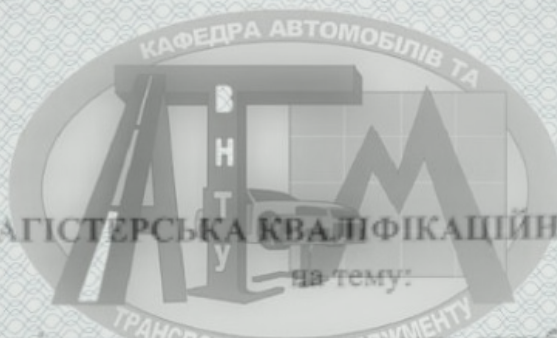


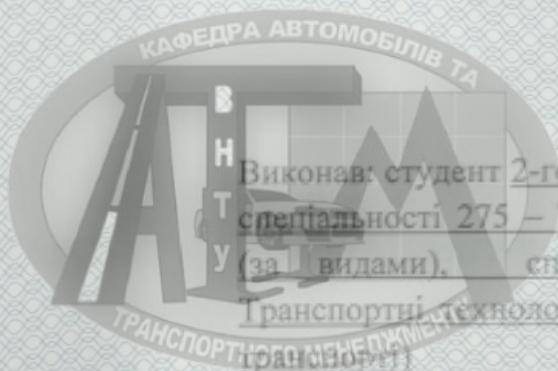
Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту



МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Підвищення якості пасажирських перевезень автобусами комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» в місті Вінниці шляхом використання автоматизованого методу складання розкладу руху»



Виконав: студент 2-го курсу, групи ІТТ-22м спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Судова Д. М.  
(орієнтовано на спеціальність)

Керівник: проф. каф. АТМ

Магарон В. А.  
(орієнтовано на спеціальність)  
12 2023 р.



Оponent: к.т.н., доцент кафедри ТАМ

Сухоруков С. І.  
(орієнтовано на спеціальність)  
12 2023 р.

Допущено до захисту  
згідно з рішенням кафедри АТМ  
к.т.н. доц. Цимбал С. В.  
(орієнтовано на спеціальність)

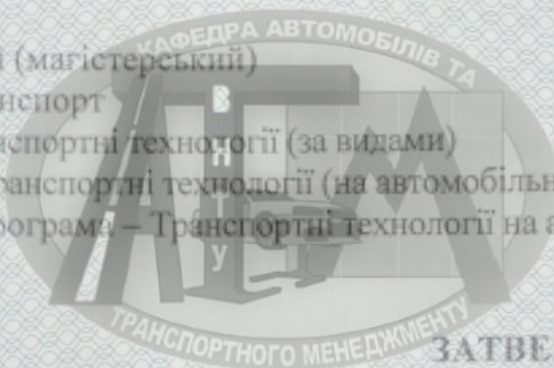
12 2023



Вінниця ВНТУ 2023

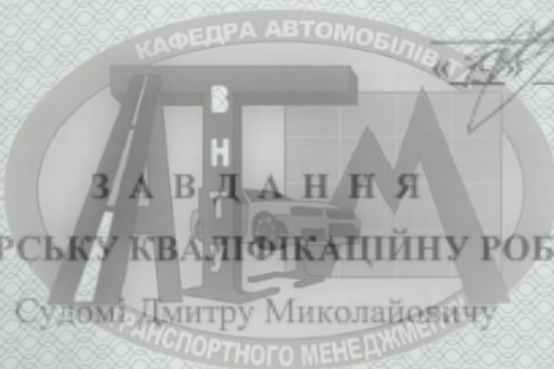
Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
Галузь знань – 27 – Транспорт  
Спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)  
Спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)  
Освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті



ЗАТВЕРДЖУЮ  
завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

2023 року



**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ  
Судомі Дмитру Миколайовичу

1. Тема роботи: Підвищення якості пасажирських перевезень автобусами комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» в місті Вінниці шляхом використання автоматизованого методу складання розкладу руху керівник роботи Макаров В. А., професор кафедри АТМ затверджені наказом ВНТУ від «18» вересня 2023 року № 247.

2. Строк подання студентом роботи: 04.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: список контрольних пунктів, список маршрутів, кількість рухомого складу, робочі години, кількість водіїв на комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія»

4. Зміст текстової частини:

1. Аналіз підприємства "Вінницька транспортна компанія"

2. Аналіз критеріїв якості пасажирських перевезень та постановка завдання розробки

3. Розробка структури і алгоритму роботи програми

4. Ефективність використання алгоритму

5. Оцінка праці та безпека в незвичайних ситуаціях



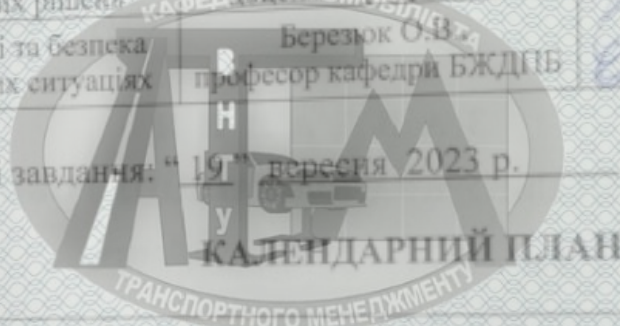
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

- 1 Вступ
- 2-5 Мета, предмет, об'єкт дослідження, задачі, актуальність теми
- 6-7 Про підприємство
- 8-9 Якість, критерії якості, аналіз податків
- 10-11 Блок схеми алгоритмів
- 12-16 Робота сайту
- 17-18 Ефективність роботи та висновок

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видані	завдання виконані
Розв'язання основної задачі	Макаров В.А. проф. кафедри АТМ	<i>[Signature]</i> 19.09.2023	<i>[Signature]</i> 19.09.2023
Визначення ефективності запропонованих рішень	Цимбал С.В., професор кафедри АТМ	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Березюк О.В., професор кафедри БЖДІБ	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

7. Дата видачі завдання: "19" вересня 2023 р.



№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Пр
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	19.09-02.10.2023	<i>[Signature]</i>
2	Аналіз відомих рішень, постановка задачі	19.09-02.10.2023	<i>[Signature]</i>
3	Обґрунтування методів дослідження	19.09-02.10.2023	<i>[Signature]</i>
4	Розв'язання поставлених задач	03.10-20.11.2023	<i>[Signature]</i>
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	21.11-29.11.2023	<i>[Signature]</i>
6	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	07.11-27.11.2023	<i>[Signature]</i>
7	Виконання розділу «Охорона праці»	07.11-27.11.2023	<i>[Signature]</i>
8	Пермоконтроль МКР	30.11-04.12.2023	<i>[Signature]</i>
9	Попередній захист МКР	05.12-07.12.2023	<i>[Signature]</i>
10	Рецензування МКР	08.12-11.12.2023	<i>[Signature]</i>
11	Захист МКР	12.12-22.12.2023	<i>[Signature]</i>

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи



*[Signature]*  
(підпис)

Судомя Д.М.  
керівник рецензентів

*[Signature]*  
(підпис)

Макаров В.  
керівник рецензентів

## АНОТАЦІЯ

УДК 004.422.8

Судома Д. М. Підвищення якості пасажирських перевезень автобусами комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» в місті Вінниці шляхом використання автоматизованого методу складання розкладу руху. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології, освітня програма – Транспортні технології. Вінниця: ВНТУ, 2023.

На укр. мові. Бібліогр.: 33 назв; рис.: 36; табл.: 18.

У магістерській кваліфікаційній роботі підвищені якості пасажирських перевезень автобусами комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» в місті Вінниці, робота яких демонстрована за допомогою системи автоматизованого методу складання розкладу руху. Подальшого розвитку отримав метод складання та узгодження руху.

Уперше запропоновано новаторський підхід до автоматизованого складання розкладу руху громадського транспорту. Як результат вдалось розробити ефективні алгоритми, які значно полегшують процес планування, забезпечуючи оптимальний рух маршрутів та підвищуючи точність узгодження розкладів різних видів транспорту.

Ключові слова: Громадський транспорт, автоматизований розрахунок розкладу руху, оптимізація маршрутів, транспортна втома, комп'ютерні технології, алгоритми планування, узгодження розкладів, підвищення продуктивності, пасажиро обслуговування, інновації у транспортній галузі, екологічні аспекти громадського транспорту — ключові аспекти дослідження у дипломній роботі.



## ABSTRACT

UDC 004.422.8

Sudoma D. M. Improving the quality of passenger transportation by buses of the municipal enterprise "Vinnytsia Transport Company" in the city of Vinnytsia by using an automated method of scheduling. Master's qualification work in the specialty 275 - Transport Technologies, educational program - Transport Technologies. Vinnytsia: VNTU, 2023.

In Ukrainian. Bibliography: 33 titles; Figs. 36; Tables: 18.

In the master's qualification work, the quality of passenger transportation by buses of the municipal enterprise "Vinnytsia Transport Company" in the city of Vinnytsia is improved, the work of which is demonstrated using the system of automated method of scheduling. The method of scheduling and coordination of traffic was further developed.

For the first time, an innovative approach to automated public transport timetabling was proposed. As a result, it was possible to develop effective algorithms that greatly facilitate the planning process, ensuring optimal route movement and increasing the accuracy of scheduling of different types of transport.

Keywords: Public transport, automated timetable calculation, route optimization, transport fatigue, computer technology, scheduling algorithms, timetable coordination, productivity improvement, passenger service, innovations in the transport industry, environmental aspects of public transport - key aspects of the research in the thesis.



## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>8</b>
<b>1 АНАЛІЗ ПІДПРИЄМСТВА “ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ”</b> .....	<b>11</b>
1.1 Розвиток підприємства.....	11
1.2 Служби підприємства.....	17
1.3 Поточний стан справ та проблемні питання.....	17
1.4 Заходи для підвищення якості пасажирських перевезень автобусами КП “ВТК”.....	20
1.5 Аналіз завдання і вибір методу вирішення поставленої задачі дослідження.....	21
1.6 Висновок до першого розділу.....	23
<b>2 АНАЛІЗ КРИТЕРІВ ЯКОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ</b> .....	<b>24</b>
2.1 Визначення критеріїв якості для вирішення поставленої задачі.....	24
2.2 Аналіз методів вирішення поставленої задачі.....	32
2.3 Порівняльний аналіз аналогів.....	33
2.4 Постановка задачі розробки.....	38
2.5 Висновки до другого розділу.....	39
<b>3 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ І АЛГОРИТМІВ РОБОТИ ПРОГРАМИ</b> 40	
3.1 Аналіз інформаційного забезпечення.....	40
3.2 Розробка інтерфейсу.....	41
3.3 Обґрунтування вибору та розробка дизайну.....	41
3.4 Розробка алгоритмів роботи програмного засобу.....	49
3.5 Використання систем керування базами даних.....	54
3.6 Висновки до третього розділу.....	60

<b>4 ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ .....</b>	<b>61</b>
4.1 Вибір методики тестування програмного додатку .....	61
4.2 Тестування програмного додатку .....	62
4.3 Практичне тестування розкладу руху .....	66
4.4. Додаткова аналітика техніко-економічних показників КП “ВТК” .....	69
4.4.1 Транспортна статистика та динаміка пасажирських перевезень у 2011-2023 роках .....	69
4.4.2. Додаткові заходи для підвищення якості пасажирських перевезень автобусами: .....	70
4.4.3. Очікуваний ефект від запропонованих додаткових заходів .....	71
4.5. Соціальна складова .....	71
4.6. Екологічна складова .....	73
4.7 Висновки до четвертого розділу .....	74
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	
<b>.....</b>	<b>75</b>
5.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці .....	75
5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони .....	75
5.1.2 Виробниче освітлення .....	77
5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання .....	79
5.1.4 Виробничі випромінювання .....	80
5.2 Технічні рішення щодо безпеки під час проведення підвищення якості пасажирських перевезень автобусами .....	81
5.2.1 Безпека перевезення пасажирів .....	81
5.2.2 Електробезпека .....	82
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях .....	82
5.4 Висновки до п'ятого розділу .....	84
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>85</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>86</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
<b>ДОДАТОК А .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Із розвитком і зростанням міст активно розвивається громадський транспорт: змінюються покоління рухомого складу, розширюється мережа маршрутів, вдосконалюється система управління транспортом. У розвитку сфери громадського транспорту важливу роль відіграє раціональна організація перевезень, невід'ємною частиною якої є питання складання розкладів руху транспорту.

Завдяки правильно складеному розкладу руху можна зменшити витрати енергоресурсів, забезпечити нормальну завантаженість всіх одиниць рухомого складу, підвищити якість обслуговування пасажирів, уникнути «транспортної втомлюваності», внаслідок якої у пасажирів виникають різноманітні фізіологічні розлади при тривалих транспортних переміщеннях або знаходженні у переповненому рухомому складі.

До появи персональних електронно-обчислювальних машин розрахунок розкладу руху та узгодження розкладів різних маршрутів на підприємствах-перевізниках здійснювався вручну, що вимагало витрати великого обсягу часу та людських зусиль.

Актуальність роботи обумовлена швидким розвитком комп'ютерних технологій, що дає можливість використовувати автоматизований метод складання розкладу руху. Завдяки цьому значно скорочується час на складання розкладу руху, з'являється можливість оперативного внесення змін до розкладу, враховуючи зміни умов роботи транспортних засобів на маршруті.

На сьогоднішній день існує декілька програм для вирішення цього питання. Однак, одні з них є застарілими та не відповідають сучасним вимогам, інші внаслідок великої вартості є найчастіше економічно неприйнятні для перевізників, зокрема комунальних підприємств автотранспорту.

### **Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.**

Напрямок досліджень відповідає Транспортній стратегії України на період до 2030 р., яку було схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від



30 травня 2020 р. № 430-р. Дослідження за темою роботи належать до основних напрямів наукових досліджень кафедри "Автомобілі та транспортний менеджмент" Вінницького національного технічного університету.

**Мета і задачі дослідження.** Метою роботи є підвищення продуктивності праці та скорочення термінів планування роботи рухомого складу шляхом автоматизованого розрахунку розкладу руху та узгодження розкладів руху різних маршрутів.

Основними задачами є:

- визначити якісні характеристики узгодженого розкладу руху;
- визначити перелік вхідних даних для проведення розрахунку та переліку інструментів для корегування результатів;
- побудувати алгоритм роботи програми формування та узгодження розкладу;
- розробити модуль розрахунку для користувацького додатку;
- провести тестування програмного продукту.

**Об'єкт дослідження** – це процес створення автоматизованого розрахунку суміщеного розкладу руху громадського транспорту.

**Предмет дослідження** – методи та засоби створення автоматизованого розкладу руху та його узгодження.

**Методи дослідження.** У магістерській кваліфікаційній роботі використовувалися: теорія математичного аналізу; теорія алгоритмів і програмного забезпечення для розробки програм; комп'ютерне моделювання для перевірки отриманих результатів.

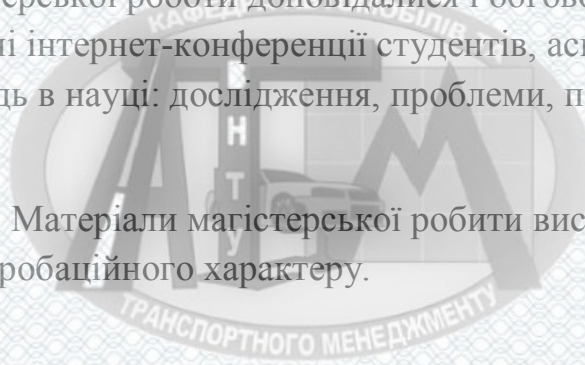
**Практичне значення одержаних результатів** роботи полягає у тому, що алгоритми були використані на підприємстві протягом 2 днів на підприємстві КП «ВТК», що дало економічну ефективність у виручці, у розмірі 112%.

**Новизна отриманих результатів.** У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено алгоритми роботи програми, особливо автоматизованого розрахунку суміщеного розкладу руху, який покращує якість обслуговування пасажирів

громадського транспорту та полегшує роботу працівників підприємства-перевізника.

**Апробація результатів роботи на наукових конференціях.** Основні положення магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на Міжнародні науково-практичні інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (м. Вінниця, 2023 р.) [1]

**Публікації.** Матеріали магістерської роботи висвітлені у 1 опублікованій науковій праці апробаційного характеру.



# 1 АНАЛІЗ ПІДПРИЄМСТВА “ВІННИЦЬКА ТРАНСПОРТНА КОМПАНІЯ”

## 1.1 Розвиток підприємства

28 жовтня 1913 року у Вінниці відкрили рух електричного трамваю на маршруті "Вокзал — Жіноча гімназія", протяжність якого становила 8.6 км. Весною 1914 року додали другу лінію від Миколаївського проспекту до Військового містечка. На двох двоколієних лініях працювали 11 вагонів фірми MAN. Один з цих вагонів відновлено та знаходиться в депо. Трамвай функціонував під час подій 1917-19 років, але у 1920 році рух було зупинено, і відновлено лише наприкінці листопада 1921 року.

У 1932 році відбулося перше розширення мережі з 1914 року - лінію проклали вулицею Пирогова до лікарні. Перед війною розпочалося будівництво нової лінії вулицею Фрунзе до хімкомбінату та трамвайного депо, але ці плани перервала війна. Рух припинився на початку війни, але під час німецької окупації у травні 1942 року було відновлено. Місто звільнили 20 березня 1944 року, і рух поновився за рік.

У 1955 році відкрили нову лінію від Хмельницького шосе до нового трамвайного депо, а також новий міст через Південний Буг. Протягом 1957–1959 років подовжили лінію вулицею Пирогова до лікарні ім. Ющенка. У 1960-і роки продовжили існуючі лінії, відкривши лінію вулицею Червоноармійською, а 1963 року подовжили лінію Хмельницьким шосе до зупинки Лісова, а 1966 — до міської межі (Барське шосе). У 1968 році лінію вулицею Пирогова дещо продовжили на південь до кінцевої "Електромережа". Довжина мережі становила 30 км.

У 1960-х роках Вінниця переживала активний розвиток, і існуючі трамвайні лінії не впоралися з ростом пасажиропотоку. З метою з'єднання двох промислових районів через центр міста місцева влада вирішила побудувати

тролейбусну лінію. Проте республіканська влада спочатку не погоджувалася на запуск троллейбусного руху у Вінниці.

Офіційно перша ділянка лінії "Жовтнева площа — вул. Карла Маркса" була введена в експлуатацію 18 лютого 1964 року. Наприкінці 1965 року було створено тимчасове депо на 25 місць на вулиці Брацлавській. Тодішній троллейбусний парк Вінниці налічував 5 машин Київ-5, 2 машини Київ-2 та 21 машину ЗіУ-5 (МТБ-82Д і ЯТБ-4 вже були вилучені з експлуатації). У жовтні того ж року була відкрита нова лінія від Жовтневої площі до заводу "Будіндустрія" та об'єднання "Вінницяводоканал". Для цього була використана пересувна тягова підстанція у старому троллейбусі ЯТБ-4.

Впродовж 2007 - 2023 років, завдяки Меморандуму про співпрацю між урядами України і Швейцарії, замінено на 90% рухомий склад трамвайного депо вагонами типу Ве4/4 «Карпфен», Ве4/6 «Міраж» та «TRAM 2000», проведено комплекс заходів по адаптації ремонтного обладнання для обслуговування нового типу трамваїв.

У 2021 році було підписано Угоду про подальшу співпрацю між Урядом Швейцарії і України, в результаті якої до 2024 року буде поставлено 35 трамвайних вагонів типу TRAM 2000 та ще 35 вагонів до 2027 року, а також надано фінансову допомогу для адаптації трамвайних вагонів на суму 3,2 мл. швейцарських франків.

До вересня 2023 року поставлено 24 трамваї, з яких успішно експлуатується 16 од.

У 2023 році КП «Вінницька транспортна компанія» відзначає 110-літній ювілей потужним ремонтно - експлуатаційним підприємством.

В планах підприємства у співпраці з швейцарськими колегами - виготовити на базі трамвая TRAM 2000 вагон з середньою секцією з пониженим рівнем підлоги.

Трамвайне депо налічує 144 пасажирських та 10 службових трамвайних вагонів, мережа трамвая складає 44,075 км.

Забезпечує випуск на лінію 74 трамвайних вагонів, 6 маршрутами міста, рухомим складом типу:

- КТ4SU “Татра” — 16 од.
- Be4/4 “Карпфен” — 9 од.
- Be 4/6 “Міраж” — 72 од.
- КТ4UA «VinWay» — 5 од.
- Т4UA «VinWay» — 5 од.
- В4 та Be4/6 — 21 од.
- Tram 2000 — 16 од.

Маршрути трамвая:

- № 1 «Залізничний вокзал — Електромережа»
- № 2 «Барське шосе — Вишенька» (кільцевий)
- № 3 «Барське шосе — Електромережа»
- № 4 «Залізничний вокзал — Барське шосе»
- № 5 «Барське шосе — Електромережа»
- № 6 «Залізничний вокзал — Вишенька»

Тролейбусне депо налічує 174 пасажирських та 3 службових тролейбуси, мережа складає — 88,9 км. Забезпечує випуск на лінію 131 тролейбус на 21 маршрутах міста, рухомим складом типу:

- ЗиУ 9 — 91 од.
- ЛАЗ-Е183Д — 1 од.
- Богдан Т70117 — 40 од.
- Solaris Trollino 12 — 21 од.
- PTS-12 «VinLine» — 21 од.

У 2019 році зібрано один дослідний зразок тролейбуса типу PTS-12 «VinLine», з автономним ходом, повністю низькопідлоговий, з можливістю перевезення пасажирів з обмеженими фізичними можливостями. На сьогоднішній день зібрано 21 од. (PTS12 – 14 од., PTS12-309 — 7 од.) тролейбусів в тому числі 17 од. з автономним ходом до 20 км.

Створення тролейбусів з автономним ходом дозволило продовжити маршрутну мережу тролейбусів без будівництва нових тягових підстанцій і контактної мережі на 45 км. Приоритетним напрямком розвитку підприємства є заміна застарілих тролейбусів ЗІУ-9 на тролейбуси з автономним ходом.

#### Маршрути тролейбуса

- № 1 «Вул. Лугова — ВПЗ»
- № 2 «Водоканал — Вул. Гетьмана Мазепи»
- № 3 «ВПЗ — Вишенька»
- № 4 «Вишенька — Вул. Лугова»
- № 5 «Залізничний вокзал — Вишенька»
- № 6 «Залізничний вокзал — Водоканал»
- № 7 «Залізничний вокзал — Вінниччина-Авто»
- № 8 «Вишенька — Водоканал»
- № 9 «Водоканал — Вул. Князів Коріатовичів»
- № 10 «Вишенька — Вул. Гетьмана Мазепи»
- № 11 «Залізничний вокзал — Вул. Князів Коріатовичів»
- № 12 «Аграрний університет — Вул. Гетьмана Мазепи»
- № 13 «Водоканал — Аграрний університет»
- № 14 «Залізничний вокзал — Аграрний університет»
- № 15 «Вишенька — Муніципальний ринок»
- № 16 «Вишенька — Муніципальний ринок — ВПЗ»
- № 17 «Залізничний вокзал — Мікрорайон Академічний»
- № 18 «Залізничний вокзал — Вул. Юзвинська – Вишенька»
- № 19 «Гніваньське шосе — Немирівське шосе»
- № 20 «Вишенька — Хутір Шевченка»
- № 21 «Залізничний вокзал — ВПЗ»

У 1969—1973 роках у Вінниці було збудовано постійне тролейбусне депо на 100 машиномісць.

Автотранспортний парк налічує 71 пасажирський автобус, забезпечує випуск на лінію 61 автобус на 20 маршрутах міста:

- ЛАЗ А183 Д1 — 3 од.
- ЛАЗ А183 F0 — 2 од.
- Богдан А70110 — 13 од.
- Богдан А70130 — 4 од.
- Богдан А70132 — 30 од.
- Атаман А092G6 — 8 од.
- ОТОКАР CNG KENT – 10 од.
- Skywell (електробус) – 1 од

Структурний підрозділ автобусний парк в складі КП «ВТК» засновано у 2008 році. Складається з 63 автобусів великої місткості (ЛАЗ А-183, Богдан А70110, 70130, 70132, ОТОКАР CNG KENT, Skywell) та 8 автобусів середньої місткості “Атаман”. Автобуси працюють переважно у районах приватної забудови для підвезення пасажирів до електротранспорту та до центру міста.

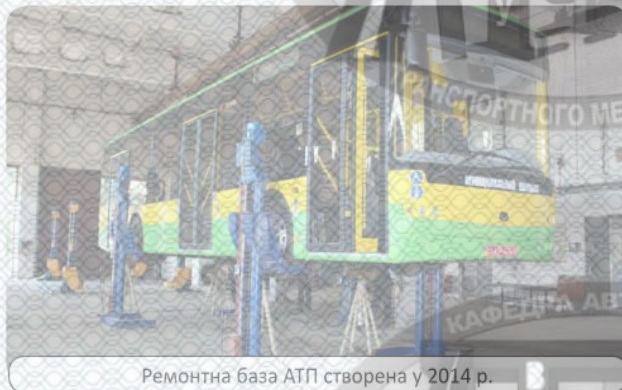


Рисунок 1.1 - Автобусний парк



Рисунок 1.2 - Автобусний парк

### Маршрути автобуса

- № 1 «Залізничний вокзал — Педколедж»
- № 2 «Пл.Шкільна — Вул. Сергія Зулінського»
- № 4 «Барське шосе — Вул. Лугова»
- № 5 «П'ятничани — Вул. Леоніда Каденюка»
- № 6 «Пл. Перемоги — Олісжиркомбінат»
- № 7 «Вул. Якова Шепеля — Пирогово»
- № 8 «Залізничний вокзал — Вул. Бучми (ліс)»
- № 11 «Вул. Ботанічна — Сабарів»
- № 14 «Залізничний вокзал — Дитячий санаторій»
- № 16 «Водоканал — Барське шосе — Аграрний університет»
- № 17 «Залізничний вокзал — Тяжилів (Вінниччина-Авто)»
- № 19 «Вишенька — с. Вінницькі Хутори»
- № 20 «Водоканал — Хутір Шевченка»
- № 21 «Барське шосе — Педколедж»
- № 22 «Мікрорайон Академічний — Залізничний вокзал»



- № 24 «Вишенька — Вул. Бучми (ліс)»
- № 25 «Залізничний вокзал — Вишенька»
- № 27 «Залізничний вокзал — Тиврівське шосе»
- № 30 «Дитячий санаторій — смт. Десна»
- № 32 «Залізничний вокзал — Сабарів»

## 1.2 Служби підприємства

Служба енергогосподарства обслуговує 44,075 км. контактної мережі трамвая, 88,9 км. контактної мережі тролейбуса (в двопроводному вимірі), 22 трансформаторні підстанції, 46,45 км. ліній кабельних мереж 10 кВ та 24,54 км. мереж живлення 0,6 кВ.

У 2020 році побудовані 2 тягові підстанції по вул. Ватутіна та вул. Стрілецькій потужністю 1385 кВт кожна, які значно покращили надійність енергозабезпечення на найбільш завантажених ділянках МЕТ, а також створили можливість для подальшого розвитку мережі тролейбуса.

Служба колії обслуговує 44,075 км трамвайних колій і понад 110 спецчастин.

На суміщеному полотні - 10,5 км., на відокремленому - 33,575 км. Починаючи з 2003 року проводились роботи по реконструкції колії в центральних частинах міста та на перехрестях на основі широкоплощинних плит в кількості 5,77 км. (з технологією монтажу рейок в плитах ПК і на плитах ПКП).

Прерогативою подальшої експлуатації трамвайної колії є перехід від класичної будови колії (на шпалах) до реконструкції їх на основі з/б плит.

## 1.3 Поточний стан справ та проблемні питання

Комплексна стратегія міського транспорту перспектива розвитку:

- електронний квиток і валідатори (автоматизована система обліку оплати проїзду) в громадському транспорті;

- павільйони на зупинках громадського транспорту;
- електронний розклад руху транспорту по зупинках.

У 2015 році Вінницькою міською радою розроблена і прийнята до виконання «Комплексна стратегія міського транспорту і просторового розвитку м. Вінниці до 2030 року».

Згідно даної стратегії протяжність трамвайних колій має зрости на 8,6 км., тролейбусних ліній на 9,5 км.

У Вінниці в 2012 році успішно провели транспортну реформу, яка дозволила максимально задіяти транспортну компанію та оптимізувати рух. Але то був один з проміжних етапів реформи, яка була прорахована до 2020 року. Фінальним її етапом стало впровадження безготівкового проїзду в громадському транспорті міста та запровадження муніципальної картки вінничанина, що вдало було здійснено у 2020 році.

Протягом останніх п'яти років вдалося збільшити кількість муніципального транспорту на маршрутах, зменшити кількість автобусів, які обслуговують маршрутне таксі, підвищити пропускну здатність вулично-шляхової мережі міста, постійно модернізувати рухомий склад муніципального транспорту. Також були введені енергоощадні освітлення та система керування трамваями та тролейбусами, яка дозволяє заощаджувати до 40% електроенергії. Розширено маршрутну мережу тролейбусів завдяки будівництву нових тягових підстанцій і встановленню систем автономного руху на тролейбусах. Також розпочато масштабний розвиток велоруку та інші ініціативи.

За участю іноземних фахівців, Вінницька міська рада схвалила "Стратегію громадського транспорту до 2030 - Стратегія 3.0", яка має стратегічні цілі, такі як підтримка економічного зростання, соціальний розвиток громади, зменшення впливу на навколишнє середовище, підвищення рівня безпеки та оновлення парку громадського транспорту. Стратегія передбачає впровадження нових транспортних засобів, відкриття нових маршрутів, подальше будівництво трамвайних колій, впровадження електротранспорту на маршрутах без контактної мережі.

"Стратегія 3.0" також передбачає інтеграцію системи квитків в єдину автоматизовану систему оплати для всіх видів громадського транспорту у місті, запуск системи інформування в режимі реального часу на зупинках та мобільних додатках, а також модернізацію зупинок для осіб з обмеженими фізичними можливостями.

Станом на жовтень 2023 року щоденно на маршрути виходять 64 трамваї, 115 тролейбусів та 61 автобус.

Кількість перевезених пасажирів у середньому за день становить 140,5 тис. осіб, з них:

- трамвай — 40,8 тис. осіб (29% від загальної кількості);
- тролейбус — 71,1 тис. осіб (51% від загальної кількості);
- автобус — 28,6 тис. осіб (20% від загальної кількості).

Пробіг транспорту у середньому за день становить 35,3 тис. км, з них:

- трамвай — 8,1 тис. км;
- тролейбус — 18,1 тис. км;
- автобус — 9,1 тис. км.

Підприємство забезпечує наявність розкладів руху муніципального транспорту на 470 зупинках на усій території ВМТГ. Складнощі в обслуговуванні розкладів виникають через недосконалу конструкцію більшості панелей, їх недостатню кількість, пошкодження панелей через вандалізм. Проте розклад руху за необхідності вчасно актуалізується з метою інформування громадян про розклад руху муніципального транспорту.

Також засоби та методи формування самого розкладу руху є застарілими.

Програмне забезпечення, яке використовується КП «ВТК», було розроблене близько 20 років тому з урахуванням тогочасних вимог та особливостей маршрутної мережі міста. На сьогодні цей програмний комплекс має ряд недоліків, які значно ускладнюють роботу, іноді унеможливають виконання оптимізації розкладу, викликають необхідність ручного перерахунку параметрів, а також збільшують ймовірність появи помилок в остаточних результатах розрахунків.

Значною проблемою стає некомплектованість штату водіїв, значною мірою водіїв тролейбусів та автобусів. Загальна некомплектованість водіїв становить близько 100 осіб.

В автобусах 2008 - 2011 років каркас кузова, який виконаний з сталевих труб прямокутного перерізу потребує занадто великих затрат для капітально-відновлювального ремонту, тому є нагальна необхідність оновити рухомий склад у кількості 15 автобусів пасажиромісткістю 105 чоловік.

Також у зв'язку зі збільшенням пасажиропотоку є потреба додати автобуси малої місткості на 6, 16, 22 маршрути - загалом 5 автобусів пасажиромісткістю 42 чоловіка.

Згідно з перспективами розвитку та транспортною стратегією міста Вінниці планується заміна автобусів малої місткості приватних перевізників на комфортабельні муніципальні автобуси великої місткості орієнтовно потрібно 30 шт.

#### **1.4 Заходи для підвищення якості пасажирських перевезень автобусами КП “ВТК”**

Заходи для підвищення якості пасажирських перевезень автобусами КП “ВТК”:

- оновлення рухомого складу автобусного парку новими автобусами 10 одиниць в рік.
- проведення капітально-відновлювальних ремонтів автобусів - 5 од. в рік.
- розвиток пересадочних пунктів для скорочення інтервалу руху автобусів прилеглих територій та окремих районів міста.
- професійне навчання водіїв трамваїв, тролейбусів, автобусів та їх фінансове стимулювання при працевлаштуванні
- забезпечення належного стану інформаційних панелей з розкладами руху на зупинках трамваїв, тролейбусів і автобусів, та своєчасна заміна пошкоджених

панелей, щоб забезпечити постійне інформування громадян про графік руху муніципального транспорту.

- розробка та впровадження програмного комплексу розрахунку розкладу руху, який буде відповідати сучасним вимогам, особливостям маршрутної мережі міста та порядку організації роботи на підприємстві.
- формування окремих полос для руху громадського транспорту (автобус, троллейбус).

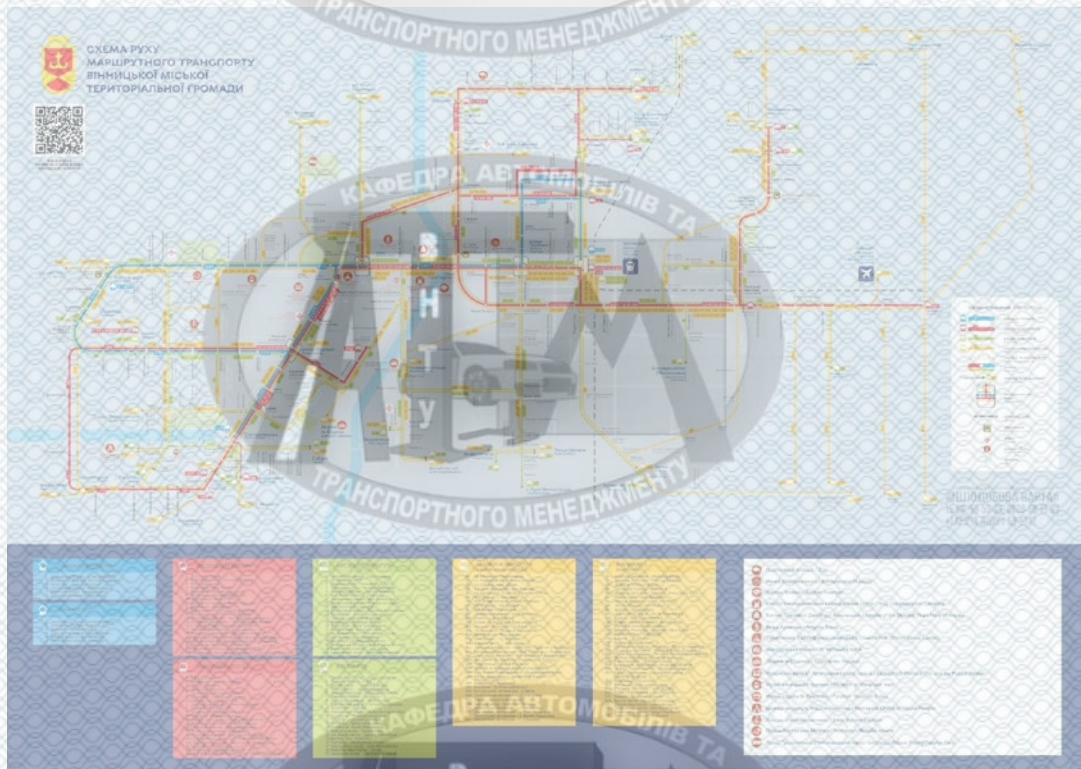


Рисунок 1.3 - Схема руху маршрутного транспорту

### 1.5 Аналіз завдання і вибір методу вирішення поставленої задачі дослідження

Документ, що регулює рух транспортних засобів на лінії та визначає графік їх руху, називається розкладом руху транспорту [2]. Цей документ є ключовим у плануванні та організації роботи транспортних засобів на конкретному маршруті. В ньому визначаються деталі відправлення транспортних засобів, розподіл транспортної роботи враховуючи потреби та можливості підприємства,

а також дотримання обмежень, встановлених технологічними стандартами та вимогами трудового законодавства [3].

Основний тип розкладу руху - маршрутний розклад, який визначає графік роботи транспортних засобів для кожного маршруту. На основі маршрутних розкладів складають розклади для водіїв кожного рейсу, кінцевих станцій маршрутів та інформаційні розклади для пасажирів [2].

Розклади руху формують на різні періоди – за порами року (зимовий, літній, весняно-осінній), видами дня (робочі, вихідні, святкові), годинами доби (ранковий час, ранкові години пік, обідній час та ін.) [4, 5, 6]. Також розклади підлягають корегуванню: при зміні кількості рухомого складу на маршруті, конфігурації шляху проходження, норм часу на виконання рейсу, впровадженні спеціальних рейсів, узгодженні розкладів руху різних маршрутів.

Узгодження розкладів руху різних маршрутів застосовують на поєднаних ділянках руху маршрутної мережі з метою підвищення рівномірності руху, що є одним з критеріїв ефективності процесу перевезення пасажирів [4, 6].

На практиці використовують ручний спосіб розробки маршрутних розкладів (графічний, табличний, трафаретний методи) та автоматизований спосіб.

Розробка розкладу руху вручну досі має достатньо широке поширення через відсутність програмного продукту, який би задовольняв основну умову – оптимальне співвідношення ціна-якість. При цьому ручні методи складання розкладу мають суттєві недоліки, такі як незручність використання для великої кількості транспортних засобів на маршруті, відсутність наочності відслідковування інтервалів руху, потреба у високій кваліфікації та досвіді укладача розкладу.

За однакових умов і обмежень існує можливість розробки численних варіантів маршрутного розкладу, проте оцінити їх ефективність за усіма отриманими показниками виявляється важким завданням. Тому для фахівців транспортних підприємств важливо мати сучасний та зручний інструмент для автоматизації розроблення та корегування графіку руху. Цей інструмент повинен

забезпечувати можливість отримання різних варіантів розкладу для аналізу з мінімальними трудовитратами та бути адаптованим до конкретних умов експлуатації.

### 1.6 Висновок до першого розділу

Отже, одним із основних заходів підвищення якості пасажирських перевезень автобусами КП “ВТК” в місті Вінниця є використання автоматизованого методу складання розкладу руху. Встановлені задачі магістерської кваліфікаційної роботи: провести аналіз критеріїв якості пасажирських перевезень та поставити завдання розробки, розробити структуру та алгоритму роботи програми, провести тестування та визначити ефективність алгоритму, описати охорону праці та безпеку



## 2 АНАЛІЗ КРИТЕРІЇВ ЯКОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ

### 2.1 Визначення критеріїв якості для вирішення поставленої задачі

У сучасних стандартах життя надання високоякісних послуг у сфері пасажирських перевезень є необхідною вимогою. Варто відзначити, що, відмінно від товарного ринку, підвищення якості пасажирського транспорту не вимагає значних інвестицій. Оскільки послуга пасажирського автотранспорту є активністю, а не предметом, поліпшення її якості пов'язане виключно з вдосконаленням самої діяльності. Наприклад, можна розглядати залучення більш кваліфікованого та досвідченого персоналу як важливий чинник покращення якості послуг у сфері пасажирського автотранспорту. Хоча залучення висококваліфікованих працівників вимагає додаткових витрат, їх розмір, як правило, набагато менший, ніж витрати на підвищення якості товарів у виробничій сфері. У конкурентному оточенні успішність підприємства, що займається пасажирським автотранспортом, залежить не лише від ціни та якості послуг, але й від іміджу перевізника. Проте залишаються нерозв'язаними питання щодо якості обслуговування пасажирів:

- відсутність показників для оцінки обслуговування пасажирів, які перебувають як в салоні транспортного засобу, так і тих, що очікують на зупинці;
- відсутність ефективного механізму конкуренції між перевізниками у справі поліпшення якості обслуговування пасажирів;
- обмежені функції в муніципальних структурах, які відповідають за моніторинг конкретних показників якості обслуговування пасажирів;
- невикористання економічних інструментів для впливу на перевізників у випадку порушень показників якості обслуговування пасажирів.

Отже, для оцінки рівня якості пасажирських перевезень необхідно визначити фактори, які першочергово впливають на якість перевезень. Слід



провести аналіз існуючої системи оцінки якості транспортних послуг. На основі дослідження встановити недоліки в оцінці діяльності перевізників у галузі якості, запропонувати фактори для оцінки якості послуг.

При впровадженні систем якості, ключовою проблемою для перевізників, контролюючих органів і пасажирів, є відсутність узгодженої методології для оцінки якості послуг у сфері пасажирських перевезень. Зростання конкуренції у сфері надання послуг встановлює нові вимоги до якості обслуговування для досягнення більших обсягів перевезень. Таким чином, розробка обґрунтованих критеріїв оцінки якості послуг перевізників є важливим кроком для підвищення конкурентоспроможності у сфері пасажирських перевезень. Проблему забезпечення якості пасажирських перевезень ускладнюють різні негативні фактори:

- недостатнє фінансування програм розвитку транспорту та дорожнього господарства, вирівнювання вимог та підходів до утримання доріг;
- недосконалість і невдовзі завершені структурні реформи у галузі пасажирських перевезень;
- фінансові втрати підприємств міського пасажирського транспорту через недостатню компенсацію від перевезень пільгових категорій пасажирів та застарілий рухомий склад;
- перевантаженість міських доріг, неефективна система містобудівництва та утримання транспортної інфраструктури;
- низький рівень залучення коштів на розвиток транспорту;
- застаріла нормативно-правова база, повільна гармонізація вітчизняного транспортного законодавства до міжнародних стандартів;
- обмежена конкуренція між перевізниками щодо надання комфортних перевезень пасажирів.

В сучасних умовах організація пасажирських перевезень, яка забезпечує транспортні зв'язки, формує імідж транспорту в цілому, визначає реалізацію потреб населення в перевезеннях, підтримує впевненість громадян в стабільності держави через підтримку пільгових пасажирських тарифів та перевезення

пільгового контингенту зі знижкою або безоплатно. В контексті переходу до ринкових відносин і розвитку соціально-орієнтованої ринкової економіки для забезпечення стабільного соціально-економічного розвитку регіонів, необхідно продовжувати ринкові реформи та впроваджувати переваги ринкових механізмів управління транспортними послугами.

Конкуренція в системі пасажирського автомобільного транспорту визначається боротьбою між підприємствами, що пропонують послуги пасажирських автомобільних перевезень, за задоволення потреб пасажирів та конкуренцією між споживачами для отримання максимально вигідних умов перевезення. Основним позитивним результатом конкуренції є стимулювання перевізників до підвищення якості надання послуг. Зниження якості перевезень може призвести до негативних наслідків, і тому конкуренція грає ключову роль у забезпеченні якісних пасажирських перевезень.

Для об'єктивної оцінки якості транспортної послуги важливо розглядати її у контексті всього технологічного циклу. Можливі два основні підходи до оцінки якості: оцінка самої послуги та оцінка всього виробничого процесу. Фактори, що визначають якість перевезень, включають безпеку руху, якість транспортних мереж, взаємодію з іншими видами транспорту, якість рухомого складу, регулярність руху, надійність транспортних засобів, доступність тарифів, час очікування та інші.

На попит на пасажирські автотранспортні перевезення впливає багато об'єктивних і суб'єктивних факторів, таких як безпека руху, якість мереж, швидкість, регулярність руху, та вартісні фактори. Забезпечення якості пасажирських перевезень визначається величиною попиту та враховує різноманітні фактори, що впливають на задоволення потреб пасажирів у перевезеннях. їх призначення.

Таким чином, удосконалення та забезпечення якості пасажирських перевезень потребує інтегрованого підходу та урахування різноманітних аспектів, що визначають якість обслуговування. Важливо враховувати потреби пасажирів, забезпечувати безпеку руху, покращувати інфраструктуру та

регулювати тарифи. Крім того, конкуренція має важливе значення у стимулюванні перевізників до підвищення якості надання послуг.

Однією з важливих складових удосконалення системи пасажирських перевезень є впровадження сучасних методологій оцінки якості обслуговування та визначення єдиної системи стандартів для оцінки якості транспортних послуг. Це дозволить уніфікувати критерії та забезпечити об'єктивну оцінку різних аспектів перевезення, включаючи безпеку, комфортність, доступність та ефективність.

У перспективі, розробка та впровадження сучасних технологій у моніторинг якості послуг, використання аналітики для прогнозування та покращення руху транспортних засобів, а також посилення конкуренції в галузі пасажирських перевезень допоможе забезпечити стабільність та підвищити якість перевезень для задоволення потреб громадян.

Попит на пасажирські автотранспортні перевезення залежить від їх якості, для визначення якої пропонуються наступні фактори та умови:

- безпека руху;
- якість транспортних (маршрутних) мереж;
- взаємодія з іншими видами транспорту;
- якість рухомого складу;
- регулярність руху ТЗ;
- надійність ТЗ;
- доступність тарифів;
- час очікування;
- мінімальна кількість пересадок;
- рівень наповнення ТЗ;
- витрати часу на поїздку;
- мікроклімат у салоні ТЗ;
- рівень шуму у ТЗ;
- ступінь фізичної і психологічної втоми пасажирів;
- час на посадку і висадку;

- ввічливість, культура персоналу.

Як відомо, на величину попиту пасажирів впливають багато факторів, тісно пов'язаних між собою. Ці фактори можна розділити на об'єктивні та суб'єктивні (табл. 1), класифікація за типом факторів і їх характеристики наведені в таблиці 2.

В умовах, коли витрати пасажирів на поїздки займають значну частину його бюджету, вплив вартісних факторів на величину попиту є найбільш суттєвим

Таблиця 2.1 – Фактори впливу на попит користувачів транспортних послуг

Об'єктивні фактори впливу	Суб'єктивні фактори впливу
соціальні аспекти: стабільність політичного середовища, зростання чисельності населення, вибір професії та місця проживання (включаючи міста та сільську місцевість), міграційні процеси, підвищення рівня освіти та культурного розвитку, а також урахування національних та релігійних особливостей.	економічні аспекти відображають стабільність економіки країни (рівень інфляції), розташування виробництва та робочої сили, розвиток виробництва загалом та у конкретних секторах (таких як туризм), а також фактичний рівень доходів населення.
економічні чинники відображають стабільність економіки країни (рівень інфляції), розташування виробництва та робочої сили, розвиток виробництва взагалі по країні та у конкретних секторах (наприклад, туризм), а також фактичний рівень доходів населення.	можливість користування різними видами транспорту, вартість проїзду та рівень якості транспортних послуг.
природні фактори: клімат, рельєф місцевості, кількість опадів і т.д.	рівень і характер конкуренції

Таблиця 2.2 – Фактори впливу на попит транспортних послуг з позиції пасажирів

Тип факторів	Характеристика
Особистісні	вік, стать, професія, стиль життя
Культурні	цінності, звички
Психологічні	мотивація, переконання, сприйняття
Соціальні	рівень доходів, етап життя, сім'я
що обумовлюють попит на перевезення	вільний час, час очікування ТЗ, якість обслуговування, платоспроможність

Представимо можливі напрями розвитку громадського пасажирського транспорту та покращення якості його послуг:

- Спрямований розвиток громадського транспорту загального користування як альтернатива використанню легкових автомобілів в особистому власності;
- Надання громадянам якісних послуг, що гарантуються громадським транспортом у міському сполученні, на рівні соціальних стандартів та нормативів транспортного обслуговування;
- Забезпечення державного регулювання тарифів на послуги з перевезень транспортом, що працює в звичайному режимі руху;
- Реформування системи міського пасажирського транспорту та поетапне впровадження механізмів адресної соціальної допомоги громадянам замість діючої політики права на безкоштовний проїзд;
- Регулювання допуску перевізників до роботи на маршрутах, стимулювання використання у великих і крупних містах транспорту транспортних засобів великої пасажиромісткості, що відповідає вимогам пасажиропотоків і комфортності, безпеки перевезень;
- Зниження інтенсивності дорожнього руху, перевантаженості вулиць великих міст шляхом удосконалення управління рухом, ліквідації "вузьких" місць, будівництва транспортних розв'язок, окружних доріг, розширення мережі платних автостоянок;
- Розвиток транспортної інфраструктури в містах відповідно до раціональних принципів містобудування та планування землекористування.

Отже, можна стверджувати, що конкуренція, в самому своєму ядрі, не забезпечує ефективне функціонування ринку пасажирського автомобільного транспорту. Нерегульована конкуренція, за певних умов, може призвести до серйозних проблем, таких як монополізація виробництва (надання послуг), обмеження прав споживачів і нечесних підприємств, що надають конкретні послуги, а також має негативні соціальні наслідки.

Для уникнення негативних явищ держава має втручатись у ринкові процеси через антимонопольне регулювання транспортної діяльності – адміністративне регулювання ринку пасажирського автомобільного транспорту.

Сформулюємо основні цілі держави в процесі регулюванні:

- Захист прав та оборона споживачів у конкурентній боротьбі перевізників;
- Захист існуючих на ринку муніципальних підприємств, які надають послуги з пасажирських перевезень;
- Підвищення рівня безпеки та стійкості транспортної системи.

На рівні регіональних органів влади слід:

- Впровадити систему конкурсного відбору автоперевізників для виконання перевезень пасажирів на загальнодоступних маршрутах;
- Забезпечити захист прав громадян, які мають пільги на проїзд;
- Встановити суспільний контроль над організацією пасажирських перевезень;
- Продовжити процес об'єднання індивідуальних підприємців, що надають послуги з перевезення пасажирів.

Зростаюча конкуренція серед приватних перевізників ставить перед ними виклик кожен день. Однак об'єднавшись у транспортні асоціації, союзи приватних перевізників зможуть значно ефективніше вирішувати різноманітні завдання, такі як медичний огляд водіїв перед виходом на лінію, організація технічного обслуговування автомобілів, правове забезпечення та колективний захист їхніх інтересів. Тільки через об'єднання можна забезпечити такий рівень обслуговування пасажирів, який є обов'язковим для підприємств громадського транспорту сьогодні. Саме за ці критерії буде оцінюватися діяльність як комунальних підприємств, так і приватних автоперевізників.

З урахуванням існуючих економічних та інституціональних проблем рекомендується вжити наступні кроки для подальшого реформування системи міського пасажирського транспорту:

Запровадження реальної конкуренції на ринку міських пасажирських перевезень шляхом удосконалення процедури конкурсу на право роботи на маршрутах для всіх перевізників, незалежно від форми власності.

Впровадження єдиної форми проїзного квитка для всіх категорій пасажирів, які користуються правом безкоштовного проїзду в міському пасажирському транспорті.

Введення регулярного обліку кількості поїздок, здійснених пільговими категоріями пасажирів, для точного визначення компенсаційних виплат транспортним підприємствам за втрачені доходи, пов'язані з їх перевезенням.

Проведення моніторингу витрат на демонстраційному маршруті, що може стати однією з умов конкурсу на право роботи на маршрутах міського пасажирського транспорту.

Впровадження сучасних технологій у систему управління та організації міського пасажирського транспорту.

Висновки:

- Аналіз показав важливість критеріїв якості автотранспортних послуг для пасажирів та вагомість факторів, таких як рівень транспортної безпеки, комфорт, час подорожі, регулярність руху, зручність маршрутів, тарифи та культура обслуговування.
- Ефективне функціонування транспортної системи в умовах ринкових відносин має великий вплив на всі аспекти життєдіяльності населення та вирішує ряд суттєвих завдань.
- Проблема якості обслуговування пасажирів у міському пасажирському транспорті повинна вирішуватися муніципальною владою через забезпечення конкурентного середовища, стимулювання ефективної конкуренції та впровадження сучасних технологій управління.

## 2.2 Аналіз методів вирішення поставленої задачі

Один із ключових показників, який визначає якість графіка руху, – це рівномірність інтервалів між рухом транспортних засобів на маршруті. Інтервал руху визначається як проміжок часу між послідовними транспортними засобами [3].

Для вирішення завдань створення ефективного графіка руху існують два можливих, суттєво відмінних підходи [2, 3]. У першому випадку графік розробляється для групи маршрутів, які мають спільний кінцевий пункт або пройдений через значну частину транспортної мережі. Цей підхід є доцільним з точки зору зміни тривалості робочого часу водіїв, ефективного використання машиногодин роботи, а також установа регулярного руху на ділянці, де транспортні засоби об'єднані в межах даної групи. Він також має свої недоліки, включаючи можливість зниження регулярності руху на ділянках мережі, де кожен маршрут працює окремо або взаємодіє з маршрутами інших груп.

У другому випадку розклад розробляють окремо для кожного з діючих маршрутів, що є простішим і доцільнішим з погляду надійності функціонування такої маршрутної системи і організації керування нею при необхідності внесення оперативних змін.

При застосуванні другого підходу виникає необхідність узгодження розкладів руху декількох маршрутів на ділянках спільного руху, особливо якщо маршрути мають спільну кінцеву станцію та дублюють один одного на значній відстані [3]. Зазвичай узгодження виконують, уникаючи великого порушення інтервалів руху кожного маршруту, оскільки забезпечення рівних інтервалів між транспортними засобами на одній ділянці призведе до нерівномірності інтервалів та навантаження на решті протяжності маршруту.

На даний час спеціалісти служби руху КП «ВТК» використовують саме другий підхід при складанні розкладів руху автобусів. Програма «Розрахунок розкладу руху транспорту» [9], яка при цьому використовується, у достатній мірі задовольняє потреби у формуванні рівно інтервального розкладу руху для



окремих маршрутів. Програма виконує побудову турової таблиці, яка є таблицею прибуття-відправлення машин одного маршруту по кінцевих станціях. Турова таблиця доступна до корегування оператором [5, 9]. Але недоступним залишається узгодження розкладів. Цю операцію необхідно виконувати вручну.

Проблема узгодження розкладів руху є дуже актуальною для КП «ВТК», оскільки у маршрутній мережі громадського транспорту м. Вінниці присутні достатньо довгі ділянки спільного руху декількох маршрутів автобусів.

Формування маршрутних розкладів руху є складним творчим процесом. Тому функції перевірки та оцінки результатів розрахунків і визначення шляхів корегування покладаються на кваліфікованого спеціаліста з формування розкладів руху [5]. Враховуючи це, для реалізації функції узгодження розкладів руху доцільно використати окремий програмний продукт, який буде мати можливість імпорту даних існуючого програмного комплексу та додавання нових, а також експорт даних у зручній формі.

### 2.3 Порівняльний аналіз аналогів

На даний час в мережі Internet можна знайти багато пропозицій щодо розробки та продажу систем управління пасажирським транспортом, частиною яких є програми розрахунку розкладу руху.

Розглянемо програми, найбільш доступні для використання в умовах українських транспортних підприємств, зокрема орієнтуючись на умови комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» (КП «ВТК»).

Pikas [6] – програмний комплекс, призначений для планування роботи всіх видів громадського транспорту (з автоматизованим генеруванням розкладів або ручним складанням розкладів з графічним редактором), моделювання та координації розкладів по заданому інтервалу між транспортними засобами або за бажаною кількістю транспортних засобів протягом доби. Pikas має оригінальний графічний редактор, який дозволяє координувати розклад всіх видів громадського транспорту (рисунок 1.1). Програма серед іншого дозволяє

після складання розкладів на окремому або на всіх маршрутах переглянути на мапі симуляцію руху виділених маршрутів; формувати таблиці розкладів у форматі EXCEL для диспетчерів, водіїв, контролерів та розкладів для зупинок; експортувати розклади в формати XML і GTFS (машиночитанні формати для використання в інших програмних продуктах).

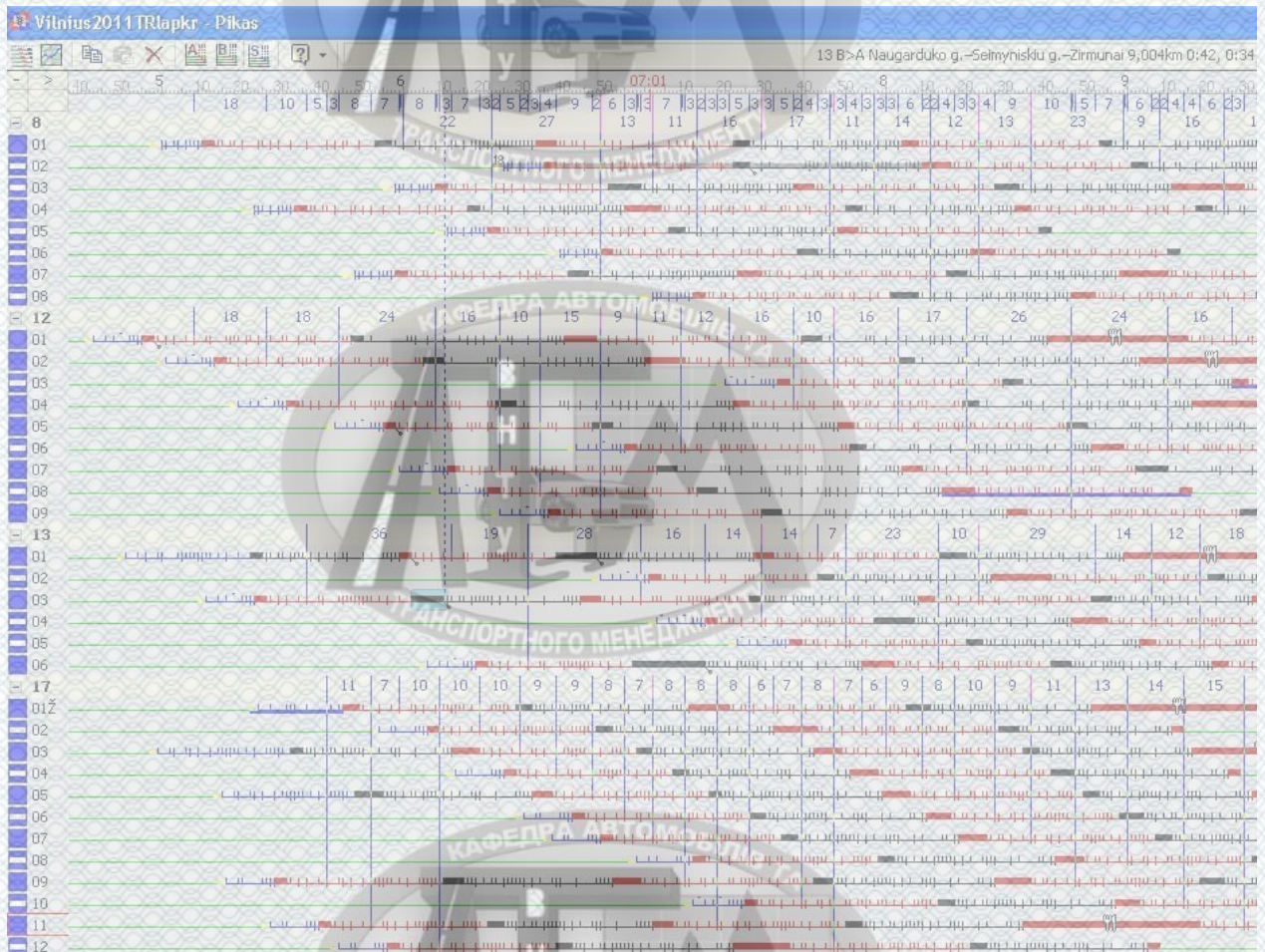


Рисунок 2.1 – Вікно програми «Pikas»

Головним недоліком даного комплексу є висока вартість. Наприклад, у 2017 році лише технічний супровід та додаткові послуги з програмування Pikas і PikasGPS коштували більше 20 000 у. о. на рік.

Комплекс задач «Составление маршрутных расписаний движения» [4, 7] – програмний комплекс, який використовувався Вінницьким трамвайно-тролейбусним управлінням (зараз, КП «ВТК») (рисунок 1.2). Програма призначена для розрахунку планових експлуатаційних показників роботи

рухомих одиниць на маршруті, складання диспетчерських та робочих (водійських) розкладів руху. Розрахунок виконується для окремо визначеного маршруту, без зв'язку з іншими маршрутами. Програма має ряд обмежень на склад вхідної та отриманої вихідної інформації, крім цього є морально застарілою, оскільки написана ще для MS-DOS.

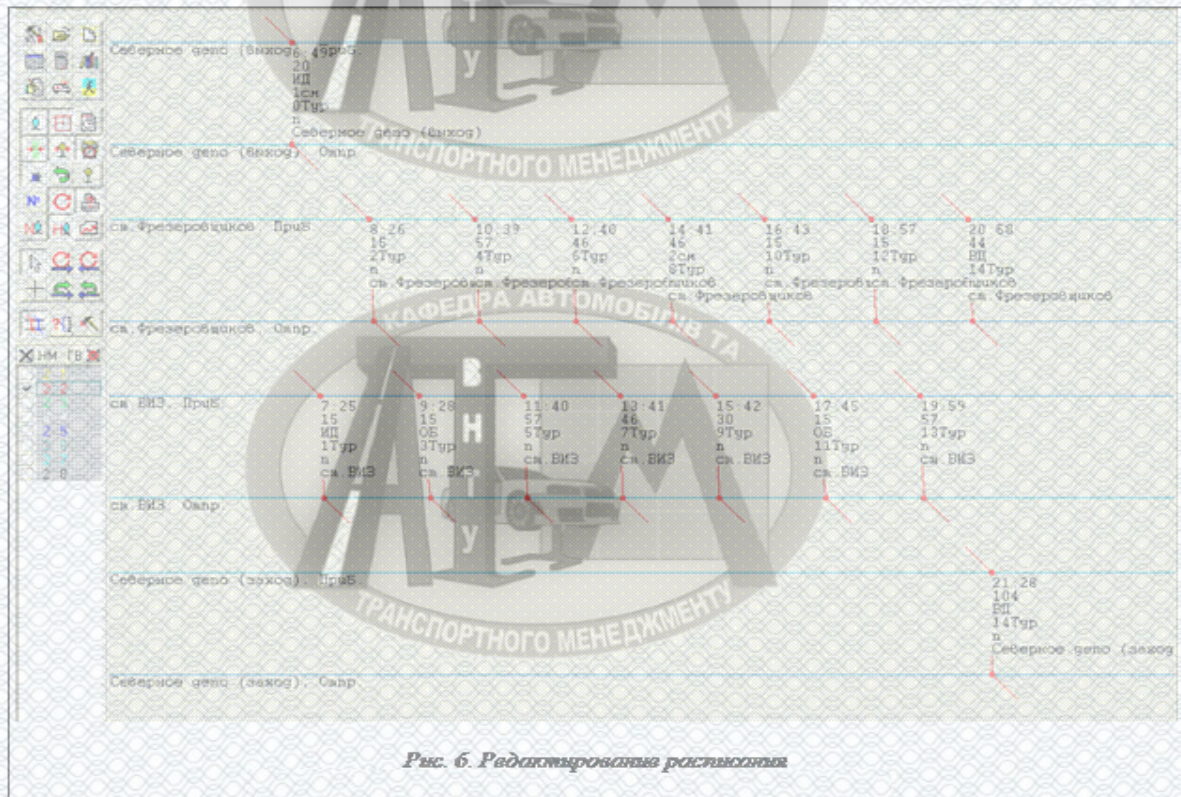


Рис. 6. Редактирование расписания

Рисунок 2.2 - Вікно програми «Створення маршрутних розкладів руху»

«Розрахунок розкладу руху автотранспорту» [8] (рисунок 1.3) – програмний комплекс, розроблений на базі Вінницького національного технічного університету, на даний час використовується в роботі КП «ВТК». Комплекс призначений для автоматизованого складання розкладів руху громадського транспорту, виконання задач для корегування отриманих у результаті розрахунку даних, перегляду і друку необхідних документів. Головний екран додатку містить інформацію про контрольні пункти, час прибуття та відбуття, інформацію про маршрут, номер транспортного засобу, обідню перерву та кнопки для управління розкладом.

№ КТВ	НР	Приб. А	Отб. А	Приб. В	Отб. В	Приб. А	Отб. А	Приб. В	Отб. В	Приб. А	Отб. А	Приб. В	Отб. В	Приб. А	Отб. А
1 (21)	650	0	0	0	0	0	0	655	700	747	757	844	849	936	1026
								ИД	15		20		20	ОБ	СО 25
2 (22)	710	0	0	0	0	0	0	715	720	807	817	904	909	956	1001
								ИД	20		20		20		40
3 (21)	551	0	0	556	601	648	653	740	745	832	847	934	945	1032	1122
				ИД					25		30		36	ОБ	СО 56
4 (65)	635	0	0	640	645	732	737	824	829	916	921	1008	1010	0	0
				ИД	44		44		44		34		ВД		

Рисунок 2.3 – Вікно програми «Розрахунок розкладу руху транспорту»

Комплекс наразі використовується для розрахунку розкладу автомобільного транспорту. Перевагою даного комплексу є адаптованість під умови м. Вінниці, врахування при розробці вимог і побажань працівників, безпосередньо залучених до процесу складання розкладів, невисока вартість. Серед недоліків можна зазначити відсутність оновлень та модернізації комплексу, що необхідно для врахування змін умов функціонування громадського транспорту, непрацездатність модулю узгодження розкладів руху, а також неможливість роботи у версіях операційної системи Windows вище XP. Також до недоліків відноситься відсутність функції для узгодження руху, та операція можлива лише за допомогою ручної зміни розкладу.

Під час аналізу доступних аналогів визначено їх переваги та недоліки, які враховувались при створенні власного програмного додатку (таблиця 2.1).

Таблиця 2.3 – Порівняльні характеристики програмних продуктів

Критерій	Pikas	«Складання маршрутних розкладів руху»	«Розрахунок розкладу руху транспорту»	«Розумний розклад»
Автоматизований розрахунок розкладу	+	+	+	+
Узгодження розкладів руху різних маршрутів	+	-	-	+
Можливість експорту результатів	+	-	-	+
Формування та друк необхідної в роботі документації	+	+	+	+
Підтримка роботи в сучасних операційних системах	+	-	-	+
Адаптованість під конкретні умови функціонування	+	-	+	+
Прийнятна для місцевих підприємств вартість	-	+	+	+

Таблиця порівняльних характеристик показала, що розробка програмного продукту є доцільною.

Отже, у результаті отримаємо додаток, що покриватиме недоліки існуючих рішень, надаватиме можливість використовувати нові функції без відмови від використання поточних програмних епродуктів і забезпечуватиме ефективність роботи підприємства-перевізника при формуванні розкладів руху громадського транспорту.

## 2.4 Постановка задачі розробки

Після аналізу завдання та методів розробки програмного забезпечення для створення автоматизованого суміщеного розкладу руху було створено наступні завдання:

1. Провести аналіз стану розробки програм для автоматизованого розрахунку розкладів руху транспорту та обрати метод створення програмного продукту.

2. Розробити структуру програми та алгоритму:

2.1. Провести аналіз наявних вхідних даних.

2.2. Створити користувацький інтерфейс.

2.3. Розробити загальну модель системи.

2.4. Розробити алгоритм роботи модулів програми.

3. Розробити модулі програми:

3.1. Провести варіантний аналіз та обґрунтувати засоби реалізації програмного забезпечення.

3.2. Проаналізувати середовища розробки та обрати найкраще.

3.3. Провести аналіз систем управління базами даних, обрати необхідну, створити таблиці за необхідними атрибутами та створити ER діаграми відношень цих таблиць.

3.4. Створити програмні компоненти сайту та описати їх роботу.

4. Провести тестування сайту:

4.1. Проаналізувати методи тестування та вибрати оптимальний для даного проекту

4.2. Протестувати програмний додаток з вказанням всіх кроків.

4.3. Визначити ефективність роботи алгоритму.

Технічне завдання на розробку програмного продукту наведено в додатку

А.

## 2.5 Висновки до другого розділу

У даному розділі було розглянуто актуальність проблеми ефективного формування розкладів руху міського громадського транспорту в умовах м. Вінниці. Встановлено актуальність роботи, та як розвиток комп'ютерних технологій стрімко рухається вперед, що дає можливість використовувати автоматизований метод складання розкладу руху. Завдяки цьому значно скорочується час на складання розкладу руху, з'являється можливість оперативного внесення змін до розкладу, враховуючи зміни умов роботи транспортних засобів на маршруті.

Проаналізовано сучасні методи та перспективи складання автоматизованого суміщеного розкладу руху.

Проведено порівняльний аналіз даного питання на прикладі розгляду аналогів, визначення їх переваг та недоліків.

В результаті було відображено доцільність розробки магістерської дипломної роботи та сформульовано головні задачі.



## 3 РОЗРОБКА СТРУКТУРИ І АЛГОРИТМІВ РОБОТИ ПРОГРАМИ

### 3.1 Аналіз інформаційного забезпечення

Транспорт є однією з ключових сфер міського життя, необхідною для забезпечення пасажирських перевезень. Міське транспортування зазвичай включає короткі подорожі, які повторюються кілька разів на день, і покладає акцент на ефективність маршрутів і простоту користування. Однією з ключових викликів у галузі міського транспорту є ефективна робота з даними. Інформацію можна отримувати з різних джерел, таких як бази даних, ручне введення через клавіатуру, відкриті дані в Інтернеті тощо. Отже, основною метою програми є правильна обробка цих даних та їхнє зручне відображення для користувача.

Щоб дані працювали, вони повинні відповідати певним критеріям: чіткість, оновлюваність, структурованість тощо.

Кожного дня громадський транспорт перевозить тисячі пасажирів, що вимагає чіткої структури розкладу. Вона повинна забезпечувати водіїв інформацією в який час та на якому контрольному пункті повинен бути транспорт. Для пасажирів повинна бути надана інформація що містить номери маршрутів з контрольними пунктами та часом коли там буде транспорт. Також розклад повинен забезпечувати рівномірний інтервал руху, щоб пасажирів рівномірно розподілялись по транспортних одиницях та для уникнення заторів.

Для формування розкладу руху нам необхідні наступні структури даних: загальна інформація, контрольні пункти, маршрути. У загальній інформації буде міститись інформація, яка є спільною для усіх маршрутів. Контрольні пункти будуть містити назви усіх зупинок. Дані про усі маршрути також будуть зберігатись. За умови правильного зберігання структур даних, швидкої обробки та структурованості можливо реалізувати алгоритм для створення суміщеного розкладу руху.



## 3.2 Розробка інтерфейсу

Веб-сайт - це набір веб-сторінок, які об'єднані між собою. Користувачі можуть переглядати веб-сторінки на різних пристроях, включаючи комп'ютери, ноутбуки, планшети та смартфони.

Інтерфейс – це набір компонентів, що бачить користувач на веб-сторінці. Його головна ціль – забезпечити ефективне управління машиною з боку людини.

Успішний користувальницький інтерфейс повинен бути інтуїтивно зрозумілим, ефективним та зручним для користувача [11].

Для розробки дизайну були використані найкращі практики. Дизайн є простим та включає лише найнеобхідніші елементи. У сайту всі елементи є логічними, що робить його простим для розуміння. Використання різних шрифтів та кольорів допомагає швидко орієнтуватись та знаходити потрібні функції.

Інтерфейс додатку складається з двох частин – навігаційної панелі зверху та основного контенту. Перевагою даного розміщення є швидкий доступ до усіх сторінок сайту та багато місця для контенту.

Графічний інтерфейс було створено у програмі Adobe XD. Дана програма є швидким і зручним рішенням для створення інтерфейсів для веб-сайтів, додатків та інших ресурсів.

## 3.3 Обґрунтування вибору та розробка дизайну

Для успішної реалізації концепції сайту важливою складовою сайту є структура сайту.

Структура сайту – це модель розміщення сторінок сайту, їх групування та зв'язки. Сайти зазвичай складаються з різноманітного контенту, який без структури буде набором беззмистовних сторінок. Структура визначає як контент буде згрупований, зв'язаний та показаний користувачу. Хороша структура веб-сайту є необхідною для сучасних сайтів, оскільки це полегшує користувачам

перехід між сторінками. Пошукові системи аналізують структуру і розуміють, про що йдеться на вашому сайті [13].

Подумайте про це як про те, як сторінки на вашому веб-сайті співвідносяться між собою, зокрема, як вони розгалужуються на вашій домашній сторінці та групуються.

Усі веб-сайти мають базову організаційну структуру, яка підпадає під один із чотирьох типів. Ці структури веб-сайтів (або їх поєднання) можуть допомогти вам розпочати організацію сайту будь-якого розміру.

Ієрархічна структура – це найпоширеніша структура веб сайту. Ієрархічна модель часто використовується у веб-додатках, що містять великий обсяг даних. Ієрархічна модель подібна до дерева тим, що вона має стовбур (наприклад, домашню сторінку), який розгалужується на категорії та сторінки.

Лінійна структура - найпростіша структура веб-сайту. У цій структурі кожна сторінка просто пов'язана з попередньою. Ця структура є ефективною лише тоді, якщо веб-сайт має мало сторінок. У користувача є лише один шлях для перегляду сайту. Така структура добре підходить для презентацій, портфоліо та новин. Основним завданням є ознайомити користувача з усіма сторінками не давши можливості змінити їх порядок.

Блокова структура - вид структури сайту, де всі сторінки посилаються на одну або кілька наступних [14]. Така структура використовується на сайтах продуктів, послуг. Між окремими сторінками має бути велика кількість посилань. Тому найкращим варіантом використання будуть сайти з невеликою кількістю сторінок.

Проаналізувавши можливі структури сайтів, для розробки було обрано блокову структуру, що дозволить швидко переміщуватись з однієї сторінки на іншу. Структура соціальної мережі складається з сторінок «Розклад», «Контрольні пункти», «Маршрути», «Загальна інформація» та «Тривалість проходження» (рисунок 3.1).

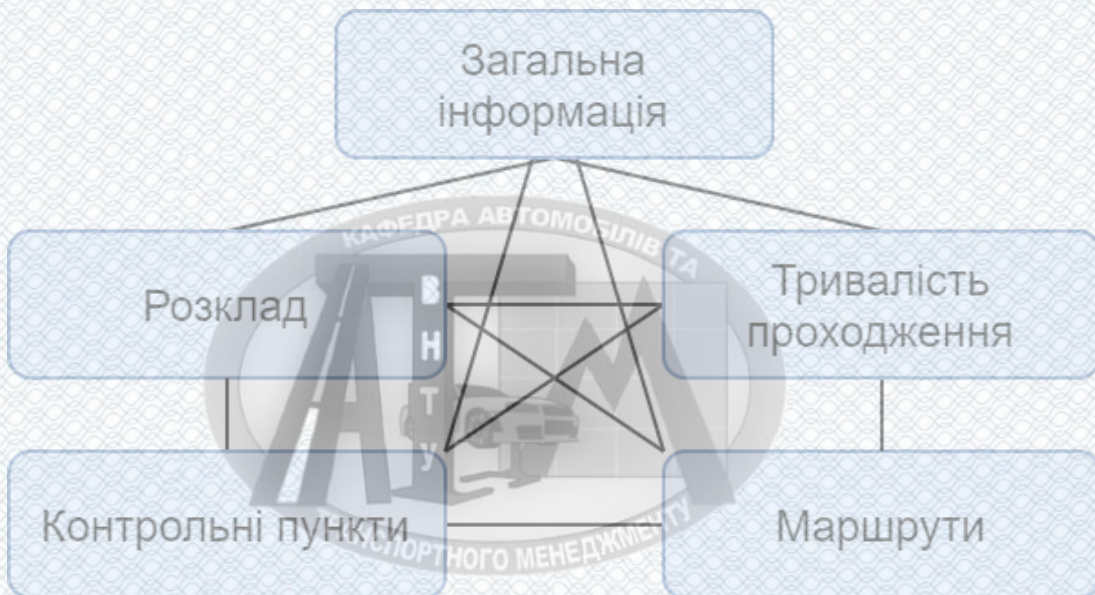


Рисунок 3.1 – Структура сайту для складання розкладу руху

На сторінці «Розклад» (рисунок 3.2) розміщується головний функціонал сайту, де можна сформувати розклад руху. Для початку необхідно обрати номер маршруту з випадаючого списку. Далі обрати дату для розкладу руху. При натисканні кнопки «Сформувати» буде сформовано розклад та відображено нижче в таблиці. У першій колонці буде відображено номер транспорту, а далі назви зупинок. У рядках буде відображено час прибуття на зупинку, або інша інформація.

Розклад Руху

1 Підприємство - Залізничний вокзал

Сформувати Розклад

Автобус	Залізничний вокзал	вул. Євгенія Пікуса	Центральний ринок	Пл. Перемоги	Музей М. М. Коцюбинського	вул. Соборна	Майдан Незалежності	Майдан Небесної Сотні	вул. Валентина Статмановського	Вінницька обласна клінічна лікарня	Ринок Урожай	вул. Родіона Скалицького
238	09:30	09:32	09:34	09:36	09:38	09:42	09:44	09:46	09:48	09:49	09:53	09:55
293	09:39	09:41	09:43	09:45	09:47	09:51	09:53	09:55	09:57	09:58	10:02	10:04
126	06:48	06:51	06:53	06:55	06:57	07:01	07:03	07:05	07:07	07:08	07:12	07:14
241	06:58	07:00	07:02	07:04	07:06	07:10	07:12	07:14	07:16	07:17	07:21	07:23
101	07:08	07:10	07:12	07:14	07:16	07:20	07:22	07:24	07:26	07:27	07:31	07:33

Рисунок 3.2 – Сторінка «Розклад»

Перелік зупинок на автобусному маршруті № 32 “Залізничний вокзал - Сабарів”: Залізничний вокзал, Вул. Євгенія Пікуса, Центральний ринок, Пл. Перемоги, Музей М. М. Коцюбинського, Вул. Соборна, Майдан Незалежності, Майдан Небесної Сотні, Вул. Валентина Отамановського, Лікарня ім. М. Пирогова, Ринок “Урожай”, Вул. Родіона Скалецького, ТРК “Поділля Сіті”, Бульвар Свободи, Вул. Академіка Ющенка, Вул. Зодчих, Храм Стрітєння Господнього, Мікрорайон “Академічний”, КУП “Ековін”, Вул. Вишнева, Муніципальний автобусний парк, “Транс-Легіон”, Вул. Панаса Мирного, Вул. Олексія Миргородського, Сабарів

Сторінка «Тривалість проходження» створена для того, щоб уточнити інформацію про час між двома конкретними точками маршруту, дана сторінка дозволяє заносити та відображати дані про часові інтервали. Необхідно заповнити поля «Контрольний пункт А», «Контрольний пункт Б» та «Час проходження (хв.)», та натиснути на зелену кнопку «+». Після завершення введення даних необхідно натиснути кнопку «Зберегти», щоб дані не втратились. Внесені дані можна легко переглядати в таблиці 3.1 для більш зручного аналізу та вивчення інформації.



Тривалість проходження ключових контрольних пунктів

Контрольний пункт А	Контрольний пункт Б	Тривалість (ХВ)
Залізничний вокзал	Музей М. М. Коцюбинського	8
Музей М. М. Коцюбинського	Майдан Небесної Сотні	8
Майдан Небесної Сотні	Ринок "Урожай"	7
Ринок "Урожай"	Храм Стрітєння Господнього	13
Храм Стрітєння Господнього	Сабарів	11
Сабарів	Вул. Сергія Зул'яського — Площа Шкільна	5

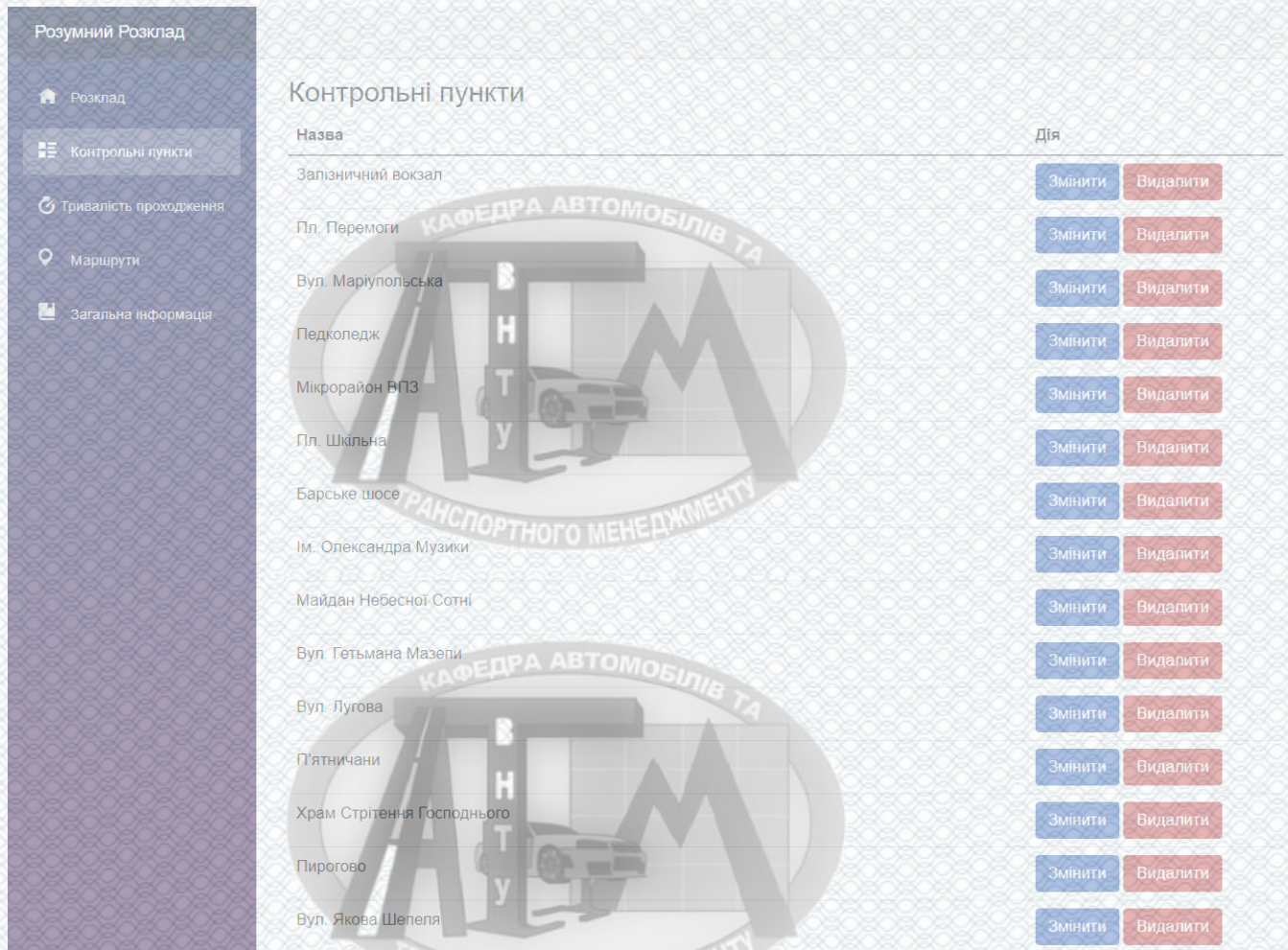
Рисунок 3.3 – Сторінка «Тривалість проходження»

Таблиця 3.1 – Контрольні пункти на автобусному маршруті № 32

Контрольний пункт А	Контрольний пункт Б	Час проходження
Залізничний вокзал	Музей М. М. Коцюбинського	8
Музей М. М. Коцюбинського	Майдан Небесної Сотні	8
Майдан Небесної Сотні	Ринок “Урожай”	7
Ринок “Урожай”	Храм Стрітєння Господнього	13
Храм Стрітєння Господнього	Сабарів	11
Сабарів	Вул. Сергій Зулінського – площа Шкільна	5

Сторінка «Контрольні пункти» використовується для перегляду, редагування та створення контрольних пунктів. Від цієї інформації залежить подальший маршрут транспорту. Таблиця містить колонки з повною назвою, короткою назвою та позначенням чи даний контрольний пункт є кінцевим. Для редагування необхідного контрольного пункту необхідно натиснути на кнопку з символом олівця, яка відкриє сторінку для редагування контрольного пункту. Для видалення контрольного пункту необхідно натиснути на кнопку з зображення корзини, після чого контрольний пункт буде видалено. Сторінка зображена на рисунку 3.4.





**Контрольні пункти**

Назва	Дія
Залізничний вокзал	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Пл. Перемоги	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Вул. Маріупольська	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Педколедж	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Мікрорайон ВПЗ	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Пл. Шкільна	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Барське шосе	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Ім. Олександра Музики	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Майдан Небесної Сотні	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Вул. Гетьмана Мазепи	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Вул. Лугова	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
П'ятничани	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Храм Стрітєння Господнього	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Пирогово	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Вул. Якова Шепеля	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>

Рисунок 3.4 – Сторінка «Контрольні пункти»

Контрольні пункти на автобусних маршрутах: Залізничний вокзал, Пл. Перемоги, Вул. Маріупольська, Педколедж, Мікрорайон ВПЗ, Пл. Шкільна, Барське шосе, Ім. Олександра Музики, Майдан Небесної Сотні, Вул. Гетьмана Мазепи, Вул. Лугова, П'ятничани, Храм Стрітєння Господнього, Пирогово, Вул. Якова Шепеля, Ринок “Урожай”, Просп. Юності, Вул. Бучми (ліс), Вул. Ботанічна, Сабарів, Дитячий санаторій, Водоканал, Вул. Стрілецька, Аграрний університет, Вишенька, Музей Коцюбинського, Вінницькі Хутори, Хутір Шевченка, Пл. Наливайка, Мікрорайон “Академічний”, смт Десна

Сторінка «Маршрути» (рисунок 3.5) відображає список усіх маршрутів. Також є можливість створювати нові, редагувати існуючі та видалити непотрібні.

№ маршруту	Назва	Випуск 1/2зм., од.
№ 1	Залізничний вокзал — Педколедж	4/3
№ 2	Вул. Сергія Зулінського — Площа Шкільна	2/2
№ 4	Барське шосе — Вул. Лугова	3/3
№ 5	П'ятничани — Вул. Комарова	2/2
№ 6	Олієжиркомбінат — Площа Перемоги	2/2
№ 7	Вул. Якова Шепеля — Пирогово	6/4
№ 8	Залізничний вокзал — Вул. Бучми (ліс)	2/2
№ 11	Вул. Ботанічна — Сабарів	3/3
№ 14	Залізничний вокзал — Дитячий санаторій	2/2
№ 16	Водостанція — Барське шосе — Аграрний університет	1/1
№ 19	Вишенька — Виницка Хутори	6/5
№ 20	Родманів — Хутор Шевченка	1/1
№ 21	Барське шосе — Педколедж	6/5
№ 22	Залізничний вокзал — Мікрорайон Алядеманний	3/3
№ 24	Вишенька — Вул. Бучми (ліс)	6/5

Рисунок 3.5 – Сторінка «Маршрути»

Таблиця 3.2 – Список маршрутів автобусів

№ маршруту	Назва	Випуск 1/2зм., од.
№ 1	Залізничний вокзал — Педколедж	4/3
№ 2	Вул. Сергія Зулінського — Площа Шкільна	2/2
№ 4	Барське шосе — Вул. Лугова	3/3
№ 5	П'ятничани — Вул. Комарова	2/2
№ 6	Олієжиркомбінат — Площа Перемоги	2/2
№ 7	Вул. Якова Шепеля — Пирогово	6/4
№ 8	Залізничний вокзал — Вул. Бучми (ліс)	2/2
№ 11	Вул. Ботанічна — Сабарів	3/3
№ 14	Залізничний вокзал — Дитячий санаторій	2/2

## Продовження таблиці 3.2

№ 16	Водоканал — Барське шосе — Аграрний університет	1/1
№ 19	Вишенька — Вінницькі Хутори	6/5
№ 20	Водоканал — Хутір Шевченка	1/1
№ 21	Барське шосе — Педколедж	6/6
№ 22	Залізничний вокзал — Мікрорайон Академічний	3/3
№ 24	Вишенька — Вул. Бучми (ліс)	5/5
№ 25	Залізничний вокзал — Вишенька	4/1
№ 27	Залізничний вокзал — Тиврівське шосе	2/2
№ 30	смт Десна — Дитячий санаторій	2/2
№ 32	Залізничний вокзал — Сабарів	4/4

Для роботи з спільною інформацією використовується сторінка «Загальна інформація» (рисунок 2.6). За допомогою неї можна бачити усю спільну інформацію, а також її редагувати.

**Розумний Розклад**

- Розклад
- Контрольні пункти
- Тривалість проходження
- Маршрути
- Загальна інформація**

**Загальна інформація**

Тривалість очікування на зупинці (ХВ)  
2

Тривалість обідньої перерви (ХВ)  
30

Тривалість робочого дня (ХВ)  
480

Початок першого пікового часу  
6:00

Кінець першого пікового часу  
10:00

Початок другого пікового часу  
16:00

Кінець другого пікового часу  
20:00

**Зберегти**

Рисунок 3.6 – Сторінка «Загальна інформація»



Навігація (рисунок 3.7) реалізована так, що всі сторінки посилаються на одна одну. Тобто кожна сторінка буде мати однакову навігаційну панель. Сторінка, на якій знаходишся в даний момент, виділяється білим кольором.

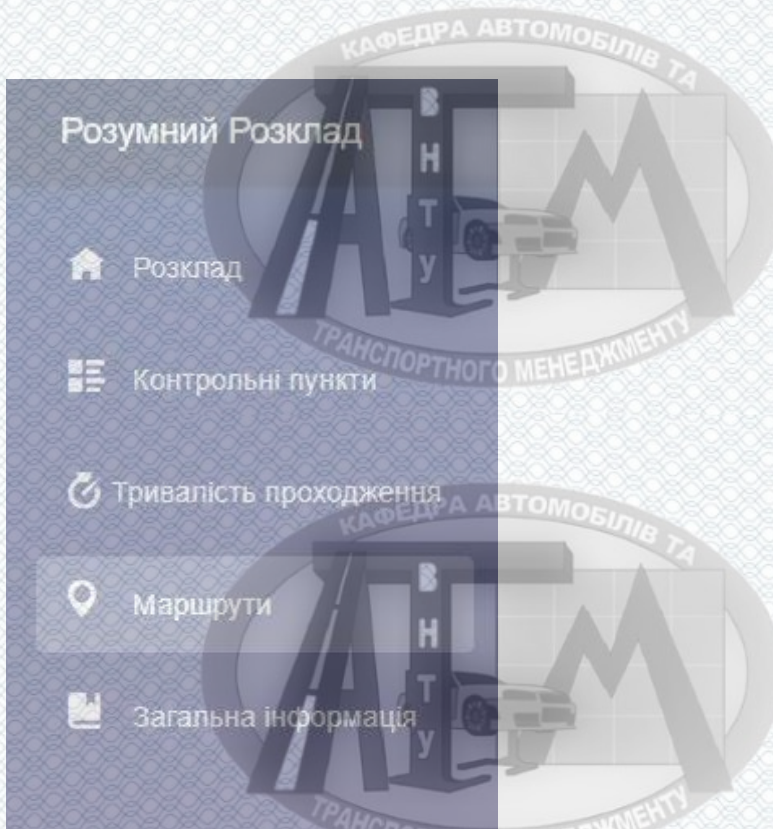


Рисунок 3.7 – Навігація сайту для складання розкладу руху

### 3.4 Розробка алгоритмів роботи програмного засобу

Для формування розкладу руху необхідно розробити алгоритми для додавання інформації про маршрут, формування розкладу руху та узгодження розкладу руху.

Алгоритм додавання інформації про маршрут містить наступні кроки: введення даних про маршрут, передача даних на сервер, валідація, якщо валідація успішна, то номер маршруту перевіряється на унікальність та дані заносяться в базу даних, при помилці зміни не потрапляють в базу даних та користувачу висвічується повідомлення з помилкою. Блок-схема алгоритму зображена на рисунку 2.8

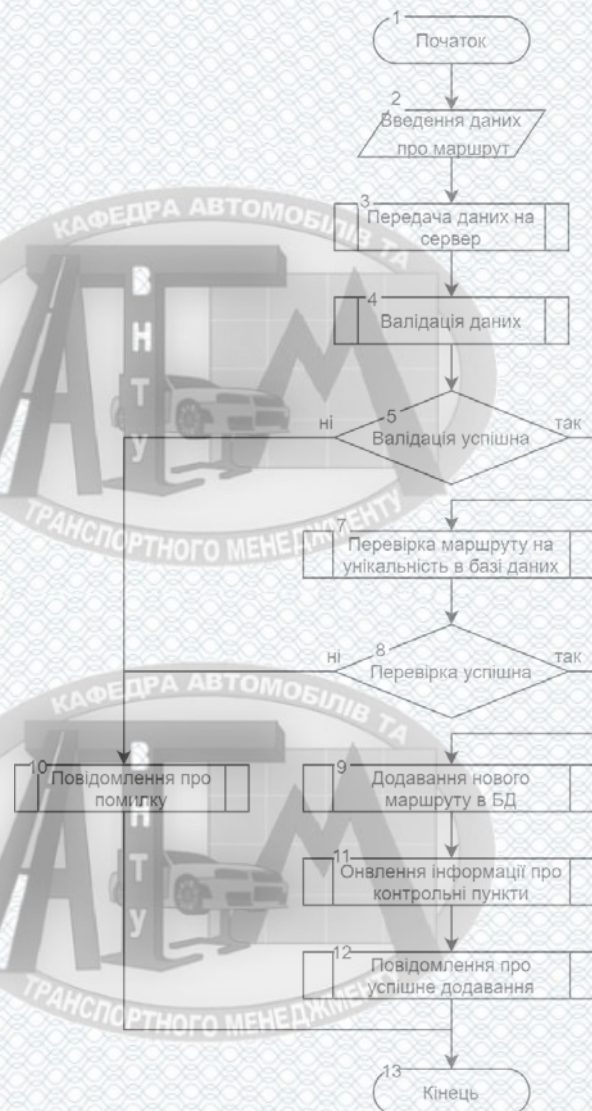


Рисунок 3.8 – Блок-схема алгоритму для додавання маршруту

Алгоритм формування розкладу руху має такі кроки: вибір маршруту та дати, вибірка даних з загальною інформацією про вибраний маршрут, контрольні пункти, кількість випусків, проводимо ітерацію від початку робочого дня до закінчення, якщо зараз пікові години, то додаємо додаткові випуски, визначаємо інтервал руху - оборотний рейс / кількість випусків, якщо інтервал руху не ціле число, то округлюємо його до найменшого цілого і залишок розподіляємо між іншими випусками, проводимо ітерацію по всіх випусках, якщо час роботи більше 8 годин, то робимо заміну водія, якщо зараз обідня перерва, то відправляємо випуск на обід, інакше повертаємо усі випуски на маршрут, проводимо ітерацію по усіх контрольних пунктах, якщо зараз вихід на маршрут,

то час виходу дорівнює початку роботи + (інтервал руху \* кількість випусків на маршруті), інакше час прибуття на контрольний пункт дорівнює поточному часу + часу на проходження контрольного пункту, далі узгоджуємо розклад та виводимо результат. Блок-схема алгоритму зображена на рисунках 3.9, 3.10.

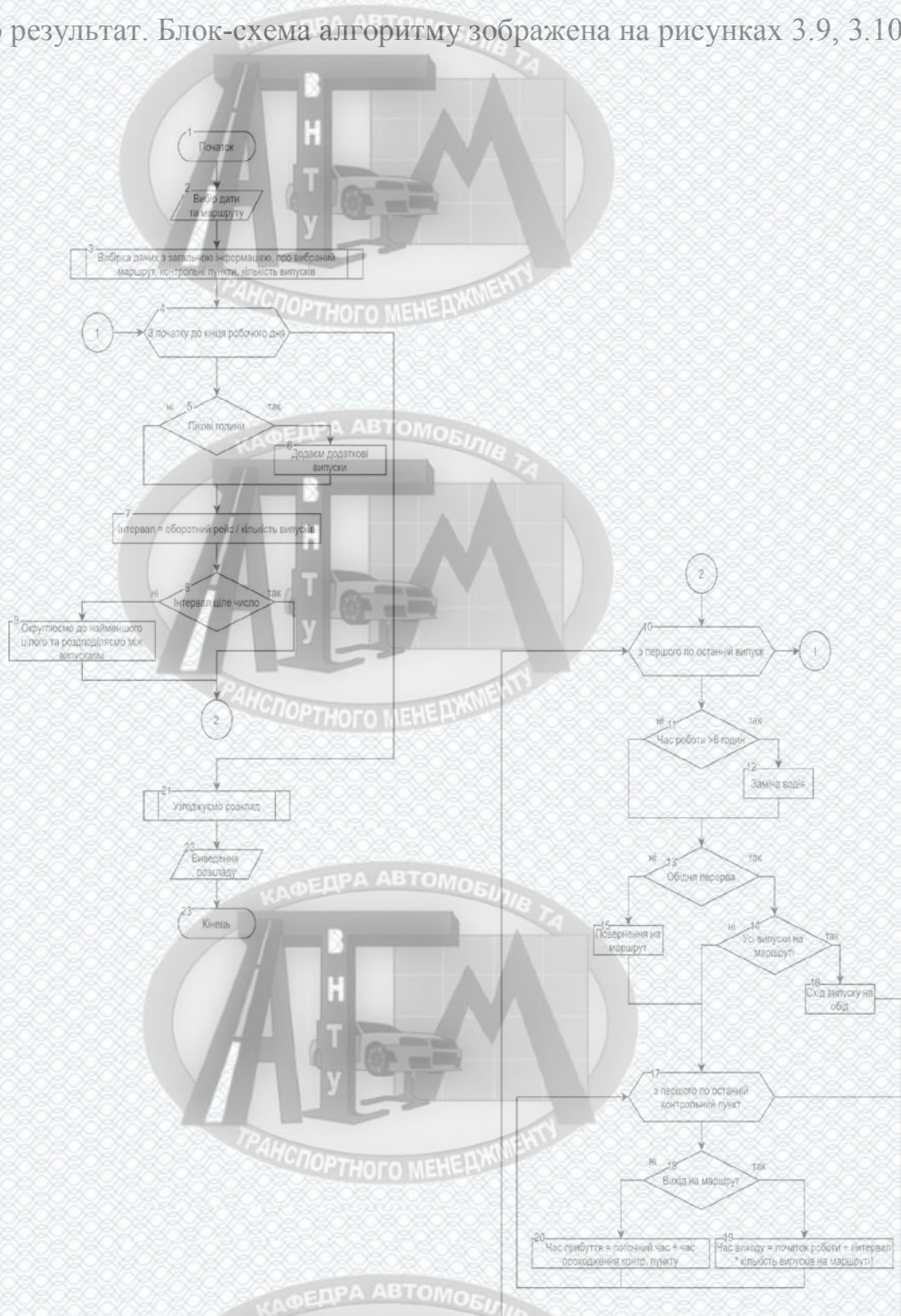


Рисунок 3.9 – Перша частина блок-схеми алгоритму формування розкладу руху

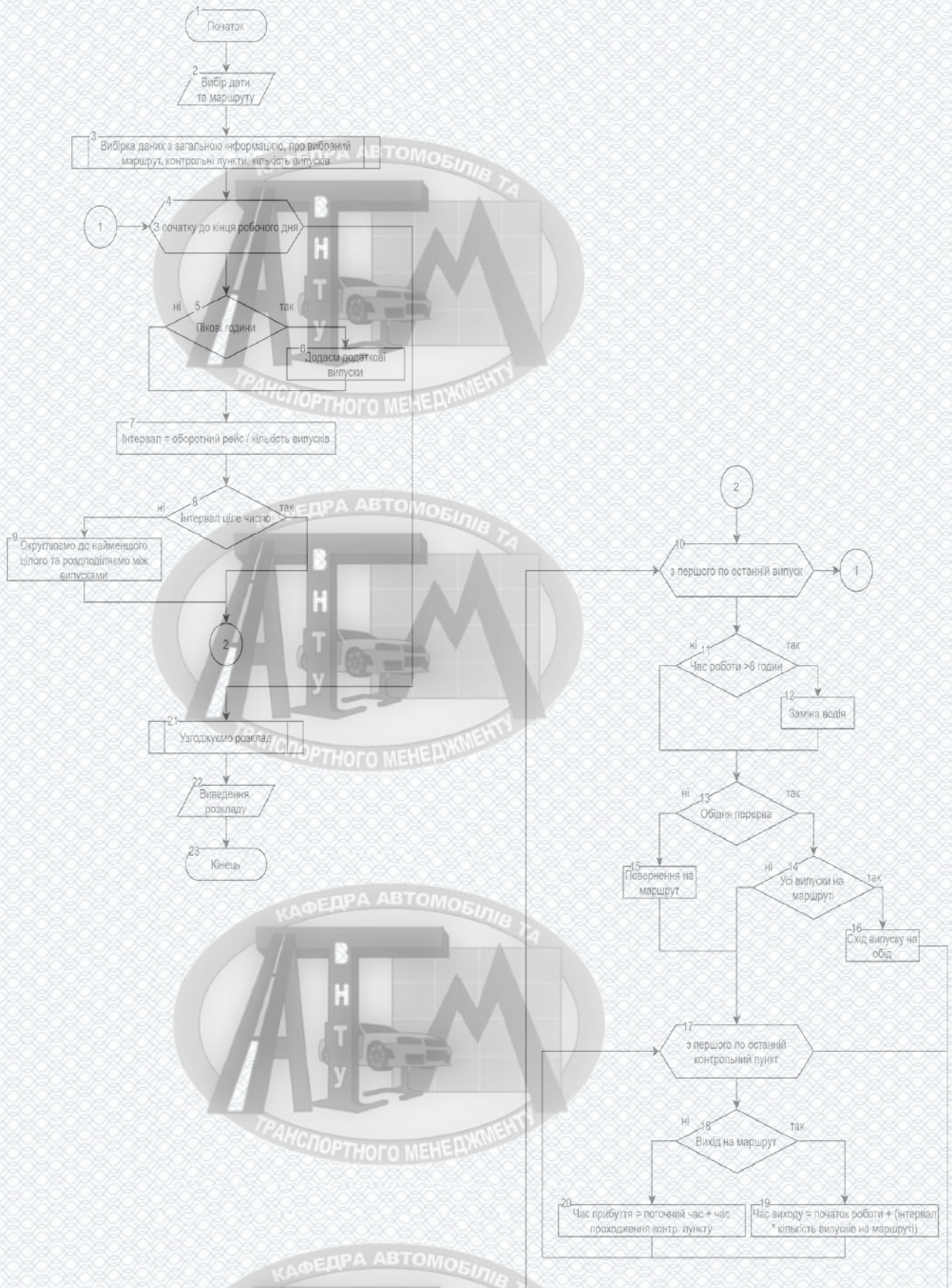


Рисунок 3.10 – Друга частина блок-схеми алгоритму формування розкладу руху

Алгоритм узгодження розкладу руху має такі кроки: отримання готового розкладу руху, перевіряємо, чи розклад узгоджено, далі робимо ітерацію по всім випускам, ітерація по всім контрольним пунктам, перевірка чи збігається час для різних випусків на одному контрольному пункті, якщо так, то зміщуємо розклад для одного випуску, продовжуємо поки у всіх випусків не буде різний час для усіх контрольних пунктів, у кінці виводимо повертаємо готовий розклад. Блок-схема алгоритму зображена на рисунку 2.11.

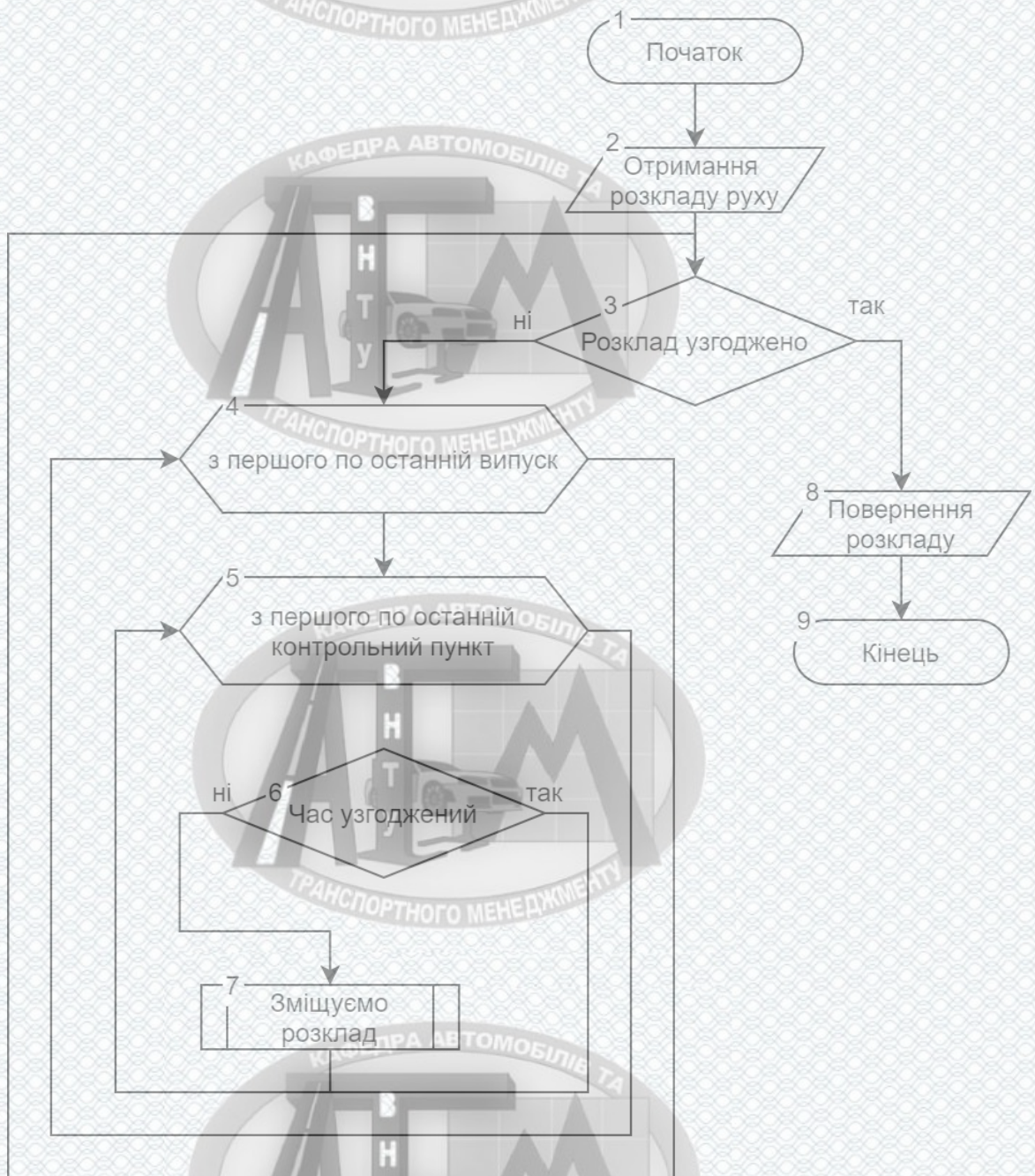


Рисунок 3.11 – Блок-схема алгоритму узгодження розкладу руху

### 3.5 Використання систем керування базами даних

У 21 столітті інформація є найціннішим глобальним ресурсом. Забезпечення надійного зберігання та швидкої обробки даних є пріоритетними цілями при роботі з інформацією. Саме з цією метою були створені бази даних, у яких ці данні зберігаються, а також системи керування базами даних (СКБД), які призначені для створення, редагування та керування базами даних. Дані поняття слід розрізняти.

Система бази даних є засобом, що дозволяє зібрати та систематизувати інформацію. Ця система може служити для зберігання даних про осіб, товари, замовлення та інші відомості.

Існує декілька видів баз даних, оскільки є кожна база даних має свій певний функціонал. Тому бази даних поділяють на [18]:

- Ієрархічна – відображена у вигляді дерева, яке складається з об'єктів різних рівнів. Між даними формується певний зв'язок, який вказує на те, що один з об'єктів є наслідником для іншого, при чому наслідник може мати лише одного базового об'єкта;
- Мережна – має схожість з ієрархічною, але у ній кожен об'єкт може мати більше одного базового об'єкта;
- Об'єктно-орієнтована - дані подаються у вигляді моделей об'єктів, які створюються під час написання програмного забезпечення;
- Реляційна – найпоширеніша база даних, яка зберігає дані у вигляді таблиць та будує зв'язки між ними за допомогою ключів.

Складання розкладу включає в себе багато роботи з даними. Для цього було вирішено використовувати реляційну базу даних, оскільки вона забезпечує високу точність даних, має просту табличну структуру, має можливість робити різні зміни в таблицях та зв'язками між ними без втрати даних, має хорошу продуктивність.

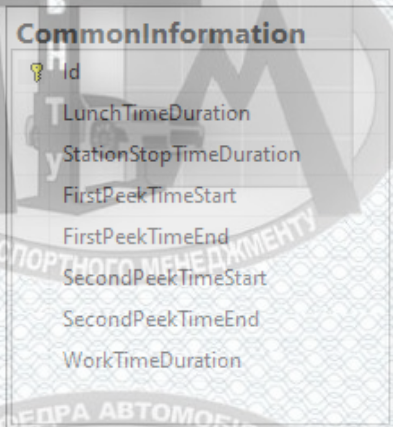
Під час розробки реляційних баз даних важливо суворо дотримуватися принципів нормалізації. Цей процес допомагає виправити можливі недоліки у

проектуванні бази даних. Нормалізація породжує різні рівні нормальних форм, використовуючи набір правил, що визначають, як слід або не слід структурувати таблиці. Результатом процесу нормалізації є розбиття таблиць на менші, що сприяє формуванню більш оптимальної структури.

Системою керування базою даних було вибрано Microsoft SQL Server. Microsoft SQL Server – одна з найпопулярніших СКБД у світі, була створена компанією Microsoft. Дана СКБД підходить для різного виду проектів: від невеликих додатків до високонавантажених систем. Для взаємодії з базою даних використовується мова T-SQL, яка є різновидністю мови SQL. Дана мова забезпечує широкий функціонал для роботи з даними. Ключовими перевагами є: продуктивність, надійність, система резервного копіювання, безпека та простота.

Для складання розкладу руху були створені всі необхідні сутності, а саме: загальна інформація, контрольні пункти, маршрут, транспорт, стан транспорту, розклад руху та проміжні сутності.

Розклад складається для багатьох маршрутів, де багато даних є спільними. Для уникнення дублювання даних було створено таблицю «Загальна інформація» (рисунок 3.1). Вона містить у собі: тривалість обідньої перерви, час для висадки та запуску пасажирів, інтервал першого пікового часу, інтервал другого пікового часу, тривалість робочого дня.



CommonInformation	
Id	
LunchTimeDuration	
StationStopTimeDuration	
FirstPeekTimeStart	
FirstPeekTimeEnd	
SecondPeekTimeStart	
SecondPeekTimeEnd	
WorkTimeDuration	

Рисунок 3.12 – Таблиця «Загальна інформація»

Для зберігання інформації про контрольні пункти було створено таблицю «Контрольні пункти» (рисунок 3.2) з наступними полями: назва, коротка назва, деталі та чи являється станцією депо.

Stations	
Id	
Name	
Details	
ShortName	
IsDepot	

Рисунок 3.13 – Таблиця «Контрольні пункти»

Для зберігання інформації про транспорт було використано таблицю «Транспорт» (рисунок 3.3) з наступними полям: номер транспорту, номер маршруту, номер розкладу.

Transports	
Id	
Number	
Routeld	
Scheduleld	

Рисунок 3.14 – Таблиця «Транспорт»

Транспорт не стоїть на місці, тому потрібно зберігати інформацію про його стан в контрений період часу. Для цього реалізовано таблицю «Стан транспорту» (рисунок 3.4) з наступними атрибутами: номер контрольного пункту, час, номер транспортного засобу, та в якому стані зараз знаходиться транспорт.



TransportStates	
🔑	Id
	StationId
	Time
	State
	TransportId

Рисунок 3.15 – Таблиця «Стан транспорту»

Також для складання розкладу руху необхідні дані про маршрут, тому було створено таблицю «Маршрути» (рисунок 3.16), яка включає в себе наступні атрибути: інтервал роботи, інтервал першого обіду, інтервал другого обіду, дані про довжину маршруту, номер маршруту, кількість транспорту в різні зміни та в піковий час, час оборотного рейсу.

Routes	
🔑	Id
	StartTime
	EndTime
	FirstLunchStartTime
	FirstLunchEndTime
	SecondLunchStartTime
	SecondLunchEndTime
	LengthAll
	LengthFromDepotToEnd
	LengthFromDepotToStart
	LengthFromEndToDepot
	LengthFromEndToStart
	LengthFromStartToDepot
	LengthFromStartToEnd
	RouteNumber
	CountOfTransportInFirstChange
	CountOfTransportInPeekTime
	CountOfTransportInSecondCh...
	FullJourneyTime

Рисунок 3.16 – Таблиця «Маршрути»

Оскільки в одного маршруту може бути багато контрольних пунктів, а один контрольний пункт може використовуватись в багатьох маршрутах було вирішено створити проміжну таблицю «Маршрут Контрольний пункт» (рисунок 3.16) та додати допоміжні атрибути. До її атрибутів входить: номер маршруту, номер контрольного пункту, порядковий номер та чи це прямий, чи оборотний рейс.

RouteStation	
🔑	RouteId
🔑	StationId
	[Order]
🔑	Forward

Рисунок 3.17 – Таблиця «Маршрут Контрольний пункт»

Ключовою таблицею є «Розклад руху», яка зображена на рисунку 3.17. Саме вона зберігає інформацію про створений розклад руху для конкретного маршруту. До її атрибутів входить лише номер та дата створення. За допомогою зв'язків з іншими таблицями можливе зберігання усіх даних про розклад.

Schedules	
🔑	Id
	Date

Рисунок 3.18 – Таблиця «Розклад руху»

Отже, для розробки бази даних було вибрано реляційну базу даних та MS SQL Server СКБД, оскільки це забезпечує продуктивність, надійність, безпеку та

простоту. Було розроблено сім таблиць використовуючи правила нормалізації для забезпечення надійної структури таблиць та відсутність дефектів.

Для розуміння роботи бази даних було створено ER діаграму – це діаграма, до зображуються зв'язків між таблицями (рисунок 3.18).

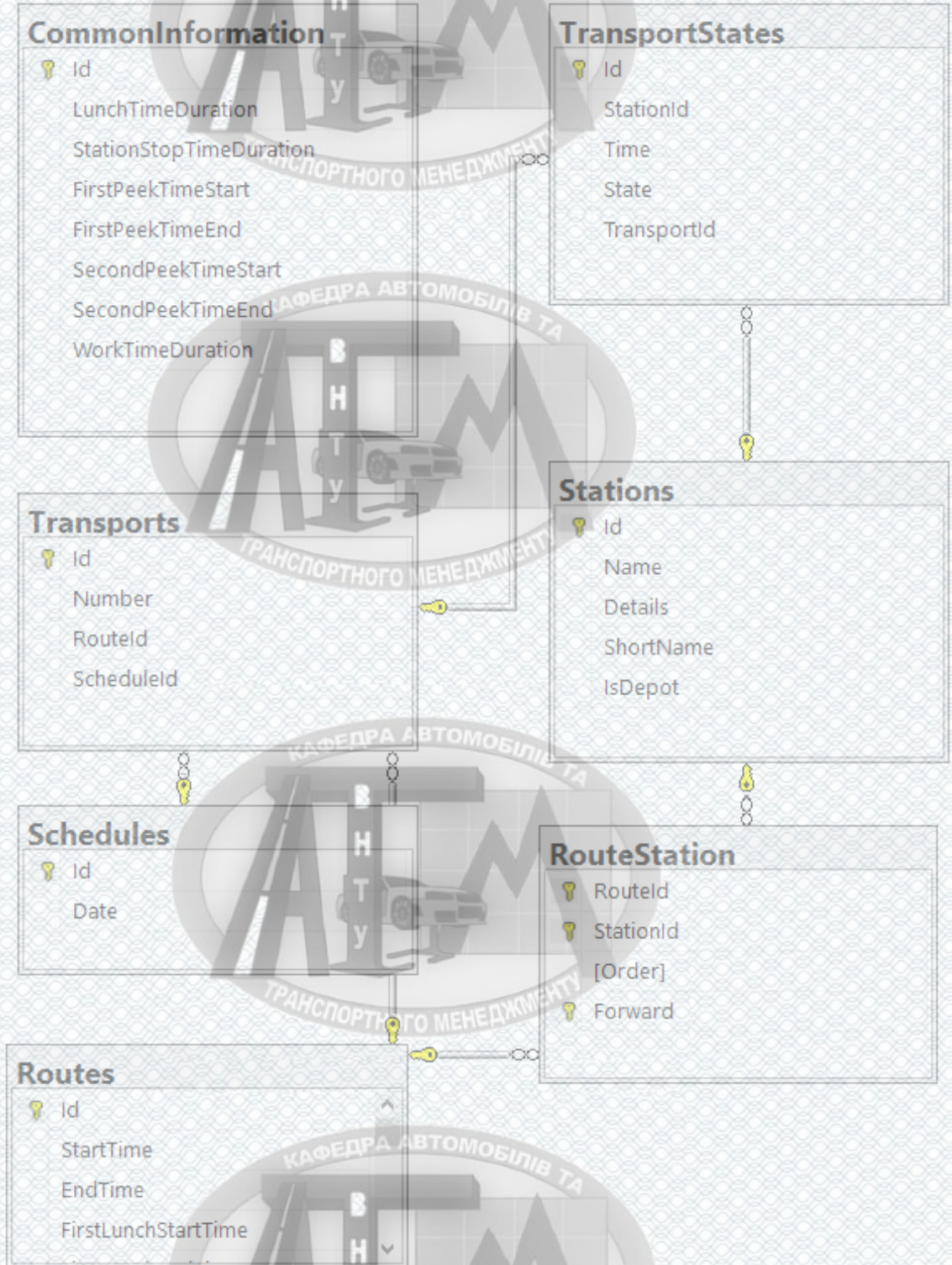


Рисунок 3.19 – ER діаграма бази даних

### 3.6 Висновки до третього розділу

У третьому розділі був проведений аналіз інформаційного забезпечення та було вирішено які дані сайт використовуватиме для складання розкладу руху.

Розроблено інтерфейс з прикладами реалізації. Розглянуто базові структури веб сайтів. Зроблена порівняльна характеристика кожної структури. Вибір та обґрунтування блокової структури як ключової для складання розкладу руху. Продемонстровано структуру розроблюваного сайту.

Розроблено та описано алгоритми для додавання інформації про маршрут, формування розкладу руху та узгодження розкладу руху. Створені блок схеми до кожного алгоритму

Реалізовано зовнішній вигляд навігації веб сайту. Зроблений огляд ключових сторінок веб-сайту.



## 4 ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АЛГОРИТМУ

### 4.1 Вибір методики тестування програмного додатку

Тестування є важливою частиною процесу розробки програмних продуктів і входить в число найбільш ефективних способів забезпечення їх якості. Причому під якістю в сфері розробки програмних засобів мається на увазі не тільки надійність програми але і зручність користування. Згідно з визначенням, це процес контролю якості програмного забезпечення, що включає в себе створення тестів, проведення тестування та аналіз отриманих результатів [18]. За допомогою методу статичного можна знайти недоліки вже в фазах проектування програми та специфікації. Під час статичного тестування можна також перевірити властивості системи, такі як ремонтпридатність, надійність. Проведення статичного тестування може значно знизити витрати на розробку програмного забезпечення та зменшити час, необхідний для розробки програмного забезпечення. Тестування білого ящика - особливий метод перевірки ПЗ, який має на увазі, що внутрішня структура і технічні особливості ПЗ досконально відомі перевіряючому. Перевірка білого ящика складається з декількох взаємодоповнюючих типів тестування, що використовуються для оцінки зручності застосування веб-продукту, частини коду або особливого програмного функціоналу. На основі такого тестування можна здійснювати наступні перевірки: юніт-тести, інтеграційні перевірки, системне тестування компонентів, перевірка архітектури безпеки функціонування ПЗ. Для зменшення ресурсів на тестування, його варто автоматизувати. Автоматизоване тестування - це метод тестування програмного забезпечення, який виконується з використанням спеціальних програмних засобів, які, в свою чергу необхідні для виконання набору тестових прикладів. Навпаки, ручне тестування виконується людиною, що сидить перед комп'ютером і ретельно виконує кожен крок тесту «руками». Програмне забезпечення для автоматизації тестування

також може вводити тестові дані в тестову програму, порівнювати очікувані і фактичні результати і створювати докладні звіти про тести. Як правило, автоматизація тестування вимагає значних вкладень грошей і ресурсів.

## 4.2 Тестування програмного додатку

Для виконання тестування методом «білої скриньки» використаємо можливості фреймворку Selenium. Необхідно відокремити модулі програми на складові частини: контролери, моделі, допоміжні класи, декоратори. Далі за допомогою сценаріїв Selenium описати послідовність дій. Після цього необхідно запуснути дані тести та перевірити результат. З результату перевірки (рисунок 4.1) видно, що з 8 кроків, один перевірку не пройшов.

	Command	Target	Value
1.	click at	id=addApprAtta0ar0000000 mFDJAA2	156,21
2.	mouse over	id=addApprAtta0ar0000000 mFDJAA2	
3.	mouse out	id=addApprAtta0ar0000000 mFDJAA2	
4.	click at	id=addAttachmentBtna0ar0 000000mFDJAA2	122,119
5.	type	id=addAttachmentBtna0ar0 000000mFDJAA2	C:\Users\myname\Desktop 11A Test Doc.txt
6.	click at	id=saveModala0ar0000000 mFDJAA2	100,107
7.	mouse over	id=saveModala0ar0000000 mFDJAA2	
8.	mouse out	id=saveModala0ar0000000 mFDJAA2	

Рисунок 4.1 – Результат тестування фреймворком Selenium

Також виконаємо тестування «чорної скриньки» - відкриємо веб-сайт у браузері та будемо працювати з інтерфейсом.

Протестуємо форму для додавання контрольних пунктів. Критерієм проходження тестування буде додавання контрольного пункту в базу даних та валідація вхідних даних. Для тестування форми необхідно відкрити сайт,

перейти на сторінку «Контрольні пункти» та внизу сторінки натиснути кнопку «Додати». Форма додавання зображена на рисунку 4.2.

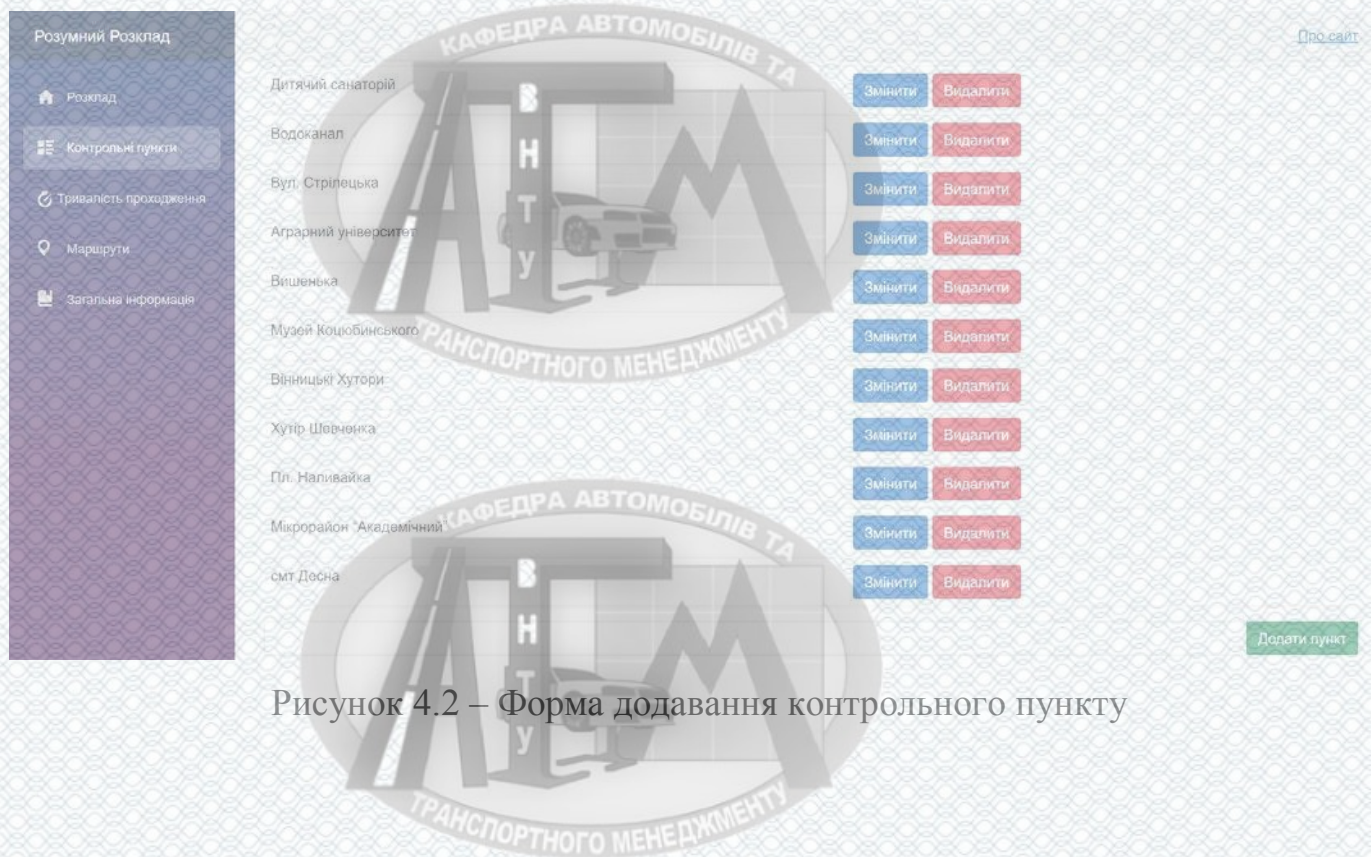


Рисунок 4.2 – Форма додавання контрольного пункту

Після заповнення поля кнопка «Додати» стає доступною. При натисканні кнопки інформація передається на сервер та додається в базу даних.

Отже, дана форма дозволяє додавати нові контрольні пункти в базу даних та містить валідацію вхідних даних, тому вона проходить критерії тестування.

Протестуємо веб-сторінку для формування розкладу. Для формування розкладу руху необхідно вказати маршрут та дату. Після введення цих даних потрібно натиснути кнопку «Сформувати». Для формування розкладу також необхідні додаткові дані, створимо їх.

Відкриємо сайт та перейдемо на сторінку «Загальна інформація». Дана інформація є спільною для всіх маршрутів, тому необхідно заповнити всі поля (рисунок 4.3).



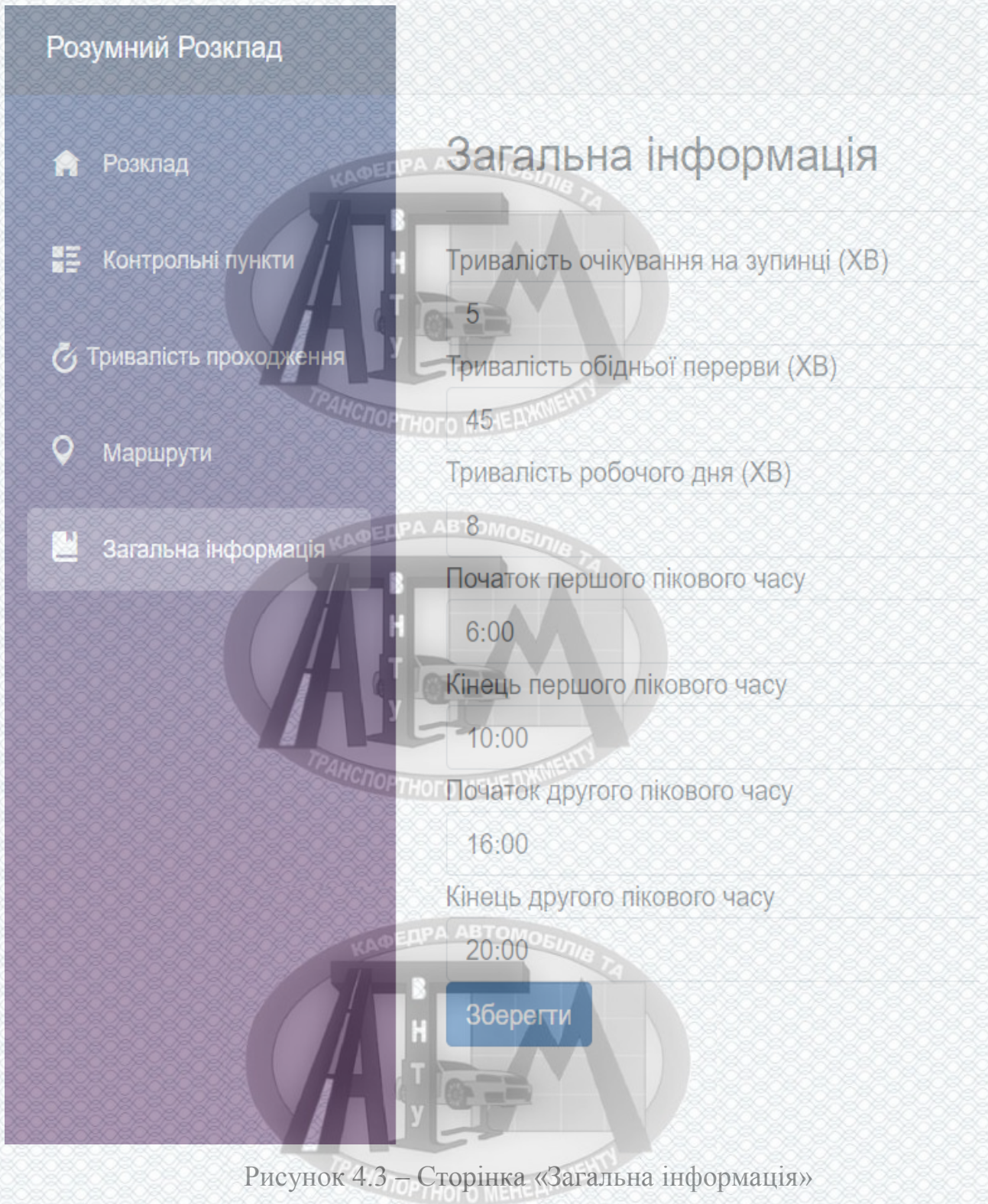


Рисунок 4.3 – Сторінка «Загальна інформація»

Наступним кроком є заповнення інформації про маршрут. Для цього перейдемо на сторінку «Маршрути». Далі натискаємо кнопку «Додати» та переходимо на форму створення маршруту (рисунок 4.4). Заповнюємо всі необхідні дані та зберігаємо.



Розумний Розклад

- Розклад
- Контрольні пункти
- Тривалість проходження
- Маршрути**
- Загальна інформація

## Маршрути

№ маршруту: 32

Назва: Залізничний вокзал — Сабарів

Оборотний рейс: 01:44:00

Випуск 1/2зм., од.: 4/4

Піковий випуск, од.: 4

Початок роботи: 06:00

Кінець роботи: 23:00

Початок першого обіду: 09:00

Кінець першого обіду: 12:00

Початок другого обіду: 18:00

Кінець другого обіду: 21:00

**Додати**

Рисунок 4.4 – Форма для додавання маршруту

Завершальним кроком буде формування розкладу руху. Для цього перейдемо на сторінку «Розклад». Виберемо потрібний нам номер маршруту зі списку. Також виберемо потрібну дату. Після натискання кнопки «Сформувати» нам буде показана таблиця контрольними станціями та часом, коли транспорт буде на них (рисунок 4.5).

Автобус	Залізничний вокзал	вул. Савана Гіусов	Центральний ринок	Пл. Перемоги	Музей М. М. Коцюбинського	вул. Соборна	Майдан Незалежності	Майдан Незалежності Сити	вул. Валентина Отамановського	Віцепландська залізнична лінія м. М. Пирогова	Ринок Урожай	вул. Родона Скальського	Поділля Сити	Бульвар Свободи	
234	06:00	06:02	06:04	06:06	06:08	06:10	06:12	06:14	06:16	06:18	06:19	06:23	06:25	06:27	06:29
156	06:09	06:11	06:13	06:15	06:17	06:21	06:23	06:25	06:27	06:29	06:30	06:32	06:34	06:36	06:38
273	06:10	06:21	06:23	06:25	06:27	06:31	06:32	06:35	06:37	06:38	06:40	06:44	06:46	06:48	06:50
201	06:20	06:30	06:32	06:34	06:36	06:40	06:42	06:44	06:46	06:48	06:42	06:51	06:53	06:55	06:57
280	06:38	06:40	06:42	06:44	06:46	06:50	06:52	06:54	06:56	06:57	07:01	07:03	07:05	07:07	07:09

Рисунок 4.5 – Форма для формування розкладу руху

Отже, було проведено тестування та аналіз отриманих результатів. Тестування методом «білої скриньки» підтвердило, що функціонал працює правильно.

#### 4.3 Практичне тестування розкладу руху

Практичне тестування розкладу руху автобусного маршруту № 32 "Залізничний вокзал - Сабарів" 13, 14 листопада 2023 року.

Таблиця 4.1 Звіт по оплаті через автоматизовану систему обліку оплати проїзду за період з 01.11.2023 р. по 22.11.2023 р.

Дата	Виручка, грн	Загальна кількість пасажирів, осіб	Разові квитки через валідатори	Пересадки	Проїзні	Пільгові
01.11.23	7632	1480	636	71	74	699
02.11.23	10272	2186	856	96	80	1154
03.11.23	11736	2274	978	82	94	1120
04.11.23	6336	1236	528	40	42	626
05.11.23	7068	1236	589	34	36	577

Продовження таблиці 4.1

06.11.23	9084	1793	757	61	70	905
07.11.23	9216	1983	768	92	78	1045
08.11.23	9672	1862	806	85	75	896
09.11.23	10272	2137	856	108	102	1071
10.11.23	11076	2248	923	101	98	1126
11.11.23	6012	1058	501	30	30	497
12.11.23	5352	1018	446	31	32	509
13.11.23	11784	2278	982	103	125	1068
14.11.23	11208	2120	934	90	91	1005
15.11.23	10104	2044	842	90	116	996
16.11.23	10872	2128	906	98	100	1024
17.11.23	10188	2023	849	73	102	999
18.11.23	7620	1366	635	45	47	639
19.11.23	5748	1070	479	31	47	513
Всього	Середній показник за 13,14.11.2023 р.	Різниця	16804	1607	1772	19208



Таблиця 4.2 Загальний звіт по оплаті через автоматизовану систему обліку оплати проїзду за період з 01.11.2023 р. по 22.11.2023 р.

		Середній показник з 1.11. по 22.11.2023 р. в робочі дні		
1	Перевезено пасажирів, осіб	2025,4	2199	173,6 (108%)
2	Виручка, грн	10219,5	11498	1278,5(112%)

Висновок: За результатами тестування прогнозоване збільшення перевезення пасажирів в місяць на маршруті № 32 "Залізничний вокзал - Сабарів" складатиме в робочі дні  $173,6 * 22 \text{ роб/дня} = 3819,2$  пасажирів, а орієнтовна виручка  $1278,5 * 22 \text{ роб/дня} = 28127$  грн. Отже, буде перевезено більше, на 108% людей, а виручка збільшиться на 112%.

Основним критерієм при автоматизованому методу складання розкладу руху в тестовому режимі було враховано:

- зміни швидкості руху на маршруті з врахуванням інтенсивності транспортних потоків;
- коригування інтервалів, рух на участках, де частково рухаються паралельно інші маршрути автобуса, трамвая і тролейбуса;
- результати проведених обстежень пасажиропотоків в пікові години.

#### 4. Додаткова аналітика техніко-економічних показників КП “ВТК”

4.4.1 Транспортна статистика та динаміка пасажирських перевезень у 2011-2023 роках.

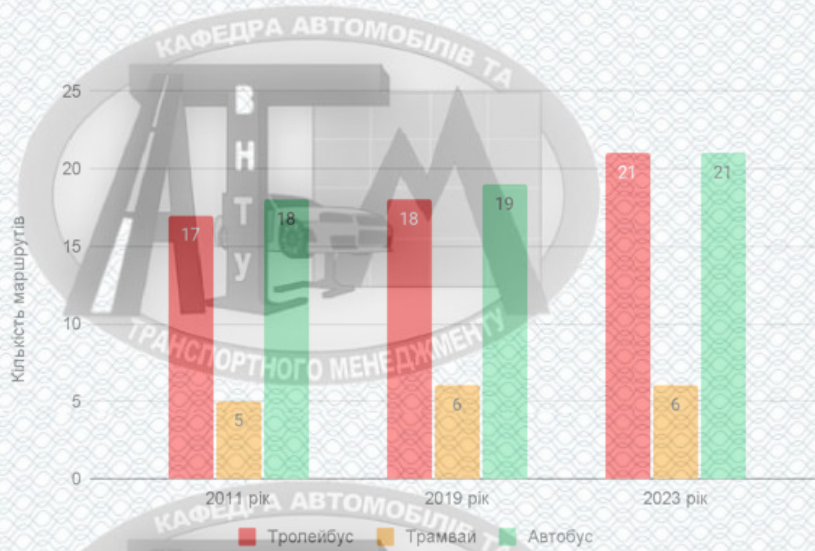


Рисунок 4.7 - Кількість маршрутів

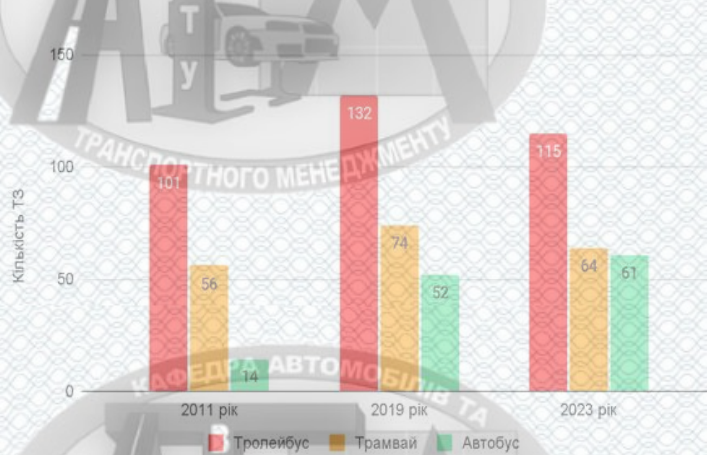


Рисунок 4.8 - Кількість транспортних засобів



Рисунок 4.9 - Середньодобові показники функціонування маршрутної мережі

Таблиця 4.3 Звіт перевезення пасажирів

Вид транспорту	Перевезення пасажирів, тис. осіб		Транспортна робота, тис. км	
	кількість	відсоток	кількість	відсоток
Тролейбус	71,1	51%	18,1	51%
Трамвай	40,8	29%	8,1	23%
Автобус	28,6	20%	9,1	26%
ВСЬОГО	140,5	100%	35,3	100%

Таблиця 4.4 Економічні показники

Вид транспорту	Вартість роботи 1 км, грн.		Споживання електроенергії/пального (за місяць)		Випуск на лінію, од.	
	2019 р.	2023 р.	2019 р.	2023 р.	2019 р.	2023 р.
Тролейбус	43,85	85,16	1383,182 тис. кВт	1 077,475 тис. кВт	131	115
Трамвай	59,53	115,38	933,814 тис. кВт	709,337 тис. кВт	74	64
Автобус	31,53	79,8	ДП: 92,429 тис. л	ДП: 87,416 тис. л. Газ: 38,5 тис. м <sup>3</sup>	60	61

4.4.2. Додаткові заходи для підвищення якості пасажирських перевезень автобусами:

- проведення технічного обслуговування наявних автобусів протягом усього терміну експлуатації, що включає в себе заміну мастил, технічних рідин, запасних частин, швидкозношувальних елементів тощо;
- проведення науково-дослідницької роботи (дослідження) для покращення роботи міського муніципального автомобільного транспорту: проведення комплексного обстеження маршрутної мережі; оптимізація маршрутної мережі з урахуванням наявного пасажиропотоку;
- проведення капітально-відновлювальних ремонтів автобусів;

- оновлення рухомого складу: придбання нових електробусів (з зарядними станціями);
- будівництво кінцевих пунктів із забезпеченням санітарно-побутових умов роботи водіїв;
- розробка та впровадження програмного комплексу розрахунку розкладу руху, який буде відповідати сучасним вимогам, особливостям маршрутної мережі міста та порядку організації роботи на підприємстві;
- професійне навчання водіїв автобусів та їх фінансове стимулювання при працевлаштуванні;
- підтримка у належному стані інформаційні панелі з розкладами руху на автобусних зупинках.

#### 4.4.3. Очікуваний ефект від запропонованих додаткових заходів

1. Забезпечення роботи громадського транспорту в кризових умовах.
2. Покращення якості надання транспортних послуг міським пасажирським транспортом, зокрема для осіб з інвалідністю, осіб, які пересуваються на кріслах колісних та інших маломобільних груп населення.
3. Зменшення витрат часу пасажирів на поїздки.
4. Зменшення кількості дорожньо-транспортних пригод за участі громадського транспорту.
5. Забезпечення віддалених районів громади муніципальним транспортом.
6. Поліпшення екологічного стану ВМТГ.
7. Забезпечення ефективного використання паливних ресурсів.
8. Зростання власних доходів КП «ВТК» на ринку транспортних послуг.

#### 4.5. Соціальна складова

Забезпечення безбар'єрності автомобільного транспорту

2014 рік - Придбано 30 великогабаритних низькопідлогових автобусів «Богдан».



Рисунок – 4.10 Низькопідлоговий автобус

2016-2018 роки - Придбано 8 газових автобусів середньої місткості АТАМАН.

Автобуси низькопідлогові, обладнані відкидними пандусами та окремим місцем для крісла колісного.



Рисунок – 4.11 Низькопідлоговий автобус

2021 рік - Для муніципального автобусного парку придбано 10 автобусів великої вмістимості Otokar Kent CNG (країна виробник – Туреччина). Автобуси



обладнані низьким рівнем підлоги, відкидним пандусом, окремим місцем для пасажирів на інвалідному візку, кнопками виклику з шрифтом Брайля.



Рисунок 4.12 – Автобус «Otokar Kent CNG»

Плани по покращенню безбар'єрності пасажирського транспорту:

- оновлення рухомого складу міського пасажирського транспорту з урахуванням потреб маломобільних груп населення;
- збільшення частки транспорту загального користування, який відповідає потребам та є зручним для маломобільних груп населення - на кінець 2024 не менше 60 %);
- зменшення часу очікування низькопідлогового транспорту на зупинці до 5-10 хв.

#### 4.6. Екологічна складова

Заміна автобусів на дизельному паливі ЛАЗ, Богдан протягом 2024-2030 років на:

- електробуси;
- автобуси на газу Otokar.

#### 4.7 Висновки до четвертого розділу

У четвертому розділі було проведено тестування програмного додатку.

Протестовано модулі для додавання контрольних пунктів та формування розкладу руху. Результатом тестування є підтвердження того, що функціонал працює правильно, стабільно, без дефектів та відповідає технічному завданню.

Розроблено інструкцію користувача та вказано мінімальні вимоги для комп'ютера для роботи з сайтом.



## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Неякісна система охорони праці може призвести до серйозних соціально-економічних проблем для працівників та їх сімей. З цієї причини соціально-економічне важливе значення охорони праці включає в себе підвищення продуктивності праці, зростання валового внутрішнього продукту, зменшення витрат на лікарняні та компенсації за важкі умови праці і багато іншого.

У цьому розділі аналізуються ризики, пов'язані з підвищенням якості пасажирських перевезень автобусами, такі як небезпечні, шкідливі та негативні для працівників і довкілля фактори. Розглядаються технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці, а також технічні рішення з покращення безпеки під час підвищення якості, включаючи заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Під час підвищення якості процесу на працівників впливають різні небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної природи. Серед фізичних НШВФ можуть бути вказані підвищена або понижена температура повітря, рівень шуму, статична електрика, проблеми з освітленням тощо. Психофізіологічні фактори включають нервово-психічні перевантаження, розумове перенапруження та монотонність праці.

### 5.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці

#### 5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Мікроклімат виробничих приміщень - це клімат усередині цих приміщень, який формується взаємодією температури, вологості, швидкості руху повітря та інтенсивності теплового випромінювання і має вплив на

здоров'я людини. Якщо оптимальні норми не можуть бути забезпечені з технічних чи економічних причин, встановлюються прийнятні межі для показників мікроклімату.

При виборі категорії фізичного навантаження для приміщення, де проводяться роботи з підвищення якості пасажирських перевезень автобусами, використовується легка категорія Іб згідно з технічними нормами. Допустимі значення показників мікроклімату у робочій зоні для холодного та теплого періодів року визначені в таблиці 5.1 відповідно до [16].

Таблиця 5.1 – Допустимі показники мікроклімату в приміщенні [16]

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іб	20-24	17-25	75	≤0,2
Теплий	Іб	21-28	19-30	60 при 27°С	0,1-0,3

Для всіх категорій робіт прийнятний перепад температури повітря в робочій зоні до 3°С. Якщо опромінення становить менше 25% поверхні тіла працівника, то інтенсивність теплового опромінення не повинна перевищувати 100 Вт/м<sup>2</sup>.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих концентрацій (ГДК), які використовуються при проектуванні виробничих приміщень, обладнання, технологічних процесів та вентиляцій, щоб забезпечити контроль за якістю виробничого середовища. ГДК для шкідливих речовин, що використовуються у конкретному виробничому приміщенні, наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Назва речовини	Параметр, що нормується	Значення	Клас небезпеки
Бензин	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	100	4
Пил нетоксичний	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	0,15	4
Іони n+, n-	число іонів в 1 см <sup>3</sup> повітря	50000	–

З метою забезпечення нормованих параметрів мікроклімату та чистоти повітря робочої зони запропоновано:

- 1) у приміщенні має бути розміщена система кондиціонування для теплого і опалення для холодного періодів року;
- 2) здійснювати вологе прибирання кожного дня;
- 3) застосування витяжної вентиляції, яка видаляє забруднення або нагріте повітря з приміщення, а також за допомогою неї контролюється швидкість руху повітря і вологість.

### 5.1.2 Виробниче освітлення

Для забезпечення гігієнічно прийнятних умов на робочих місцях висунуті високі вимоги щодо якісних та кількісних показників освітлення. З огляду на завдання зорової роботи в приміщенні, де відбувається підвищення якості пасажирських перевезень автобусами (відповідно до [17]), можна визначити, що ці умови відповідають III розряду зорової роботи. При виборі контрасту об'єкта на фоні враховано величину контрасту (велика), а характеристику фону визначено як середню, що відповідає підрозряду г.

Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) та мінімальні показники освітленості для штучного освітлення подані в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Нормативні значення КПО та мінімальні освітленості для штучного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізн., мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість для штучного освітлення, лк		КПО, %	
						комбіноване		Природне освітлення (бокове)	Суміщене освітлення (бокове)
						всього	у т. ч. від загального		
Високої точності	0,3-0,5	III	г	великий	середній	400	200	2	1,2

Оскільки приміщення знаходиться у місті Вінниця (2-га група забезпеченості природним світлом), а світлові проєми орієнтовані за азимутом 45о, то за таких умов КПО розраховується за формулою [17, 18]

$$eN = e_n mN [\%], \quad (5.1)$$

де  $e_n$  – табличне значення КПО, %;

$mN$  – коефіцієнт світлового клімату;

$N$  – номер групи забезпеченості природним світлом.

Підставляючи відомі значення одержимо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N,6} = 2 \cdot 0,9 = 1,8 (\%);$$

$$e_{N,c} = 1,2 \cdot 0,9 = 1,1 (\%).$$

Для забезпечення нормативних значень параметрів освітлення запропоновано: при недостатньому природному освітлені в світлу пору доби доповнення штучним за допомогою газорозрядних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення; застосування загального штучного освітлення у темну пору доби.

### 5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Виявлено, що приміщення, де проводиться робота з підвищення якості пасажирських перевезень автобусами, може бути забезпечене робочими місцями, на яких виникає шум і вібрація, створювані двигунами внутрішнього згоряння. Щоб уникнути травмвань працюючих внаслідок впливу шуму та вібрації, ці параметри підлягають регулюванню. Основним нормативним документом щодо промислового шуму на території нашої країни є [19]. Відповідно до цього документу регулюються рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні шуму на робочих місцях у промислових приміщеннях, які не повинні перевищувати встановлені значення, вказані в таблиці 5.4. Нормативи виробничих вібрацій для 1-ї категорії (транспортної) подані в таблиці 5.5.

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску та еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку та еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні віброприскорення [21]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц						Коректовані рівні віброприскорення, дБА
2	4	8	16	31,5	63	
68	65	65	71	77	83	62

Для визначення припустимих значень віброакустичних коливань у приміщенні передбачено такі заходи: вчасний проведення профілактичного ремонту; використання в конструкціях обладнання акустичних екранів та кожухів для ізоляції вібрацій і звуку.

#### 5.1.4 Виробничі випромінювання

Дослідження умов праці вказує на те, що приміщення, де відбувається підвищення якості пасажирських перевезень автобусами, може включати в себе електромагнітне випромінювання, максимально допустимі рівні якого зазначено у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (безперервне випромінювання, амплітудна чи кутова модуляція)

Номер діапазон у	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль, $\lambda$	ГДР, В/м
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30-300 кГц	10-1 км	25
6	Гептаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15
7	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3-30 МГц	100-10 м	$3 \cdot \lg \lambda$
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30-300 МГц	10-1 м	3



З метою гарантування захисту та досягнення нормативних рівнів випромінювань потрібно використовувати екранування робочого місця і скорочення часу опромінення за рахунок перерв на відпочинок.

## 5.2 Технічні рішення щодо безпеки під час проведення підвищення якості пасажирських перевезень автобусами

### 5.2.1 Безпека перевезення пасажирів

Закон України "Про автомобільний транспорт" [26] визначає засади організації та діяльності автомобільного транспорту, включаючи права та обов'язки водіїв автобусів, що здійснюють пасажирські перевезення. Стаття 3 цього закону регулює відносини між різними учасниками, такими як автомобільні перевізники, замовники транспортних послуг, органи влади та інші.

Водій автобуса при пасажирських перевезеннях має право вимагати від пасажирів виконання їх обов'язків та відмовляти у поїздки особам без квитка або порушникам громадського порядку. Важливою є його обов'язок дотримуватися визначеного маршруту та розкладу, а також приймати, розміщувати та видавати багаж пасажирам на відповідних зупинках.

Нормативи законодавства також визначають заборони для водіїв автобусів, такі як зміна маршруту та розкладу без відповідного дозволу, продаж квитків під час руху, споживання їжі чи напоїв під час водіння, що підкреслюється у статті.

Зокрема, водію заборонено також перевозити небезпечні речовини та виконувати інші дії, що можуть створити загрозу для безпеки пасажирів та власного екіпажу. Водій зобов'язаний дотримуватися всіх вимог правил дорожнього руху та надавати послуги відповідно до встановлених стандартів.

### 5.2.2 Електробезпека

Основним чинником, що може призвести до травмування електричним струмом в даному приміщенні, є проведення ремонтних робіт під напругою, несправність устаткування або випадковий дотик до струмоведучих або металевих частин, що перебувають під напругою. Згідно з класифікацією [22], це приміщення віднесене до категорії приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через високу вологість (понад 75%).

З метою забезпечення безпеки використання електрообладнання рекомендується застосовувати комплекс заходів, таких як використання ізоляції для струмоведучих елементів, захисних блокувань, захисного заземлення та інші [26]. Враховуючи особливості цього приміщення, яке характеризується високою вологістю, особливу увагу слід приділяти заходам безпеки для запобігання ураження електричним струмом.

### 5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Згідно з [24], приміщення, де проводиться робота з підвищення якості пасажирських перевезень автобусами, класифікується як приміщення категорії пожежної небезпеки А. Це характеризується наявністю легкозаймистих рідин з температурою спалаху не більше 28 °С, які використовуються під час проведення заходів з підвищення якості. Приміщення також відноситься до 3-го ступеня вогнестійкості, в якому будівля має несучі та огорожувальні конструкції з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону та залізобетону. Для перекриттів можна використовувати дерев'яні конструкції, які захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1, Г2.

Відповідно до таблиці 5.7 наведено мінімальні вимоги до вогнестійкості будівельних конструкцій розглядуваного приміщення.

Таблиця 5.7 – Мінімальні межі вогнестійкості приміщення [24]

Ступінь вогнестійкості	Стіни					Колони	Східчасті майданчики	Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки	Плити, прогони				Балки, ферми	
3	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	не нормується		

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізолювальної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см; M1 –  $M \leq 25$  см – для горизонтальних конструкцій.

В таблиці 5.8 наведено протипожежні норми проектування будівель і споруд.

Таблиця 5.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд [24]

Об'єм приміщення, тис. м <sup>3</sup>	Категорія пожежної безпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, при щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м <sup>2</sup>			Кількість людей на 1 м ширини евакуиходу	Відстань між будівлями та спорудами, м, для ступеня їх вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Максимально допустима площа поверху, м <sup>2</sup> , для числа поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I, II	III	IV, V		1	2	3 і більше
до 15	A	3	40	25	15	45	9	1	15	1	520	–	–

Вибираємо, що приміщення, в якому проводиться робота з підвищення якості, має бути обладнане двома вогнегасниками, пожежним щитом, ємністю з піском [25].

#### 5.4 Висновки до п'ятого розділу

У даному розділі були розглянуті аспекти охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, зокрема, розглянуті технічні рішення з покращення гігієни праці та виробничої санітарії. Висвітлено також технічні аспекти безпеки під час проведення заходів з підвищення якості пасажирських перевезень автобусами, а також розглянуто питання забезпечення безпеки у надзвичайних ситуаціях. Важливі аспекти безпеки та заходи для покращення умов праці були розглянуті для забезпечення ефективного та безпечного виконання завдань у сфері пасажирських перевезень автобусами.



## ВИСНОВКИ

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена важливому аспекту розвитку громадського транспорту – розробці та впровадженню автоматизованого методу складання розкладу руху. Зазначено, що з розвитком та зростанням міст активно розвивається громадський транспорт, і правильно складений розклад може сприяти зменшенню витрат енергоресурсів, покращенню обслуговування пасажирів та уникненню транспортної втоми.

В контексті швидкого розвитку комп'ютерних технологій обґрунтована актуальність використання автоматизованого підходу до складання розкладу руху, що дозволяє ефективно використовувати час та оперативно реагувати на зміни умов роботи транспорту.

Мета та завдання дослідження чітко сформульовані з фокусом на підвищенні продуктивності праці та скороченні термінів планування роботи рухомого складу. Визначені основні завдання, серед яких важливе значення має визначення якісних характеристик узгодженого розкладу руху та розробка ефективного алгоритму для програми формування та узгодження розкладу.

Важливим аспектом роботи є вказівка на існуючі проблеми з програмами для складання розкладів та обґрунтування потреби у новому, ефективному рішенні. Розроблені алгоритми та програмний засіб визначаються як новаторські, спрямовані на поліпшення обслуговування пасажирів та спрощення роботи перевізників.

За результатами тестування прогнозоване збільшення перевезення пасажирів в місяць на маршруті № 32 "Залізничний вокзал - Сабарів" складатиме в робочі дні  $173,6 * 22 \text{ роб/дня} = 3819,2$  пасажирів, а орієнтовна виручка  $1278,5 * 22 \text{ роб/дня} = 28127$  грн. Отже, буде перевезено більше, на 108% пасажирів, а виручка збільшиться на 112%.

Отже, результати дослідження довели, що розроблений алгоритм сприяє оптимізації роботи та покращенню якості послуг пасажирських перевезень КП «ВТК».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Судома Д.М., Макаров В.А. Підвищення якості пасажирських перевезень автобусами комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» в місті Вінниці шляхом використання автоматизованого методу складання розкладу руху // Міжнародна науково-практична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи», – Вінниця: ВНТУ, 2023, Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/schedConf/presentations>
2. Давідіч Ю. О. Розробка розкладу руху транспортних засобів при організації пасажирських перевезень: навчальний посібник / Ю. О. Давідіч. – Харків: Харківська національна академія міського господарства, 2010. – 345 с. – ISBN 978-966-695-190-1.
3. Вакуленко К. Є. Управління міським пасажирським транспортом: навчальний посібник / К. Є. Вакуленко, К. В. Доля. – Харків: Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, 2015. – 257 с. – ISBN 978-966-695-382-0.
4. Мокін Б. І. Розробка розкладу руху транспорту / Б. І. Мокін, М. П. Розводюк, В. Г. Сторчак // Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2005. – №3. – С. 35-38.
5. Pikas [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.merakas.lt/tovar/produkti/Pikas/>
6. Мокін Б. І. Програма «Розрахунок розкладу руху транспорту» / Б. І. Мокін, М. П. Розводюк, В. Г. Сторчак // Міжнародний науково-технічний журнал «Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія» – 2005. – №3 – С. 3034.

7. User Interface [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://careerfoundry.com/en/blog/ui-design/what-is-a-user-interface/#3-what-is-a-user-interface/>.
8. SEO basics [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://yoast.com/site-structure/>.
9. Якою повинна бути структура сайту [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://epicmarketing.ua/lendingi-i-saytu/kakoy-dolzhna-byt-struktura-sayta-internet-magazina/>
10. Website builder [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://en.wikipedia.org/wiki/Website\\_builder](https://en.wikipedia.org/wiki/Website_builder)
11. Що таке CMS? [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.avahost.ua/ua/shho-take-cms/>
12. Vue.js [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Vue.js>
13. ASP .NET Core [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.tutorialsteacher.com/core/aspnet-core-introduction>
14. Visual Studio Code Introduction [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://academind.com/tutorials/visual-studio-code-introduction/>
15. Організація баз даних: практичний курс / А.Ю. Берко, О.М. Верес // Навчальний посібник. – Львів: Нац. Ун-т «Львів. Політехніка» – Львів. – 2003. – 149 с
16. The Art of Software Testing / Glenford J. Myers, Revised and Updated by Tom Badgett, Todd M. Thomas, Corey Sandler. - 2nd ed. - Hoboken, New Jersey.: John Wiley & Sons, Inc., 2004 - 234 p.
17. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
18. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
19. Бондаренко Є. А. Освітлення виробничих приміщень : довідник / Є. А. Бондаренко, В. О. Дрончак. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 61 с.
20. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

21. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.
22. Методичні вказівки до опрацювання розділу "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" в дипломних проектах і роботах студентів спеціальностей, що пов'язані з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням / Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 64 с.
23. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К. : Держнаглядохоронпраці, 1998. – 382 с.
24. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.
25. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
26. НАПБ Б.03.001-2004. Типові норми належності вогнегасників.
27. Верховна Рада України. Закон України «Про автомобільний транспорт» від 05.04.2001 № 2344-III.









**Додаток А**  
**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА**



Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту



## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНІ РОБОТА

«Підвищення якості пасажирських перевезень автобусами  
національного підприємства «Вінницька транспортна компанія» в  
місті Вінниці шляхом використання автоматизованого методу  
складання розкладу руху»

Автор

Студент гр. 1ТТ-22М Судома Д. М.

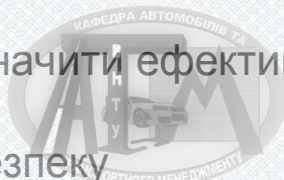
Науковий керівник  
д.т.н., професор АТМ Макаров В. А.

## Мета, предмет та об'єкт дослідження

- **Мета та завдання дослідження** – підвищення продуктивності праці та скорочення термінів планування роботи рухомого складу шляхом автоматизованого розрахунку розкладу руху та узгодження розкладів руху різних маршрутів.
- **Предмет дослідження** – методи та засоби створення автоматизованого розкладу руху та його узгодження.
- **Об'єкт дослідження** – це процес створення автоматизованого розрахунку суміщеного розкладу руху громадського транспорту.

## Задачі

- Проаналізувати роботу підприємства, визначити проблемні моменти
- Провести аналіз завдання і обрати метод вирішення поставленої задачі, розробити структуру роботи алгоритму та програми
- Розробити структуру та алгоритму роботи програми
- Провести тестування та визначити ефективність алгоритму.
- Описати охорону праці та безпеку



# Актуальність теми

- **Розвиток міста.** З ростом населення та збільшенням міських областей, питання громадського транспорту стає все більш актуальним.
- **Екологічні аспекти.** Зменшення витрат енергоресурсів та викидів шкідливих речовин шляхом ефективного використання транспорту має важливий екологічний вплив.
- **Зручність для пасажирів.** Правильно складений розклад руху сприяє комфортній та ефективній транспортній системі, що важливо для мешканців міст.
- **Розвиток технологій.** Швидкий розвиток комп'ютерних технологій відкриває можливості для автоматизації процесів складання розкладів та узгодження маршрутів.
- **Економічна ефективність.** Використання автоматизованих методів може призвести до зменшення витрат часу та ресурсів для підприємств-перевізників.
- **Адаптація до змін.** Здатність оперативно реагувати на зміни умов роботи транспорту є важливою для забезпечення неперервного та ефективного руху громадського транспорту.

# Новизна

- Новизна даної магістерської кваліфікаційної роботи виявляється в розробці та впровадженні ефективних алгоритмів для автоматизованого складання розкладу руху громадського транспорту та його узгодження. Основні пункти новизни можна сформулювати наступним чином:
- Автоматизований розрахунок суміщеного розкладу. Розроблені алгоритми спрямовані на автоматизацію процесу розрахунку розкладу руху, що включає в себе узгодження розкладів різних маршрутів. Це покращує ефективність та точність планування громадського транспорту.
- Поліпшення обслуговування пасажирів. Введення автоматизованого методу дозволяє забезпечити пасажирів якісним обслуговуванням через оптимізацію руху та уникнення транспортної втоми.
- Ефективне врахування змін умов роботи транспорту. Застосування розроблених алгоритмів дозволяє оперативно вносити зміни до розкладу руху, враховуючи різні умови роботи транспортних засобів на маршруті.

# Робота підприємства

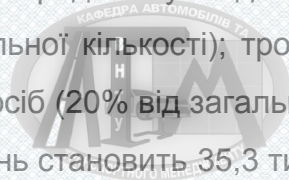
Станом на жовтень 2023 року щоденно на маршрути виходять 64 трамваї, 115 тролейбусів та 61 автобус.

Кількість перевезених пасажирів у середньому за день становить 140,5 тис. осіб, з них: трамвай — 40,8 тис. осіб (29% від загальної кількості); тролейбус — 71,1 тис. осіб (51% від загальної кількості); автобус — 28,6 тис. осіб (20% від загальної кількості).

Пробіг транспорту у середньому за день становить 35,3 тис. км, з них:

- трамвай — 8,1 тис. км;
- тролейбус — 18,1 тис. км;
- автобус — 9,1 тис. км.

Підприємство забезпечує наявність розкладів руху муніципального транспорту на 470 зупинках на усій території ВМТГ.





# Проблеми підприємства

Складнощі в обслуговуванні розкладів виникають через недосконалу конструкцію більшості панелей, їх недостатню кількість, пошкодження панелей через вандалізм. Проте розклад руху за необхідності вчасно актуалізується з метою інформування громадян про розклад руху муніципального транспорту.

Також засоби та методи формування самого розкладу руху є застарілими.

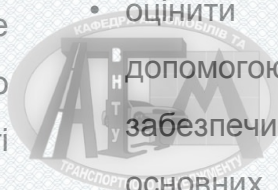
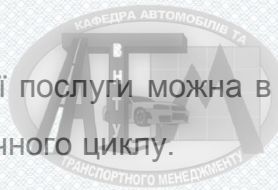
Програмне забезпечення, яке використовується КП «ВТК», було розроблене близько 20 років тому з урахуванням тогочасних вимог та особливостей маршрутної мережі міста. На сьогодні цей програмний комплекс має ряд недоліків, які значно ускладнюють роботу, іноді унеможливають виконання оптимізації розкладу, викликають необхідність ручного перерахунку параметрів, а також збільшують ймовірність появи помилок в остаточних результатах розрахунків.

Значною проблемою стає некомплектованість штату водіїв, значною мірою водіїв тролейбусів та автобусів. Загальна некомплектованість водіїв становить близько 100 осіб.

# Якість, критерії якості

Об'єктивно оцінити якість транспортної послуги можна в тому випадку, якщо розробити узагальнену характеристику всього технологічного циклу.

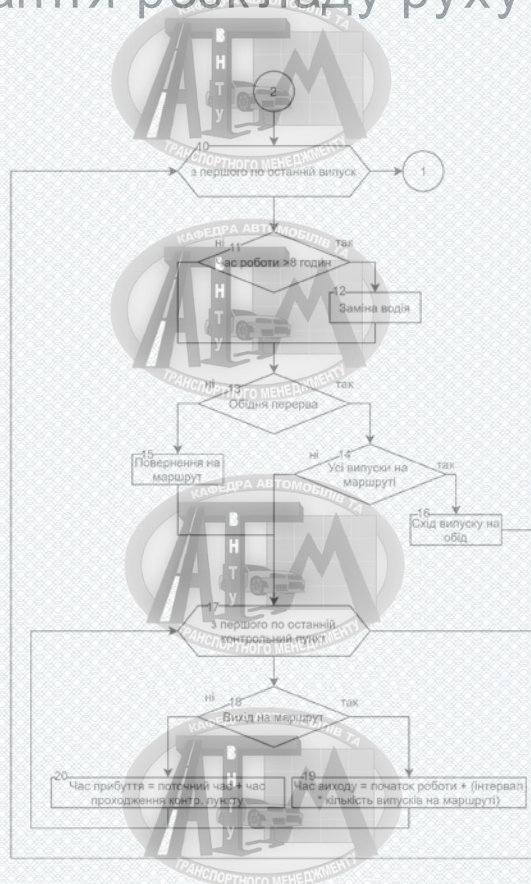
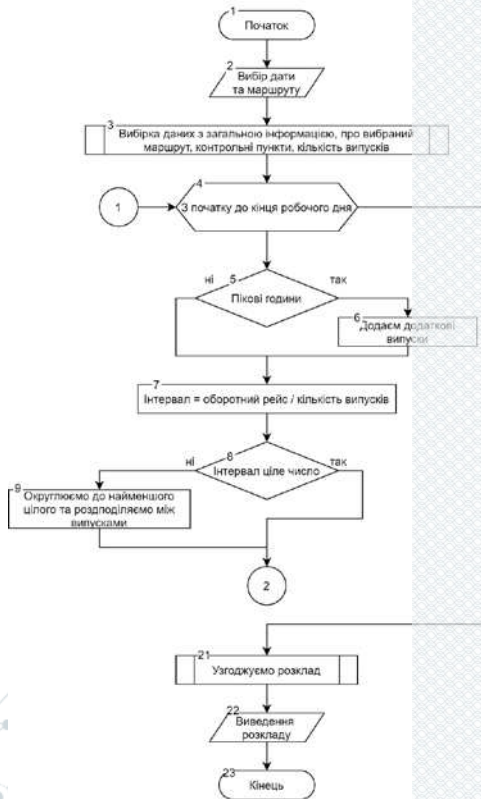
- оцінити якість наданої послуги – це найбільш простий підхід, але його використання не дає можливості попередити виникнення браку в роботі. Якщо окремо оцінити результат надання послуги, то не можливо (або дуже важко) буде визначити причини виникнення недоліків без додаткових досліджень.
- оцінити рівень транспортного обслуговування за допомогою оцінки всього виробничого процесу, що забезпечить відповідний рівень якості. Також до основних факторів якості перевезення пасажирів відноситься: комфортність поїздки (наповнення транспортних засобів (ТЗ) та регулярність руху їх на маршрутах); час, затрачений на пересування пасажирів; безпека перевезень.



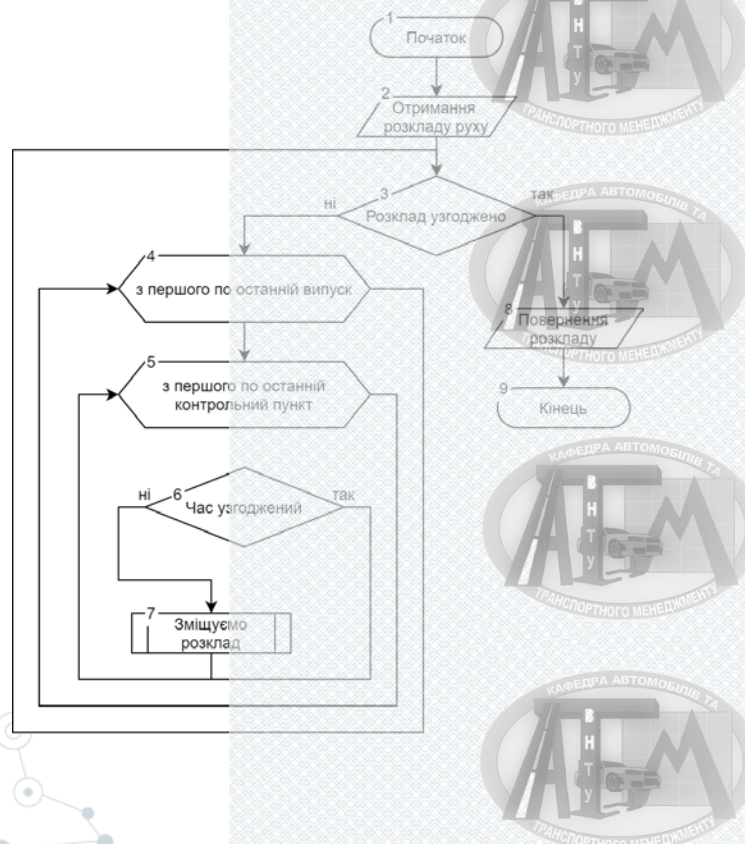
# Аналіз аналогів

Критерій	Pikas	«Складання маршрутних розкладів руху»	«Розрахунок розкладу руху електро-транспорту»	«Розумний розклад»
Автоматизований розрахунок розкладу	+	+	+	+
Узгодження розкладів руху різних маршрутів	+	-	-	+
Можливість експорту результатів	+	-	-	+
Формування та друк необхідної в роботі документації	+	+	+	+
Підтримка роботи в сучасних операційних системах	+	-	-	+
Адаптованість під конкретні умови функціонування	+	+	+	+
Прийнятна для місцевих підприємств вартість	-	+	+	+
Можливість розширення функцій програми	+	+	-	+

# Алгоритм формування розкладу руху



# Алгоритм узгодження розкладу руху



# Сторінка «Тривалість проходження»

Розумний Розклад

- Розклад
- Контрольні пункти
- Тривалість проходження**
- Маршрути
- Загальна інформація

## Тривалість проходження ключових контрольних пунктів

Контрольний пункт А

Контрольний пункт В

Тривалість проходження (XB)

Додати

Контрольний пункт А

Залізничний вокзал

Музей М. М. Коцюбинського

Майдан Небесної Сотні

Ринок "Урожай"

Храм Стрітення Господнього

Сабарів

Вул. Сергія Зубанського — Площа Шаліяна

Барське шосе — Вул. Лутова

П'ятичани — Вул. Комарова

Опелжиркомбінат — Площа Перемоги

Вул. Якова Шелєпа — Пирогово

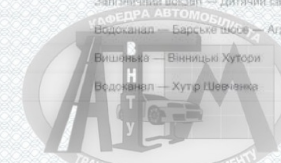
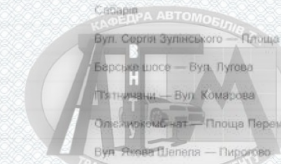
Залізничний вокзал — Вул. Бучини (ліс)

Вул. Ботанічна — Сабарів

Залізничний вокзал — Дитячий санаторій

Водоканал — Барське шосе — Аграрний університет

Вишенька — Вінницькі Хутори



Контрольний пункт В

Музей М. М. Коцюбинського

Майдан Небесної Сотні

Ринок "Урожай"

Храм Стрітення Господнього

Сабарів

Вул. Сергія Зубанського — Площа Шаліяна

Барське шосе — Вул. Лутова

П'ятичани — Вул. Комарова

Опелжиркомбінат — Площа Перемоги

Вул. Якова Шелєпа — Пирогово

Залізничний вокзал — Вул. Бучини (ліс)

Вул. Ботанічна — Сабарів

Залізничний вокзал — Дитячий санаторій

Водоканал — Барське шосе — Аграрний університет

Вишенька — Вінницькі Хутори

Водоканал — Хутір Шевченка

Тривалість (XB)

8

8

7

13

11

5

6

4

3

7

5

4

3

2

5

3

Про сайт

# Сторінка «Контрольні пункти»

Розумний Розклад

- Розклад
- Контрольні пункти**
- Тривалість проходження
- Маршрути
- Загальна інформація

## Контрольні пункти

Назва	Дія
Запізничий вокзал	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Пл. Перемоги	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Вул. Маріупольська	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Педколедж	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Мікрорайон ВПЗ	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Пл. Шкільна	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Барське шосе	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Ім. Олександра Музики	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Майдан Небесної Сотні	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Вул. Гетьманів Мазепи	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Вул. Лугова	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
П'ятиччани	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Храм Стрітення Господнього	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Пирогово	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>
Вул. Якова Шепеля	<a href="#">Змінити</a> <a href="#">Видалити</a>



# Сторінка «Загальна інформація»

Розумний Розклад

- 🏠 Розклад
- 📄 Контрольні пункти
- 🕒 Тривалість проходження
- 📍 Маршрути
- 📄 Загальна інформація**

## Загальна інформація

Тривалість очікування на зупинці (XB)

2

Тривалість обідньої перерви (XB)

30

Тривалість робочого дня (XB)

480

Початок першого пікового часу

6:00

Кінець першого пікового часу

10:00

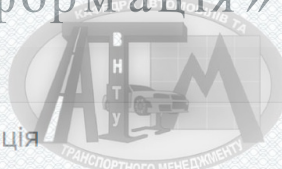
Початок другого пікового часу

16:00

Кінець другого пікового часу

20:00

Зберегти





# Сторінка «Список маршрутів»

Розумний Розклад

- Розклад
- Контрольні пункти
- Тривалість проходження
- Маршрути**
- Загальна інформація

## Маршрути

№ маршруту:

32

Назва:

Залізничний вокзал — Сабарів

Оборотний рейс:

01:44:00

Випуск 1/2зм., од.:

4/4

Піковий випуск, од.:

4

Початок роботи:

06:00

Кінець роботи:

23:00

Початок першого обіду:

09:00

Кінець першого обіду:

12:00

Початок другого обіду:

18:00

Кінець другого обіду:

21:00

**Додати**



# Сторінка «Розклад»

Розумний Розклад

🏠 Розклад

📋 Контрольні пункти

🕒 Тривалість проходження

📍 Маршрути

📄 Загальна інформація

## Розклад Руху

32 - Залізничний вокзал - Сабарів

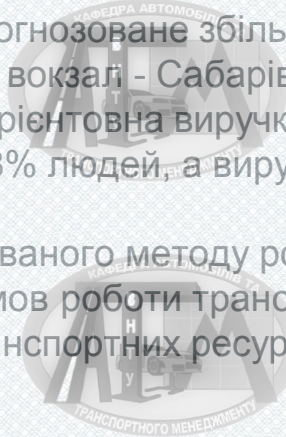
Сформувати Розклад

Автобус	Залізничний вокзал	вул. Савенія Пікуса	Центральний ринок	Пп. Перемоги	Музей М. М. Коцюбинського	вул. Соборна	Майдан Незалежності	Майдан Небесної Сотні	вул. Валентина Отамановського	Вінницька обласна клінічна лікарня ім. М. Пирогова	Ринок "Урожай"	вул. Родіона Скальського	Поділля Сіті	Бульвар Свободи
231	06:00	06:02	06:04	06:06	06:08	06:12	06:14	06:16	06:18	06:19	06:23	06:25	06:27	06:29
150	06:09	06:11	06:13	06:15	06:17	06:21	06:23	06:25	06:27	06:28	06:32	06:34	06:36	06:38
273	06:19	06:21	06:23	06:25	06:27	06:31	06:33	06:35	06:37	06:38	06:42	06:44	06:46	06:48
204	06:28	06:30	06:32	06:34	06:36	06:40	06:42	06:44	06:46	06:47	06:51	06:53	06:55	06:57
280	06:38	06:40	06:42	06:44	06:46	06:50	06:52	06:54	06:56	06:57	07:01	07:03	07:05	07:07



## Ефективність алгоритму

- Було вдосконалено рух громадського транспорту через впровадження автоматизованого методу складання розкладу руху.
- За результатами тестування прогнозоване збільшення перевезення пасажирів в місяць на маршруті № 32 "Залізничний вокзал - Сабарів" складатиме в робочі дні  $173,6 * 22$  роб/дня = 3819,2 пасажира, а орієнтовна виручка  $1278,5 * 22$  роб/дня = 28127 грн. Отже, буде перевезено більше, на 108% людей, а виручка збільшиться на 112%.
- Крім того, введення автоматизованого методу розрахунку розкладу руху дозволяє швидко адаптуватися до змін умов роботи транспорту, що є важливим чинником для оптимального використання транспортних ресурсів та забезпечення пунктуальності.



## Висновки

- У магістерській кваліфікаційній роботі розглянуто важливий аспект розвитку громадського транспорту - впровадження автоматизованого методу складання розкладу руху. Враховуючи швидкий розвиток міст та зростання популярності громадського транспорту, правильно складений розклад стає ключовим елементом оптимізації витрат енергоресурсів та покращення обслуговування пасажирів, уникаючи транспортної втоми.
- Актуальність використання автоматизованого підходу обґрунтована швидким розвитком комп'ютерних технологій, що дозволяє ефективно використовувати час та оперативно реагувати на зміни умов роботи транспорту. Мета та завдання дослідження чітко сформульовані з фокусом на підвищенні продуктивності та скороченні термінів планування роботи рухомого складу.
- Зазначено, що існуючі програми для складання розкладів мають свої обмеження, і тому виникла необхідність в новому, ефективному рішенні. Розроблені алгоритми та програмний засіб представляють собою новаторський підхід, спрямований на поліпшення обслуговування пасажирів та спрощення роботи перевізників.
- В результаті роботи алгоритму, економічна ефективність буде покращена, оскільки буде перевезено більше, на 108% людей, в результаті виручка збільшиться на 112%.



**Додаток Б**  
**ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ**  
**ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**



ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення якості пасажирських перевезень автобусами комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» в місті Вінниці шляхом використання автоматизованого методу складання розкладу руху

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

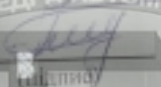
Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 90,9 % Схожість 9,1 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку



Цимбал О.В.  
(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи



Судома Д.М.  
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи



Макаров В.А.  
(прізвище, ініціали)

