспортні засоби для збереження інтервалів руху (знов додаткові витрати).

Крім цього існують також додаткові витрати на оснащення пунктів продажу електронних квитків та виплату заробітних плат касирам. Варто зазначити, що через необхідність повсюдного розташування кіосків з продажу квитків, на шляху

проходження деяких маршрутів кількість кіосків і касирів перевищує загальну кількість транспортних засобів і відповідно перевищує кількість необхідних кондукторів.

Таким чином ми бачимо величезну кількість ризиків на транспорті пов'язаного з розподілом пасажиропотоку, розглянувши при цьому лише одну проблему – електронну системи на транспорті [77]. Безперечно вона має свої плюси, проте є й мінуси, які пов'язані з певною часткою ризику щодо зменшення затребуваності деяких видів транспорту, збільшення витрат на обслуговування всієї цієї системи (у тому числі заробітні плати касирам, контролерам), збільшення часу в дорозі (що також важливо, тому що при сучасному житті люди, вона женеться за кожною секундою і не хоче втрачати зайвого часу). Можливо, саме з цим пов'язане збільшення пасажиропотоку в останні роки.

Природно існують й інші види ризиків, пов'язаних із розподілом пасажиропотоків на транспорті. В наземному транспорті також є велика кількість різних ризиків, найяскравішими з яких є - перевантаженість доріг і часте відставання від графіку маршруту [79]. Завжди є шанс потрапити в затор і затриматися, не встигнути на важливу зустріч або просто на роботу/навчання. Потрапивши в ДТП можна застрягти в місці аварії на досить тривалий термін, оскільки інший транспортний засіб від місця зіткнення може бути дуже далеко, не кажучи вже про можливість травмування. Розглянемо декілька основних ризиків пов'язаних з громадським транспортом та пасажиропотоком:

1. Задуха у автобусах, яка пов'язана з перенасиченням пасажиропотоку. Духота завдає пасажирам велику кількість незручностей, аж до нестачі кисню та ризику неприємності. Ця проблема на даний момент досить активно вирішується шляхом заміни рухомого складу та оновлення вентиляційної системи на станціях.

2. Ризик старіння маршрутів наземних транспортних засобів. При цьому як і раніше існують маршрути, напрямком яких збігається з рухом гілки тролейбуса. Запуск нових маршрутів між станціями дозволить отримувати прибуток наземному транспорту, а також розвантажить декілька інших зупинок [78].

Ще одним ризиком зараз є старіння рухомого складу наземного транспорту. Більшість автобусів і тролейбусів сильно застаріли і вимагають термінової заміни. У них їздити стає досить незручно, в зимовий час у них холодно, а в літній період — жарко, погано працює система вентиляції, досить часті несправності в дорозі.

Крім цього, існують менш очевидні, але так само важливі ризики - перевантаженість транспорту, це у свою чергу створює тисняву на зупинках. Вирішенням цієї проблеми є розвантаження станцій шляхом будівництва додаткових ліній [80].

Ризик запізнення (відставання від графіка). Як уже зазначалося раніше, у зв'язку з заторами — маршрути досить сильно розтягнуті, як правило, пасажирів можуть обрати більш мобільні засоби (таксі), які не мають графіків і прагнуть подолати шлях якнайшвидше.

Мінімізувавши перераховані вище ризики, популярність наземних транспортних засобів істотно зросте, оскільки автобуси і тролейбуси ходитимуть маршрутами, новими маршрутами, так само оновлення рухомого складу дозволить залучити додаткових людей шляхом показання ним, що транспортні засоби стали досить зручними [80]. Звичайно, що із ризиком запізнення на даний момент нічого вдіяти неможливо, тому що для вирішення проблем усієї транспортної системи потрібні кардинально інші заходи.

4.4 Особливості розробки ПЗ для серверної частини системи

Основою програмної (ПЗ) структури серверної частини системи є серверне середовище операційної системи Ubuntu та програмні реалізації серверів(рис.4.16). Мовою програмування серверної частини системи є PHP. Веб-фреймворк — це Zend Framework [69].

Модель програмної організації серверної частини системи наведена на рисунку 4.17. Ця модель включає три ієрархічних рівні обробки та зберігання даних з боку клієнта. На першому рівні система отримує запити від клієнтів, які надходять через Інтернет. На другому рівні всі запити сортуються відповідно до

їх призначення (запити POST — для веб-сервера, файли — для FTP-сервера). На третьому рівні за допомогою засобів мови програмування PHP ми зберігаємо і, при необхідності, виводимо дані, отримані від клієнтської частини системи через веб-сервер.

PHP Hypertext PreProcessor — це мова програмування сценаріїв, яка використовується для виконання на стороні сервера. PHP створений для створення динамічних та інтерактивних Інтернет-сайтів [70]. Ця мова програмування виявилася дуже гнучкою і потужною, тому вона набула популярності і почала використовуватися в багатомасштабних проєкт: від базового блогу до великих веб-додатків. Перевагами цієї мови є:

1. PHP відноситься до вільного програмного забезпечення, яке поширюється за спеціальною ліцензією (ліцензія PHP);
2. Легко освоїти на кожному етапі;
3. Швидко підтримується користувачами та розробниками;
4. Існують необхідні інструменти для підтримки баз даних (БД);
5. Реалізовано багато бібліотек, а також розширень цієї мови;
6. Пропонує дійсні ресурси для розробки Web сеанси, програмний інтерфейс розширень;
7. Його можна розгорнути практично на будь-якому сервері;
8. Він застосовний для великої кількості обладнання та програмні платформи.

Zend Framework — це розробник фреймворку вебдодатків. Zend Framework розширює мову PHP, зберігаючи її дух, її основним критерієм є простота, він використовує найкращі методи об'єктноорієнтованого програмування, дружню ліцензію та добре перевірений код, який швидко виконується.

Важливо, що Zend Framework [69] включає можливість проєктування добре захищених, надійних і сучасних додатків WEB 2.0 і вебсервісів і широкодоступних функцій API від команд лідерів у цій галузі, таких як Google, Yahoo!, Amazon, Flickr (США).

Вебсервер ми вибрали сервер Apache. Сервер Apache — це програма вебсервер з відкритим програмним забезпеченням, розроблена Apache Software Foundation (США).

Серверне програмне забезпечення вільно розповсюджується та ліцензується з відкритим вихідним кодом [68], що означає, що користувачі можуть редагувати основний код, щоб налаштувати продуктивність і зробити внесок у розвиток програми.

Apache є кросплатформним і найчастіше використовується в поєднанні з операційною системою Linux, яка також поширюється з відкритим вихідним кодом [68]. Ці два компоненти в поєднанні з MySQL, базою даних і мовою сценаріїв PHP утворюють популярне рішення для вебсервер під назвою LAMP (комплексне серверне програмне забезпечення).

Основними перевагами серверних систем Apache і LAMP є:

1. Низька вартість, а також ліцензія на програмне забезпечення є безкоштовною.
2. Гнучке програмування через відкритий вихідний код.
3. Покращена безпека, оскільки Apache був розроблений для Unix-подібні операційні системи.

Пакет MySQL(рис. 4.16) [69]. Цей пакет добре адаптований для використання у вебсередовищі DMS (система керування базами даних). Зазвичай на більшості хостингових платформ для виконання клієнтських програм постачальники послуг виділяють не дуже велику кількість ресурсів (комп'ютерів, дисків).

Тому важливо використовувати ефективну DMS, яка характеризується високою надійністю (бажано, щоб вебдодатки та інтернет-сайти працювали в цілодобовому режимі без вихідних).

У зв'язку з перерахованими причинами, MySQL став надійним стандартом у сфері DMS для Web, а тепер він також розвиває можливості для використання в різноманітних критично важливих бізнес-додатках [70].

1. Перевагами MySQL є наступні:

2. Багато поточність і можливість підтримки кількох одночасних запитів.
3. Можливість оптимізації з'єднань шляхом додавання великої кількості даних за один цикл.
4. Підтримка записів фіксованої або змінної довжини.
5. Драйвер ODBC.
6. Використання гнучкої системи та привілеїв.
7. Гнучка підтримка, кількість форматів і часових тегів.
8. Швидка робота, легка масштабованість.
9. Можливий інтерфейс із мовами C та Perl, PHP.
10. Сумісність з ANSI SQL.
11. Гарна підтримка послуг хостингу провайдерами.
12. Швидка підтримка транзакцій завдяки механізму InnoDB.



Рисунок 4.16 – Програмні реалізації серверів на UBUNTU.

Сервер Pure-FTPd використовується як FTP-сервер. Pure-FT-Pd — це безкоштовний FTP-сервер для операційних систем сімейства UNIX, що поширюється за ліцензією BSD[71]. Його основний акцент - безпека і простота налаштування(рис. 4.17).

Він був зібраний з вихідного коду для Linux, OpenBSD, NetBSD, DragonFly BSD, FreeBSD, Solaris, Tru64, Darwin, IRIX та HP-UX для Android.

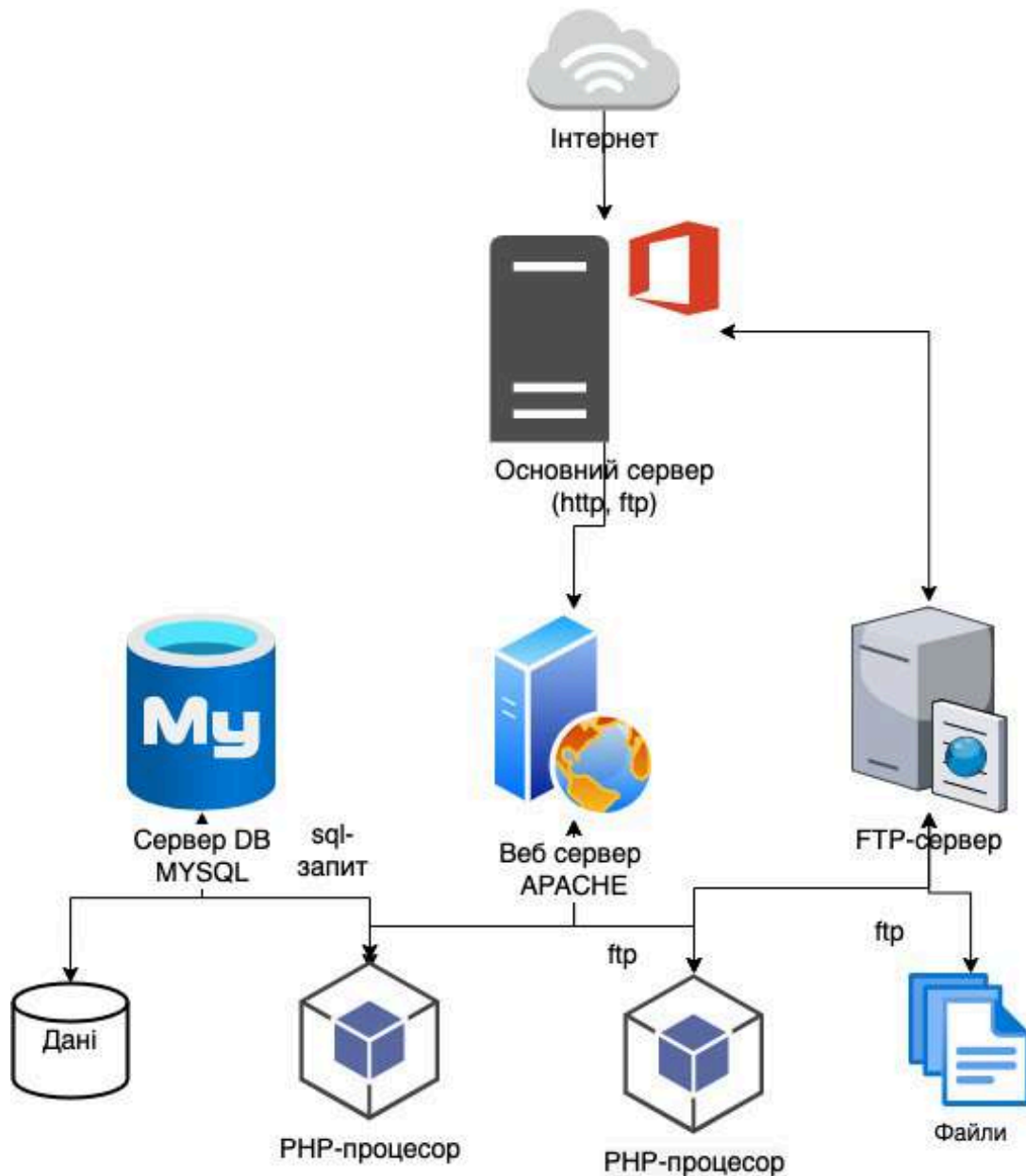


Рисунок 4.17 – Багаторівнева модель програмної організації серверної частини системи

Відмінною особливістю є те, що сервер не зчитує налаштування безпосередньо з файлів конфігурації, а приймає їх тільки з командного рядка. Але існує можливість використання файлів конфігурації [70].

Тому розроблене ПЗ серверної частини системи реєстрації пасажиропотоку громадського транспорту міста забезпечує необхідну функціональність і є безкоштовним.

4.5 Висновки

Моделюючи схеми розподілу, було досліджено найефективніший та зручний, а також найдешевший варіанти розподілу місць в громадському транспорті. Для цього було розроблено кошторис для кожного методу для одного автобуса на одному з маршрутів м. Хмельницького.

Для реалізації проекту також було розглянуто ризики, які можуть виникати під час встановлення або користування одним із методів.

Додатково розглянуто серверну частину комп'ютерної системи, яка буде використовуватись в усіх методах розподілу, адже це є основною частиною. Основою програмної структури серверної частини системи є серверне середовище операційної системи Ubuntu та програмні реалізації серверів. Мовою програмування серверної частини системи є PHP. Веб-фреймворк — це Zend Framework.

ВИСНОВКИ

У роботі за результатами виконаних теоретичних та практичних досліджень було розроблено комп'ютерну систему розподілу місць в автобусному транспорті.

У першому розділі було розглянути проблеми, які виникають при дослідження цієї теми, а саме збільшення або зменшення пасажиропотоку в часи пік під час пандемії та розподіл місць в транспорті. Враховуючи суттєве збільшення пасажиропотоку в часи пік виникла проблема оптимізації розподілу місць в транспорті.

Аналіз останніх досліджень показав, що досить багато науковців досліджували теми, як от пасажиропотік в місті, ймовірність пасажиропотоку в транспортно-пересадочних вузлах, але на сьогоднішній день задача визначення вільних місць в транспорті не вирішена.

Проведене в роботі дослідження показало, що у будні дні переважають робочі поїздки з 07.30-09.00 та 17.00-19.00. Міжпіковий період впливає на зниження ефективності використання транспортних засобів за рахунок збільшення інтервалів їх руху. Останнє збільшує час очікування на зупинках.

Порівнявши в дослідженні два міста (Хмельницький та Київ), в якому без громадського транспорту важко дістатись до місця призначення, бачимо що присутній суттєвий фактор завантаженості транспорту, і пасажиру інколи доводиться чекати інший автобус, щоб доїхати до певного місця призначення.

У другому розділі було розглянути методи для дослідження пасажиропотоку. Для визначення пасажиропотоку в автотранспорті використовують було досліджено методи: таблично-опитувальний, табличний, анкетний, окомірний, звітно-статистичний, на основі мобільних пристроїв, інтернет сайти, які виконують функції обліку та контролю, автоматизована система моніторингу пасажиропотоків (АСМПП). Але найкращим методом з отриманням актуальної інформації ми обрали таблично-опитувальний, оптимізувавши його через Google Forms.

Опрацювавши ці методи дослідження пасажиропотоку, можна побачити негативні сторони вимірювань, як от:

1. Системи на основі мобільних пристроїв також мають кілька підводних каменів. Діти чи інші люди можуть не мати мобільних пристроїв, або деякі пасажирів можуть перевозити більше ніж один пристрій, тому кількість пасажирів може бути заниженою або завищеною.

2. Системи на основі ваги забезпечують загальну вагу пасажирів на борту, але не пропонують дані про потік пасажирів. Таким чином, якщо автобус важить однаково до і після автобусної зупинки, це може бути пов'язано з відсутністю посадки або висадки пасажирів.

У третьому розділі було розроблено методи для розподілу місць в громадському транспорті, також враховано попередні недоліки методів дослідження пасажиропотоку. У ході виконання кваліфікаційної роботи було розроблено 4 методи для розподілу місць в громадському транспорті. Також було досліджено пасажиропотік міста Хмельницького та для роботи обрано два популярних маршрути, на базі яких тестувались гіпотези. Під час додаткових досліджень один з методів був не актуальним, тому його вивчення зупинилось на етапі теоретичних ідей.

У четвертому розділі було теоретично змодельована ситуація пасажиропотоку та обрано найкращим варіантом для розподілу місць в громадському місці метод розподілення місць завдяки мобільному додатку, адже в першу чергу він зручний для користувачів, які можуть швидко обрати свій маршрут та дізнатись одразу про кількість вільних місць. Для цього не потрібно залучати додатково пасажирів, тому що заздалегідь дізнавшись інформацію можна спланувати інший маршрут за зекономити свій час. Один із найбільшим негативним чинником є собівартість методу, але завдяки додатку можна об'єднати декілька послуг, а отже витрати можуть розділитись, для прикладу між міською радою та перевізником.

Також у роботі було прораховану вартість впровадження проектів та їх окупність. Дослідження методу інфрачервоних камер показало його меншу

ефективність, тому що дані для користувачів подаються з затримкою, але окупність проекту складає 3 місяці, що є значною перевагою для перевізника.

Метод електронного вибору місця вимагає багато людського ресурсу, тому він буде не зручним для пасажирів, що в результаті дасть зменшення користування громадським транспортом.

Метод, заснований на виявленні максимальної інтенсивності, після якісної оцінки було виявлено, що він не підходить для ситуацій, коли заходить/виходить більше однієї людини. Можна було вказати зупинки, на яких пасажирам важко сісти/вийти з автобуса. Ця інформація допомогла б оцінити якість роботи водія, але для розподілу місць цей метод не дієвий.

Практичне значення результатів роботи полягає в тому, що результати досліджень можна використати для покращення пасажиропотоку в місті Хмельницькому. Також розроблений метод з мобільним додатком допоможе додатково інтегрувати потрібні послуги для зручності громадян міста.

За темою магістерської роботи подано статтю «Дослідження методів розподілу місць в громадському транспорті» у фахове наукове видання *Computer systems and information technologies* (м.Хмельницький).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Hörcher, D., D. J. Graham, and R. J. Anderson. *Crowding Cost Estimation with Large Scale Smart Card and Vehicle Location Data*. USA, New York, 2017. с.105–125.
2. Tirachini, A., R. Hurtubia, T. Dekker, and R. A. Daziano. *Estimation of Crowding Discomfort in Public Transport: Results from Santiago de Chile*. England, 2018, с.311–326.
3. C. Malandri, A. Fonzone, and O. Cats. Recovery Time and Propagation Effects of Passenger Transport Disruptions. *Statistical Mechanics and its Applications* 505, 2018, с.7–17.
4. Tu, W., R. Cao, Y. Yue, B. Zhou, Q. Li, and Q. Li. Spatial Variations in Urban Public Ridership. China, 2018, с.25-30.
5. Хмельницька міська рада, 2021, URL: http://km.ukrstat.gov.ua/ukr/statinf/tz/ppvt_r.htm (дата звернення 20.02.2022).
6. Економічна правда, 2022, URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2022/02/11/682308/> (дата звернення 20.02.2022).
7. Students book, 2018, URL: https://studbooks.net/2463131/tehnika/opredelenie_vozmozhnogo_passazhiropotoka (дата звернення 15.02.2022).
8. Tu, W., R. Cao, Y. Yue, B. Zhou, Q. Li, and Q. Li. Spatial Variations in Urban Public Ridership Derived from GPS Trajectories and Smart Card Data. *Journal of Transport Geography*, 2018, с. 45–57.
9. Smart City Wroclaw. URL: <https://www.wroclaw.pl/smartcity/projekty> (дата звернення 23.02.2022).
10. Stuart G., & OzawaMeida L. Supporting Decentralised Energy Management through Smart Monitoring Systems in Public Authorities. *Energies*. 2020. с. 13-20.
11. Offenhuber D., & Schechtner K. Improstructure an improvisational perspective on smart infrastructure governance. *Cities*. 2018. 72. Pp. 329 – 338.

12. Bakıcı, T.; Almirall, E.; Wareham, J. A smart city initiative: The case of Barcelona. *J. Knowl. Econ.* 2013, 4, 135–148.
13. Pop, M.-D.; Pros, tean, O. *A comparison between smart city approaches in road traffic management.* *Procedia Soc. Behav. Sci.* 2018, с. 29–36.
14. The Romanian Association for Smart City. Available online: <https://romaniansmartcity.ro> (дата звернення 28.02.2022).
15. World Bank Group. The City of Alba Iulia Alba Iulia Project Prioritization for 2014–2020. Available online: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/527401468190739988/pdf/Alba-Iulia-project-prioritization-for-2014-2020.pdf> (дата звернення 28.02.2022).
16. PAS180SmartCitiesVocabulary. Availableonline: <https://www.bsigroup.com/en-GB/smart-cities/Smart-Cities-Standards-and-Publication/PAS-180-smart-cities-terminology/> (дата звернення 28.02.2022).
17. PAS 181 Smart City Framework. Available online: <https://www.bsigroup.com/en-GB/smart-cities/Smart-Cities-Standards-and-Publication/PAS-181-smart-cities-framework/>(дата звернення 28.02.2022).
18. What is City Verve. Available online: <https://cityverve.org.uk/what-is-cityverve/>(дата звернення 28.02.2022).
19. About MK Smart. Available online: <http://www.mksmart.org/about/>(дата звернення 28.02.2022).
20. Macke, J.; Casagrande, R.M.; Sarate, J.A.R.; Silva, K.A. Smart city and quality of life. *Citizens' perception in a Brazilian case study.* *J. Clean. Prod.* 2018, 182, 717–726.
21. Afonso, R.A.; dos Santos Brito, K.; do Nascimento, C.H.; Garcia, V.C.; Álvaro, A. Brazilian Smart Cities: Using a Maturity Model to Measure and Compare Inequality in Cities. In *Proceedings of the 16th Annual International Conference on Digital Government Research; Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 2018; pp. 230–238.*
22. Smart Cities Challenge. Available online: <https://www.infrastructure.gc.ca/cities-villes/index-eng.html> (дата звернення 01.03.2022).

23. Smart City Challenge Edmonton Final Proposal. Available online: https://www.edmonton.ca/city_government/documents/CityofEdmontonSmartCitiesProposal_21MB.pdf (дата звернення 01.03.2022).

24. Sustainable Cities and Communities—Guidance on Establishing Smart City Operating Models for Sustainable Communities. Available online: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37106:ed-1:v1:en> (accessed on 7 August 2020).

25. Connectyxe Smart Cities Challenge. Available online: https://www.saskatoon.ca/sites/default/files/documents/corporate-performance/communications/Engagement/connectyxe_saskatoon_march_5_2019.pdf (дата звернення 01.03.2022).

26. Конрад Т.І. Технологія автоматизованого управління транспортними потоками в мультимодальній транспортній мережі / Т. І. Конрад, О. О. Писарчук // *Наукоємні технології. Науковий журнал*. – Київ: Вид-во НАУ, 2020. – No4 (48). – С. 451-459. DOI: 10.18372/2310-5461.48.15128

27. Конрад Т. І. Аналіз закордонного досвіду організації автомобільно-залізничних перевезень вантажів / Т. І. Конрад, С. В. Ширяєва // *Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал*. – К.: НТУ, 2017 – Вип. 10. – С. 292-297. Science Index, e-Library

28. Конрад Т.І. Аналіз сучасного стану автомобільних і залізничних перевезень швидкопсувних вантажів в Україні / Т. І. Конрад, С. В. Ширяєва // *Управління проектами, системний аналіз і логістика: Науковий журнал*. – К.: НТУ, 2014. – Вип. 13 – С. 212-220. Science Index, e-Library

29. Хмельницька міська рада, 2018, URL: <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/statinf/tz/pp/pp1218.htm> (дата звернення 26.02.2022)

30. Хмельницька міська рада, 2017, URL: <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/statinf/tz/pp/pp1217.htm> (дата звернення 26.02.2022)

31. Хмельницька міська рада, 2020, URL <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/statinf/tz/pp/pp1220.htm> (дата звернення 26.02.2022)
32. Хмельницька міська рада, 2021, URL <http://www.km.ukrstat.gov.ua/ukr/statinf/tz/pp/pp1221.htm> (дата звернення 26.02.2022)
33. Хмельницька міська рада, 2021, URL <https://www.adm-km.gov.ua/?p=66837> (дата звернення 26.02.2022)
34. Барабіно Б. «Автоматичне розпізнавання неякісних транспортних засобів та зупинок в автобусних перевезеннях», Публ. (Берл.) т. 10, № 2018. С. 257-289
35. Dijk J. Identifiing activity-travel points –GPS-data with multiple moving windows. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2018, pp. 84-101.
36. Bai Y., Sun Z., Zeng B., Deng J., Li C. A multi-pattern deep fusion model for short-term bus passenger flow forecasting. *Applied Soft Computing*, 2017, pp. 669-680
37. Крушель Є.Г., Степанченко І.В., Панфілов А.Є. Моделювання явки пасажирів для процесу прийняття рішень керування системою міського транспорту. В: Кравець А., Щербаков М., Кульцова М., Грумпос П. (ред.) наук. Друга конференція 2017 CIT&DS, vol. 754, с. 389-398. Springer International Publishing AG.
38. Конрад Т. І. *Мінімізація транспортних витрат на автомобільно-залізничні вантажні перевезення* / LXIX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету. Збірник тез. – К.: НТУ, 2019. – С. 219.
39. Конрад Т. І. *Застосування закордонного досвіду організації автомобільно-залізничних контейнерних перевезень до транспортної інфраструктури України* / Т. І. Конрад, С. В. Ширяєва // Збірник тез. – К.: НТУ, 2017. – С. 242

40. Tetiana Konrad. Mathematical Model of Multicriterial Distribution of Transport Flows in The Multimodal Transport Network. *International Journal INFORMATION THEORIES & APPLICATIONS*, Number 4, 2019., pp. 334 – 358.
41. Mboup, G., Smart infrastructure development makes smart cities Promoting smart transport and ICT in dakar. *In Smart Economy in Smart Cities*, 2017 pp. 871— 904.
42. Pawlowicz, B., Salach, M. and Trybus, B. *Smart city traffic monitoring system based on 5G cellular network, RFID and machine learning*, KKIO Software Engineering Conference, 2018, pp. 151—165.
43. Roman, K. Analysis and evaluation of the implementation level of the smart city concept in selected polish cities, BRAIN. *Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 2018, pp. 138—145
44. Stuart, G. and OzawaMeida, L. Supporting. *Decentralised Energy Management through Smart Monitoring Systems in Public Authorities*, Energies, 2020.
45. Official site of Lutsk City Council, Decision of the City Council of June 26, 2019 No 58 / 56 Lutsk *On approval of the city complex program Safe City of Lutsk "for 2019—2021"*, available at: <https://www.lutskrada.gov.ua/documents/prozatverdzhenniamiskoikompleksnoiprogramybezpechnemistolutskna20192022> (дата звернення 26.02.2022)
46. SzarekIwaniuk P., & Senetra A. Access to ICT in Poland and the cocreation of urban space in the process of modern social participation in a smart city A Case Study. *Sustainability*. 2020. 12 (5), 2136.
47. Kozhanova, A.V. Financing of Development of the Digital Infrastructure of "Smart" Cities. *Artificial Intelligence*. 2020. 1100, 111
48. Davies A. IOT, Smart Technologies, Smart Policing: The Impact for Rural Communities. *In Smart Village Technology*. 2020. Pp. 25—37. Springer, Cham.
49. Vdovychenko V. Influence of reserve of carrying capacity of massage of points is on the sentinel parameters of outage of passenger of transport vehicles. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2018. No1/2(39). С. 69-76.

50. Vdovychenko V. Analysis of the formation of fluctuations of service time of vehicles in transport-transfer stations of urban passenger transport. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 2017. No4/2(36). С. 37-43.
51. Lai, C.S., Jia, Y., Dong, Z., Wang, D., Tao, Y., Lai, Q.H., Lai, L.L.,. A review of technical standards for smart cities. *Clean Technol*, 2020. 2 (3), 290–310.
52. Prakash, M., Ramage, S., Kavvada, A., Goodman, S. Open Earth observations for sustainable urban development. *Remote Sens*, 2020, 12 (10), 1646.
53. Westraadt, L., & Calitz, A.P. *A gap analysis of new smart city solutions for integrated city planning and management*. In Proceedings of the Annual Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists, 2018, September, c. 145–153.
54. Yigitcanlar, T., Kankanamge, N., Vella, K. How are smart city concepts and technologies perceived and utilized? A systematic geo-twitter analysis of smart cities in Australia. *Urban Technol.*, 2020, c. 1–20.
55. Sanchez-Corcuera, R., Nunez-Marcos, A., Sesma-Solance, J., Bilbao-Jayo, A., Mulero, R., Zulaika, U., Almeida, A. Smart cities survey: technologies, application domains and challenges for the cities of the future. *Int. J. Distrib. Sens. Netw*, 2019, c. 15.
56. Wu, S.M.; Chen, T.-C.; Wu, Y.J.; Lytras, M. Smart Cities in Taiwan: A Perspective on Big Data Applications. *Sustainability*, 2018, c.104-106.
57. Visvizi, A.; Lytras, M.D. *Transitioning to Smart Cities: Mapping Political, Economic, and Social Risks and Threats; Elsevier-US: New York, NY, USA*, 2019.
58. Visvizi, A.; Lytras, M.D. Editorial: Policy Making for Smart Cities: Innovation and Social Inclusive Economic Growth for Sustainability. *Policy Mak*. 2018, c. 1–10.
59. Almeida A, Mulero R, Rametta P, et al. A critical analysis of an IoT-aware AAL system for elderly monitoring. *Future Gener Comput Syst*, 2019; c. 598–619
60. Helbostad JL, Vereijken B, Becker C, et al. Mobile health applications to promote active and healthy ageing. *Sensors* 2017; c. 622.

61. Prandi C, Melis A, Prandini M, et al. Gamifying cultural experiences across the urban environment. *Multimed Tool Appl*, 2018; c.3341–3364.
62. Go´mez-Carmona O, Casado-Mansilla D and Lo´pezdeIpin˜a D. Multifunctional interactive furniture for smart cities. *Proceedings*, 2018; 2: 1212
63. Lau BPL, Wijerathne N, Ng BKK, et al. Sensor fusion for public space utilization monitoring in a smart city. *IEEE Internet Things*, 2018, c.473–481.
64. Moon S and Lee J-W. Multi-residential demand response scheduling with multi-class appliances in smart grid. *IEEE Trans Smart Grid*, 2018, c. 2518–2528
65. Pereira GV, Parycek P, Falco E, et al. Smart governance in the context of smart cities: a literature review. *Inform Polity*, 2018; c. 143–162.
66. Johannessen MR and Berntzen L. The transparent smart city. In: Rodrı´guez Bolı´var M (eds) Smart technologies for smart governments. 2018, c.67–94.
67. Silva BN, Khan M and Han K. Towards sustainable smart cities: a review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustain Cities Soc*, 2018, c. 697–713.
68. Lim C, Kim KJ and Maglio PP. Smart cities with big data: reference models, challenges, and considerations. *Cities* 2018; c. 86–99.
69. Longo F, Puliafito A and Rana O. Guest editors introduction to the special issue on fog, edge, and cloud integration for smart environments. *ACM Trans Internet Technol*, 2019; c.17.
70. Tomar, R., Khanna, A., Bansal, A., Fore, V.: An architectural view towards autonomic cloud computing. In: Satapathy, S.C., Bhateja, V., Raju, K.Srujan, Janakiramaiah, B. (eds.) Data Engineering and Intelligent Computing. AISC, 2018, c. 573–582.
71. Gupta, H., Vahid Dastjerdi, A., Ghosh, S.K., Buyya, R.: iFogSim: a toolkit for modeling and simulation of resource management techniques in the internet of things, Edge and Fog computing environments. *Softw.: Pract. Exp.*, 2017, c.1275–1296.
72. T. Garg, N. Kagalwalla, P. Churi, A. Pawar, and S. Deshmukh. A survey on security and privacy issues in IoV, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 2020, no. 5, c. 5409.

73. N. Gupta, A. Prakash, and R. Tripathi, Internet of Vehicles and its Applications in Autonomous Driving, *Springer*, 2021.
74. M. K. Priyan and G. U. Devi, A survey on internet of vehicles: applications, technologies, challenges and opportunities. *International Journal of Advanced Intelligence Paradigms*, 2019, c. 98–119.
75. V. Astarita, V. P. Giofrè, G. Guido, and A. Vitale. A review of traffic signal control methods and experiments based on floating car data (FCD), *Procedia Computer Science*, 2020, c. 745–751.
76. Avatefipour, O., Sadry, F. *Traffic management system using IoT technology-A comparative review*. In: 2018 IEEE International Conference on Electro/Information Technology (EIT), c.1041-1047.
77. A. Allström, J. Barceló, J. Ekström, E. Grumert, D. Gundlegård and C. Rydergren, Traffic Management for Smart Cities, Designing, Developing, and Facilitating Smart Cities: Urban Design to IoT Solutions, 2017, c. 211-240.
78. A. Hilmani, A. Maizate and L. Hassouni, Automated Real-Time Intelligent Traffic Control System for Smart Cities Using Wireless Sensor Networks, *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2020, c. 1-28.
79. M. Akkurt and K. Küçük, Simulation of Smart City Applications Based on IoT Technologies with CupCarbon, In Proc. *3rd International Conference on Computer Science and Engineering*, 2018, pp. 179-184.
80. Batty, M. Big data, smart cities and city planning. *Dialogues in Human Geography*, 2018, c. 274–279.

Додаток А

(обов'язковий)

ПРЕЗЕНТАЦІЯ ДО ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ДИПЛОМНА РОБОТА

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛУ МІСЦЬ В ТРАНСПОРТІ

Виконала роботу студентка
К12м-20-1
Бойко Аніта Олексіївна
Науковий керівник, к.т.н., доцент
Гнатчук Єлизавета Геннадіївна

Мета магістерської роботи це покращення якості пасажирських перевезень в громадському транспорті, підвищення рівня комфорту для пасажирів.

Об'єкт дослідження є процеси управління пасажиропотоком у транспорті.

Предмет магістерської роботи це методи та моделі розподілу місць в транспорті.

Практична цінність отриманих результатів. В результаті наукового дослідження розроблені методи розподілу місць, які допоможуть користувачам знати маршрут заздалегідь, а також дізнатись яке з місць їм краще обрати для власної поїздки.

НАУКОВА НОВИЗНА ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Набув подальшого розвитку метод розподілення місць завдяки мобільному додатку, що дозволяє прокласти маршрут та допомагає обрати зручне місце для поїздки в пункт призначення, що своєю чергою допомагає підвищити рівень комфорту для пасажирів.

Удосконалений метод електронного вибору місця, в частині додавання вагових датчиків сидіння, що допомагає фіксувати кількість зайнятих місць та надавати інформацію наступним пасажиром через мобільний додаток про вільні сидячі місця в транспортному засобі.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ

На сьогоднішній день в результаті збільшення пасажиропотоку в місті постала гостро проблема розподілу місць в транспорті. Покращення якості пасажирських перевезень в громадському транспорті та підвищення рівня комфорту для пасажирів є актуальною задачею, вирішенню якої присвячена дана магістерська робота.

Вирішити цю задачу допоможе комп'ютерна система розподілу місць в транспорті.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В сучасних країнах, які розвиваються разом з технологіями, давно запроваджена система Smart City.

Гонконг, Бразилія, Канада, США, Барселона, Румунія, Велика Британія вже розподіляють місця в громадському транспорті.

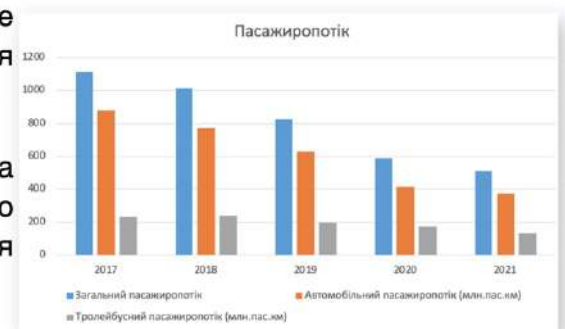
Було досліджено 4 методи розподілу місць в транспорті для м. Хмельницького та його жителів.

Для розробки найефективніших методів розподілу було залучено громадян міста, які проходили опитування до початку вивчення теми та після розробки методів.

РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНОЇ РОБОТИ

Аналіз теми показав, що досить багато науковців досліджували теми, пасажиропотоку в місті, але не було запропоновано реального рішення визначення наявності вільних місць в транспорті.

Було проведено порівняння двох міст, м.Київа та м.Хмельницького, в якому без громадського транспорту важко дістатись до місця призначення.



МЕТОД ЕЛЕКТРОННОГО ВИБОРУ МІСЦЯ

Пасажиру потрібно вибрати місце в транспорті, оплатити проїзд електронним квитком або банківською картою та зайняти обране місце.

В ході дослідження, було протестовано метод та основним його недоліком є довгий процес заходу 1 пасажирів, що далі створює затори.



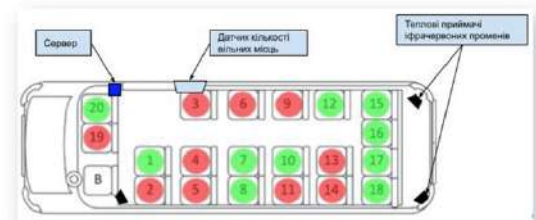
ІНФРАЧЕРВОНІ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗПОДІЛУ

Метод заснований на вимірюваннях за допомогою камер з інфрачервоним випромінюванням, завдяки яким буде здійснюватись відслідковування і розподіл пасажирів.

Кількість пасажирів визначається за допомогою променів. Промінь скорочується - зайняте місце.

На екран, при вході в автобус, буде виведено де є вільні місця та їх кількість.

Недоліком цього методу є довга обробка даних між сервером, тензодатчиком та екраном для пасажирів.



МЕТОД РОЗПОДІЛЕННЯ МІСЦЬ ЗА ДОПОМОГОЮ МОБІЛЬНОГО ДОДАТКУ

Метод заснований на вимірюваннях завдяки тензодатчикам, які синхронізовані з сервером та передають дані в мобільний додаток.

Пасажир, вибравши маршрут, зможе одразу побачити кількість вільних місць та час, коли прибуде транспортний засіб.

Також додатковою функцією є можливість виведення завантаженості зупинок, яка буде фіксуватись на основі запитів.

Перевагою методу є можливість додавання різних функцій для громадян міста.

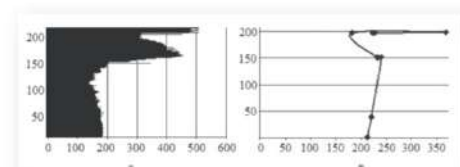


МЕТОД, ЗАСНОВАНИЙ НА ВИЯВЛЕННІ МАКСИМАЛЬНОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ

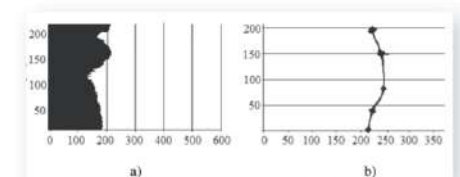
Метод виявлення здійснюється шляхом оцінки зміни загальної інтенсивності щодо осі X та Y та шляхом реєстрації їх максимумів.

Метод дозволив спостерігати траєкторію руху об'єкта та оцінювати тривалість «заходження».

Після якісної оцінки методу в різних ситуаціях була виявлена точність 90% для того, щоб одна людина сідала/виходила з автобуса. Цей метод не підходить для ситуацій, коли заходить/виходить більше однієї людини.



Графік сумарної інтенсивності в проекції Y та отриманої траєкторії руху



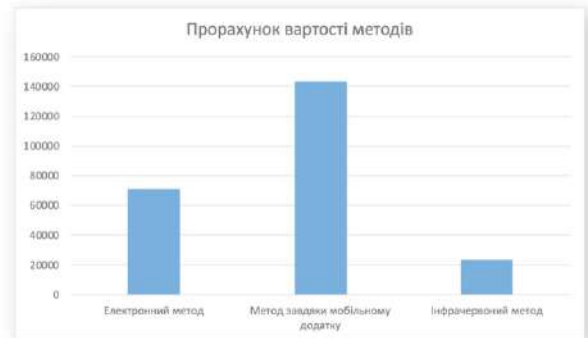
Графік сумарної інтенсивності в проекції Y та стриманої траєкторії руху з додаванням фільтру

ВАРТІСТЬ ТА ОКУПНІСТЬ ПРОЕКТІВ

Згідно з орієнтовними розрахунками, найдорожчим є методом завдяки мобільному додатку.

Додатково також було прораховано окупність проектів, яка складає:

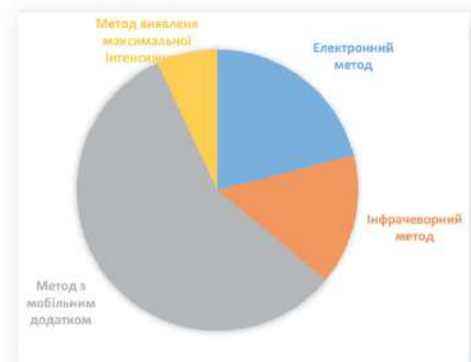
- Електронний метод - 9 місяців.
- Інфрачервоний метод - 3 місяці
- Метод за допомогою мобільного додатку - 1 рік 7 місяців



РЕЗУЛЬТАТИ ОПИТУВАННЯ ПАСАЖИРІВ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

Додатково опитано пасажирів, які щодня користуються громадським транспортом. Їм було запропоновано 4 методи.

Було прогнозовано, що метод розподілу місць за допомогою мобільного додатку буде найефективнішим та зручним для користувачів. В цьому переконалися на 100% після опитування пасажирів.



РИЗИКИ ДЛЯ ПАСАЖИРІВ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

1. Переповненість пасажирами у години пік. У зв'язку з цим виник ризик переповненості громадського транспорту та його нестачі.
2. Задуха в автобусах, яка пов'язана з перенасиченням пасажиропотоку. Духота завдає пасажирам велику кількість незручностей, аж до нестачі кисню та ризику непритомності.
3. Ризик старіння маршрутів наземних транспортних засобів. При цьому як і раніше існують маршрути, напрямом яких збігається з рухом гілки тролейбуса. Запуск нових маршрутів між станціями дозволить отримувати прибуток наземному транспорту.
4. Старіння рухомого складу наземного транспорту. Більшість автобусів і тролейбусів сильно застаріли і вимагають термінової заміни. У них їздити стає досить незручно, в зимовий час у них холодно, а в літній період — жарко.

ВИСНОВКИ

У роботі за результатами виконаних теоретичних та практичних досліджень було розроблено комп'ютерну систему розподілу місць в автобусному транспорті.

Досить багато науковців вивчали пасажиропотік в місті та характеристики пасажиропотоку, але на сьогодні задача визначення вільних місць в транспорті не вирішена.

У ході виконання кваліфікаційної роботи було розглянуто 4 методи для розподілу місць в громадському транспорті. Також було досліджено пасажиропотік міста Хмельницького та для роботи обрано два популярних маршрути, на базі яких тестувались гіпотези.

В результаті проведених досліджень набув подальшого розвитку метод розподілення місць завдяки мобільному додатку, що дозволяє прокласти маршрут та допомагає обрати зручне місце для поїздки в пункт призначення, що своєю чергою допомагає підвищити рівень комфорту для пасажирів.

Удосконалений метод електронного вибору місця, в частині додавання вагових датчиків сидіння, що допомагає фіксувати кількість зайнятих місць та надавати інформацію наступним пасажиром через мобільний додаток про вільні сидячі місця в транспортному засобі.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

В результаті виконаного наукового дослідження розроблені методи розподілу місць, які допоможуть користувачам знати маршрут заздалегідь, а також дізнатись яке з місць їм краще обрати для власної поїздки.

Результати досліджень можна використати для покращення пасажиропотоку в місті Хмельницькому. Також розроблений метод з мобільним додатком допоможе додатково інтегрувати потрібні послуги для зручності громадян міста.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

Додаток Б
(обов'язковий)
КОПІЯ ФАХОВОЇ СТАТТІ

Є.Г.ГНАТЧУК, А.О. БОЙКО, А.Я. ГНАТЧУК

Хмельницький національний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ РОЗПОДІЛУ МІСЦЬ В ГРОМАДСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

В роботі проведено дослідження чотирьох методів розподілу місць в громадському транспорті. Під час пандемії проблема розподілу місць в транспорті є актуальною задачею. За результатами проведених досліджень удосконалено метод електронного вибору місця в частині додавання вагових датчиків сидіння, що дає можливість фіксувати кількість зайнятих місць та допомагає надавати інформацію пасажиром за допомогою мобільного додатку про вільні місця. Також набув подальшого розвитку метод за допомогою мобільному додатку, що дозволяє прокласти маршрут та допомагає обрати зручне місце для поїздки в пункт призначення.

Ключові слова: розподіл місць в транспорті, комп'ютерна система розподілу місць, громадський транспорт, комп'ютерні системи.

YELYZAVETA HNATCHUK, ANITA BOIKO, ALINA HNATCHUK

Khmelnitsky National University

RESEARCH OF METHODS OF DISTRIBUTION OF SEATS IN PUBLIC TRANSPORT

The study of four methods of distribution of seats in public transport. During a pandemic, the problem of allocating seats in transport is an urgent task. According to the results of the research, the method of electronic seat selection has been improved in terms of adding seat weight sensors, which allows to record the number of occupied seats and helps to provide information to passengers through a mobile application for free seats. The method has also been further developed with the help of a mobile application that allows you to plan a route and helps you choose a convenient place to travel to your destination.

Key words: distribution of seats in transport, computer system of distribution of seats, public transport, computer systems.

Introduction

Analysis of the research topic showed that many researchers have studied topics such as passenger traffic in the city, the probability of passenger traffic in transport interchanges, but unfortunately, none has studied the topic of how to determine the availability of vacancies in transport. Therefore, additional surveys were conducted and three options for the distribution of seats in public transport were developed.

Research and surveys have developed methods for allocating seats. Additionally, the official documents on passenger traffic in Khmelnytsky for the period 2017-2021 were considered. [1,2].Method electronic site selection

The essence of this method is that when entering public transport, the passenger must pay with the help of EC or BC, choose a place on the screen and then go to the selected place [3]. The allocation of seats in public transport through electronic seat selection will help to record the number of occupied seats and warn subsequent passengers about free seats

in the vehicle. The method is effective under the condition of moderate passenger traffic [2]. For rush hour, you should improve this method: add weight sensors to the seat. The strain gauges will be connected to the information board, using a strain gauge cable and an analog-to-digital converter, to highlight current information. To pay for travel on the back of the seat, attach an NFS sensor (Fig. 1), which will be programmed for non-cash payment, which will be an advantage for passengers.

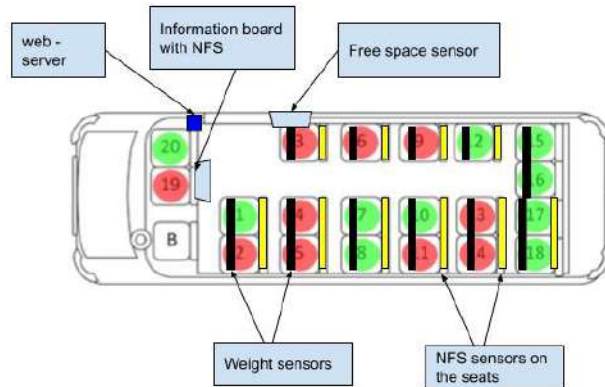


Figure 1. Scenario of electronic seat selection with a weight sensor on each seat and an NFS sensor on the back of each seat.

Infrared distribution technology

Cameras with such sensors measure the number of passengers using light rays (Fig. 2). When the distance of the beam is reduced, the occupied position is registered. The sequence in which the rays are broken determines the direction of movement of the passenger. As far as we know, infrared technology is most common in buses and they are easy to find in trade. This method is effective, but there is a possibility of incorrect data during passenger traffic. Therefore, the error of incorrect data is present here. Video imaging technology measures the number of passengers using appropriate cameras in the bus that recognize the passenger. They use several algorithms to:

- a) motion detection
- b) assessment of its direction
- c) confirmation of the existence of a moving passenger.

The cameras send a signal through the router to the web-server, where the data on free seats in the vehicle are processed and displayed on an additional board for information to subsequent passengers.

In addition to the task of fixing free passenger seats, infrared sensors can serve as a camera that will provide control in the vehicle during passenger traffic [3,4]. This helps drivers avoid dangers on the road and transport companies improve service.

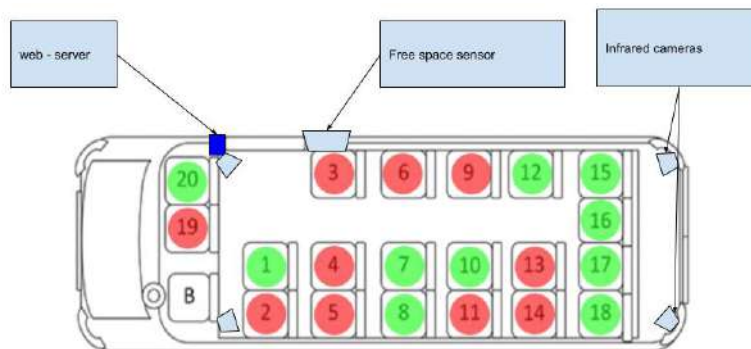


Figure 2. Infrared distribution method

Method of allocation of places by means of the mobile application

This method is based on one of the above and improved for the convenience of passengers. Thanks to the installed sensors in the car, ie weight sensors, we can see the number of occupied seats and navigate which route to go next. Thanks to the artificial intelligence system [4,8], the information is quickly updated and provides only accurate data. During rush hour, there will be a load on the server, which we will take into account in the development of this system. In addition, the potential passenger will be warned that during rush hour seats are quickly occupied [5].

With the help of a developed application for a smartphone. In the application, the passenger can enter the start and end points of the route. A similar system can be seen in Google Maps, which selects the fastest route. In megacities, the function of viewing the employment of minibuses based on passenger feedback is available. But a small percentage of public transport users leave feedback, so Google Maps may not always be relevant [6]. The application will work on the following principle (Fig. 3):

1. The passenger chooses a route by number or enters points A and B.
2. The system automatically searches for options for the appropriate route
3. Check of free places in transport:
 - a. If there are more than or equal to 3 seats, then the notice of waiting time for the vehicle;
 - b. If there are less than 3 places, another route is laid and the set conditions are checked again
 - c. We repeat cyclically until we find a suitable option.
4. After finding the desired route, the application informs in which parts of the vehicle it is better to take a place and the approximate time of arrival at the station.

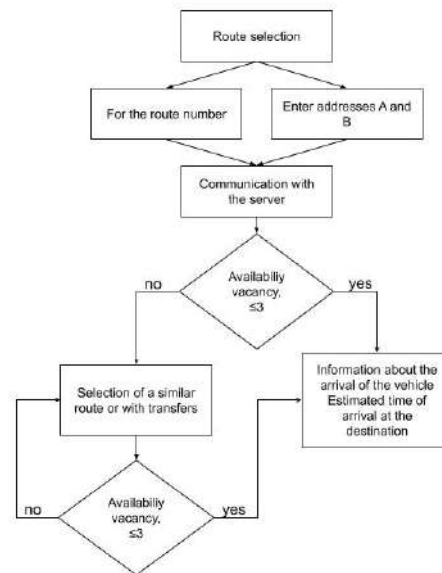


Figure 3. The logic of the application to find the appropriate route.

Each car that transports citizens of the city must have appropriate weight sensors that will record the number of occupied seats. They will be placed under the seat. The sensor has measuring limits from 20 kg to 200 kg. In addition to weight sensors, at the entrance to the car will be a POS-terminal for payment by bank card (Fig. 4), as well as QR-codes for payment using Internet banking applications. Adding such payment methods will reduce the work for drivers, because young people and people over 35 use the payment systems Apple Pay, Google Pay, Pay Pass [7,8].

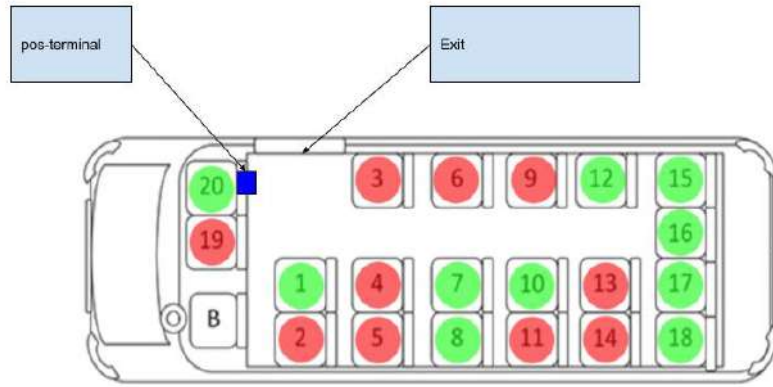


Figure 4. Location of the POS terminal in the Volkswagen bus. Quantity of 1 piece.

In addition to the installed sensors in the bus, an algorithm of the server part of the public passenger registration system has been developed, which will include: initialization of parameters, checking the availability of input data, saving data, checking the accuracy and completeness of data, checking for automatic data processing, data processing, presentation of results.

A method based on the detection of maximum intensity

This method of determination is performed by estimating the change in total intensity relative to the X and Y axes and by recording their maxima. This method allowed to observe the trajectory of the object and estimate the duration of the "approach" [5]. The full projection on the X axis only helps us to find a person relative to the X axis. The full projection on the Y axis changes when moving to / from the tire, so the continuity of the Y axis is much more important than the continuity of the X axis. where there are jumps of total intensity (the reason - steel fittings of entrance stairs, fig. 5)

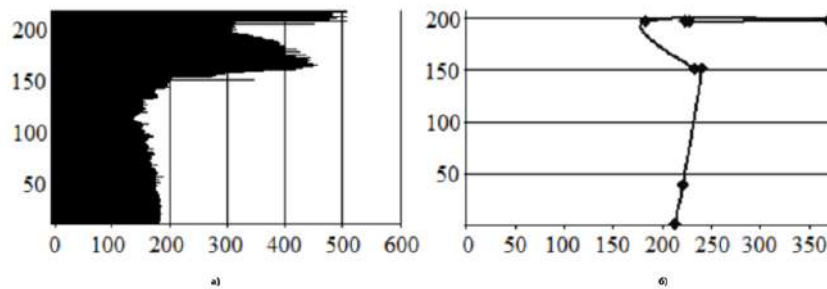


Figure 5. Graph of total intensity: a - graph of the sum of the intensity of the projection Y; b - defined trajectory of one person.

Analysis of the trajectory showed that there was an improvement, although due to a number of shortcomings, inaccuracy still prevails [4]. In an attempt to solve this linear filter, the moving average was realized, where a is the weighting factor, n is the sum of the intensity of the line number of the projection of the Y axis.

$$y(n) = ax(n) + ax(n-1) + ax(n-2) + ax(n-3) \tag{1}$$

This filter allowed to reduce the impact of background noise and correctly indicate the trajectory of passengers (Fig. 6).

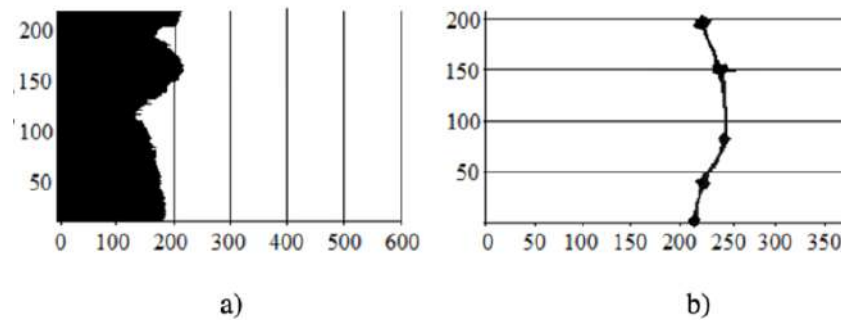


Figure 6. Graph of the total intensity in the projection Y and the resulting trajectory: a - graph of the sum of the intensity of the projection Y; b - defined trajectory of one person.

After a qualitative evaluation of the method in 70 different situations, an accuracy of 90% was found for one person to get on / off the bus. This method is not suitable for situations where more than one person enters / exits.

Every day, millions of citizens travel by public transport around the city and its environs. People use different types of vehicles, they can be: one of the most popular types of transport at the moment - bus and trolleybus routes, suburban trains, airplanes [9]. Each of these types of vehicles has its own problems, so moving on them is subject to certain risks that are inherent in all modes of transport or may have their own vehicle. Let's consider some of the main risks associated with public transport and passenger traffic - congestion in buses, which is associated with oversaturation of passenger traffic and the risk of aging routes of land vehicles. In addition, there are less obvious, but equally important risks - traffic congestion, which in turn creates congestion at stops [8].

Conclusions

Analysis of the research topic showed that many researchers have studied topics such as passenger traffic in the city, the probability of passenger traffic in transport interchanges, but unfortunately, none has studied the topic of how to determine the availability of vacancies in transport. During the research, we learned that on weekdays, working trips from 07.30-09.00 and 17.00-19.00 predominate. The inter-peak period is characterized by a decrease in the efficiency of vehicle use by increasing the intervals of their movement. During the study, 4 methods were developed for the distribution of seats in public transport and passenger traffic in Khmelnytsky. Two popular routes were chosen for the work, on the basis of which hypotheses were tested. During additional research, one of the methods was not relevant, so its study stopped at the stage of theoretical ideas. The best option for allocating seats in a public place is the method of allocation using a mobile application, because it is primarily convenient for users who can quickly choose their route and learn immediately about the number of available seats. You do not need to involve additional passengers, because you know the information in advance, you can plan another route to save time.

Literature

1. Khmelnytsky City Council, 2021, URL: http://km.ukrstat.gov.ua/ukr/statinf/tz/ppvt_r.htm
2. Economic Amendment, 2022, URL: <https://www.althoughda.com.ua/news/2022/02/11/682308/>
3. Students book, 2018, URL: https://studbooks.net/2463131/tehnika/opredelenie_vozmozhnogo_passazhiropotoka
4. IA Kara, 2017, Determination of passenger traffic on urban routes using fuzzy logic and transactions of cellular subscribers, pp.85-94.
5. Demchuk, I.. Characteristics of factors influencing the formation of passenger flows on public transport routes / I. Demchuk, R. Khalak // Proceedings of the II All-Ukrainian scientific-theoretical conference "Problems with traffic flows and directions for their solution." - Lviv, 2017. - P. 30 - 32
6. Demchuk, I. The Model of Correspondence of Passenger Transportation on the Basis of Fuzzy Logic / Ye. Fornalchyk, A. Bilous, I. Demchuk - Econtechmod: an international quarterly journal on economics in technology, new technologies and modeling processes. - Lublin; Rzeszow, 2017. - Volume 04, number 2. - P. 59-64.
7. Inclusive smart cities: European Manifesto for Citizen Involvement. URL: https://esmartcities.eu/sites/default/files/2017-09/EIP-SCC%20Manifesto%20on%20Citizen%20Engagement%20%26%20Inclusive%20Smart%20Cities_0.pdf
8. Giffinger, R. ; Christian, F. ; Hans, K. ; Kalasek, R. ; Pichler-Milanovic, N. ; Evert, M. Smart cities: a rating of medium-sized cities in Europe. URL: <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/smart-cities>
9. Yap, M. D., O. Cats, N. Van Oort, and S. P. Hoogendoorn. 2017. "Reliable Algorithm of the Transmission Conclusion for Travels in Public Transport during Interruptions" Transport Research Procedure, p.1042–1049.

Ім'я користувача:
Кафедра КІ

ID перевірки:
1011027259

Дата перевірки:
02.05.2022 17:12:19 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
02.05.2022 17:12:40 EEST

ID користувача:
100005591

Назва документа: **Бойко_Комп'ютерна система розподілу місць в транспорті**

Кількість сторінок: 77 Кількість слів: 13108 Кількість символів: 99808 Розмір файлу: 11.75 MB ID файлу: 1010929453

2.01% Схожість

Найбільша схожість: 0.61% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1010865495)

1.11% Джерела з Інтернету

66

Сторінка 79

1.03% Джерела з Бібліотеки

90

Сторінка 79

0.18% Цитат

Цитати

1

Сторінка 80

Не знайдено жодних посилань

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

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

Замінені символи

5

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 0.0%

Словари проверок: en_US, ru_RU, ua_UA. Ошибок в документах: 6%

ID: 103239 Название: Комп'ютерна система розподілу місць в транспорті Добавлено в БД: 2022-05-02 Авторы: Бойко А.О. Руководитель: Гнатюк Є.Г. Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	87152	696	818 (1%)	13 (2%)

Источник плагиата

ID	Описание	Падение плагиата в документе	
		Символы	Лексемы

РЕЦЕНЗІЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дипломник: Бойко Аніта Олексіївна

Тема: Комп'ютерна система розподілу місць в транспорті

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Обсяг кваліфікаційної роботи:

Кількість листів креслень ___ - ___ Кількість сторінок записки 102

1. Короткий зміст роботи та прийнятих рішень: У роботі удосконалено метод електронного вибору місця в частині додавання вагових датчиків сидіння, що дає можливість фіксувати кількість зайнятих місць та допомагає надавати інформацію пасажиром за допомогою мобільного додатку про вільні місця. Також набув подальшого розвитку завдяки мобільному додатку, що дозволяє прокласти маршрут та допомагає обрати зручне місце для поїздки в пункт призначення.

2. Висновок про відповідність роботи дипломному завданню: Кваліфікаційна робота відповідає виданому завданню. _____

3. Характеристика виконання кожного розділу, ступінь використання останніх досягнень науки і техніки і передових методів роботи: В першому розділі досліджено статистичні дані пасажиропотоку за період 2017-2021 років. Проаналізований досвід зарубіжних та вітчизняних дослідників. В другому розділі було розглянуто особливості пасажиропотоку в м. Хмельницькому, наведено методи підрахунку пасажиропотоку в транспорті. Третій розділ присвячений розробленню методів та алгоритмів комп'ютерної системи розподілу місць в транспорті, проаналізовані переваги та недоліки існуючих методів та запропоновані власні рішення, що дозволяють удосконалити існуючі методи для підвищення рівня комфорту для пасажирів. В четвертому розділі розглянуто ризики та проведений підрахунок вартості реалізації цих методів. Також запропонована реалізація комп'ютерної системи розподілу місць в транспорті. _____

4. Позитивні сторони роботи: У роботі удосконалено метод електронного вибору місця в частині додавання вагових датчиків сидіння, що дає можливість

фіксувати кількість зайнятих місць та допомагає надавати інформацію пасажиром за допомогою мобільного додатку про вільні місця. Також набув подальшого розвитку завдяки мобільному додатку, що дозволяє прокласти маршрут та допомагає обрати зручне місце для поїздки в пункт призначення. Проведені експерименти на вибраних маршрутах м. Хмельницького, що довели ефективність запропонованих рішень.

5. Негативні сторони роботи: -

6. Оцінка графічного оформлення та пояснювальної записки роботи: -

7. Відгук про роботу в цілому: Робота виконана на достатньо високому науковому рівні.

8. Інші зауваження: -

9. Оцінка дипломної роботи: Розглянувши представлену кваліфікаційну роботу вважаю, що робота заслуговує оцінки відмінно 4.75 (A).

Рецензент (прізвище, ім'я, по батькові, посада, місце роботи) Бедратек Леонід Петрович, доктор фізико-математичних наук, проректор з безпеки інженерії ПЗ ХНУ

"04" 05 2022 р.

 (підпис)

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ

Направляється студент Бойко Аніта Олексіївна на захист дипломного проекту (роботи)
(прізвище, ім'я, по батькові)

за спеціальністю 123 - Комп'ютерна інженерія

На тему: Комп'ютерна система розподілу місць в транспорті

Дипломний проект (робота), рецензія і довідка про перевірку на плагіат додаються.

Декан факультету



О. Рабенко
(ім'я, прізвище)

ДОВІДКА УСПІШНОСТІ

Бойко А. О. за період навчання на факультеті інформаційних технологій з 2020 по 2022 роки повністю виконав навчальний план спеціальності з таким розподілом оцінок за національною шкалою: відмінно 45,45 %, добре 27,27 %, задовільно 27,27 %. шкалою ЄКТС: А 31,58 %, В 5,26 %, С 10,53 %, D 21,05 %, E 31,58 %.

Методист факультету

[Signature]
(підпис)

(ім'я, прізвище)

ВИСНОВОК КЕРІВНИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ) ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОЦІНКИ

Студент Бойко Аніта Олексіївна виконала кваліфікаційну роботу магістра на достатньо високому науковому рівні, виконавши ці поставлені задачі в повному обсязі

Оцінка дипломного проекту (роботи) Відмінно А (4,75)

Керівник дипломного проекту

[Signature]
(підпис)

Ткачук Е. Т.
(ім'я, прізвище)

" " " 2022 р.

ВИСНОВОК КАФЕДРИ ПРО ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ)

Дипломний проект (роботу) розглянуто. Студент Бойко А. О. допускається до захисту цього проекту (роботи) в екзаменаційній комісії.

Завідувач кафедри

Київ
(назва)

[Signature]
(підпис, ім'я, прізвище)

" 04 " 05 2022 р.

РІШЕННЯ ЕКСПЕРТНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

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

Назва: Комп'ютерна система розподілу місць в транспорті
 Автор: Бойко Аніта Олексіївна
 Спеціальність: 123 – Компютерна інженерія
 Освітня програма: освітньо-наукова
 Науковий керівник: Гнатчук Єлизавета Геннадіївна

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

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

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

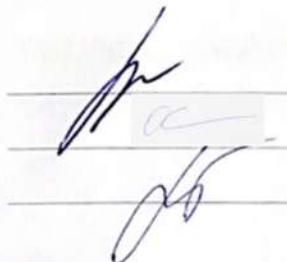
- 1) запозичення розміщені в розділах аналізу існуючих аналогів та прототипів, які не описують безпосередньо авторське дослідження і не стосуються результатів роботи;
- 2) усі запозичення фрагментарні, або мають належним чином оформлені посилання;
- 3) окремі виявлені збіги є загальнонавжаними фразами, про що свідчить посилання системи на збіг з 10-15 джерелами на один фрагмент речення;

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 2,01% і адресується до 46 періоджерела, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КІСП



С.Г. Гнатчук

О. С. Савенко

Т. О. Говорушенко

Завідувачу кафедри КІСП
д-р.техн.наук, проф. Говорущенко Т. О.

Бойко Аніта Олексіївна

ШБ здобувача вищої освіти

ФІТ, 2 курсу, групи КІ2М-20-1

ЗАЯВА

З правилами чинного Положення «Про дотримання академічної доброчесності в Хмельницькому національному університеті» від 26.09.2020 (зі змінами від 26.11.2020), згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування заходів дисциплінарної та академічної відповідальності, ознайомлений (а). Про використання програмно-технічних засобів для перевірки кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти на плагіатоповішений (а) та надаю свою згоду на обробку та збереження університетом моєї роботи в інституційному репозитарії університету.

Також надаю університету право на передачу моєї роботи для обробки та збереження в базах даних програмно-технічних засобів (Unicheck та Anti-Plagiarism) та використання роботи для виявлення плагіату в інших роботах, які перевіряються програмно-технічними засобами та користувачами, що мають доступ до цих програмно-технічних засобів, виключно в обмежених цілях для виявлення плагіату в текстах робіт.

Робота для перевірки університетом надається в друкованому та електронному варіанті. Електронна версія моєї роботи збігається (ідентична) з друкованою.

25.04.2022

дата


підпис