

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ТРАНСПОРТУ

Кафедра транспортних технологій

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

СВО «МАГІСТР»

на тему: «Удосконалення тролейбусних перевезень на прикладі маршруту №4 (Залізничний вокзал-Аеропорт) м. Суми, що обслуговується КП СМР "Електроавтотранс»

Виконав: здобувач вищої освіти 2м курсу, групи ЗТРТ 2301м, спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» спеціалізації 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

Кривошап Роман Васильович

(прізвище та ініціали)

Керівник: доцент Саржанов О. А.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.арх., доц. Бородай Д. С.

(прізвище та ініціали)

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет будівництва та транспорту

Кафедра: транспортних технологій

Ступінь вищої освіти: «Магістр»

Спеціальність: 275 «Транспортні технології (за видами)»

Спеціалізація: 275.03 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету будівництва та транспорту

к.т.н, доцент Соларьов О. О.

«_____» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кривошан Роман Васильович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Удосконалення тролейбусних перевезень на прикладі маршруту №4 (Залізничний вокзал-Аеропорт) м. Суми, що обслуговується КП СМР "Електроавтотранс»

керівник кваліфікаційної роботи: доцент Саржанов О. А.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом закладу вищої освіти від «29» березня 2024 року № 932/ос

2. Строк подання здобувачем кваліфікаційної роботи: 18 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Річні звіти базового підприємства, нормативно-технічна документація, наукові та літературні джерела

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
реферат, вступ, теоретично-аналітичний розділ, аналітичний розділ, охорона праці і безпека в надзвичайних ситуаціях, економічна ефективність прийнятих рішень, висновки, література, додатки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: _____

Ілюстративний матеріал у вигляді презентації Microsoft Power Point на аркушах (слайдах) формату А4

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування	к.е.н., доцент Тарельник Н. В.		
Охорона праці	ст. викладач Таценко О. В		

7. Дата видачі завдання: 04 березня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Обрання теми	до 15.01.2024 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	до 19.02.2024 р.	
3.	Складання плану роботи	до 04.03.2024 р.	
4.	Написання вступу	до 18.03.2024 р.	
5.	Підготовка розділу «Аналітична частина»	до 01.05.2024 р.	
6.	Підготовка розділу «Основна частина»	до 02.09.2024 р.	
7.	Підготовка розділу «Охорона праці»	до 01.10.2024 р.	
8.	Підготовка розділу «Економічне обґрунтування»	до 18.11.2024 р.	
9.	Написання висновків та пропозицій	до 02.12.2024 р.	
10.	Подання роботи на перевірку унікальності	до 10.12.2024 р.	
11.	Подання роботи на рецензування	до 13.12.2024 р.	
12.	Подання до попереднього захисту	до 18.12.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Кривошан Р. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Саржанов О. А.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
1 ТЕОРЕТИЧНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Аналіз діяльності КП СМР «Електроавтотранс»	7
1.2 Аналіз парку рухомого складу та ефективності його використання	9
1.3 Аналіз тролейбусного маршруту № 4	12
1.4 Методи вирішення задач кваліфікаційної роботи	16
1.5 Актуальність теми магістерської роботи	17
2 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Дослідження пасажиропотоків. Нормування швидкостей руху	19
2.2 Розрахунок техніко-експлуатаційних показників	25
2.3 Знаходження фактичного числа тролейбусів. Розподіл тролейбусів по змінах	31
2.4 Показники використання тролейбусів	36
3 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	40
3.1 Вимоги щодо безпеки при експлуатації тролейбусів, посадці, висадці та перевезенні пасажирів	40
3.2 Вимоги пожежної безпеки	42
3.3 Безпека дорожнього руху	48
4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ	50
4.1 Розрахунок кількості водіїв	50
4.2 Визначення фонду оплати праці	51
4.3 Нараховування та утримання із заробітної плати	53
4.4 Визначення матеріальних витрат	54
4.5 Фінансові показники	56
4.6 Визначаємо рентабельність	57
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	59
ДОДАТКИ	62

РЕФЕРАТ

Магістерська робота виконана на 62 аркушах друкованого тексту формату А4 розрахунково-пояснювальної записки машинописного тексту, 12 рис., 13 табл., 26 літературних джерел.

Ключові слова: міські перевезення, пасажирські перевезення, тролейбус, техніко-експлуатаційні показники, маршрут, пасажиропотік, розклад руху, графік руху, пробіг, заробітна плата, витрати, техніко-економічні показники.

В першому розділі здійснено опис діяльності комунального підприємства СМР «Електроавтотранс», перелічено маршрути та рухомий склад, проаналізовано ефективність використання рухомого складу, обґрунтовано актуальність теми кваліфікаційної роботи.

В другому розділі записано результати обстеження пасажиропотоків за маршрутом: №4 «Залізничний вокзал – Аеропорт». Проведено нормування швидкостей руху тролейбусів на маршруті. Визначено фактичного числа тролейбусів і розподіл їх по змінах. Розраховано техніко-експлуатаційні показники за день, рік та середні техніко-експлуатаційні показники за маршрутами.

Розраховано економічні показники підприємства, де показано покращення роботи підприємства після удосконалення організаційного процесу.

В третьому розділі наведено вимоги щодо безпеки під час експлуатації тролейбусів, правила пожежної безпеки та безпеку на дорозі.

В четвертому розділі розраховано економічні показники підприємства, де показано покращення роботи підприємства після удосконалення організаційного процесу.

ВСТУП

У сучасних умовах міський пасажирський транспорт відіграє важливу роль у економічній діяльності кожної країни. Від надійності, безпеки та комфортабельності перевезень пасажирів залежить їх стан фізичного та психічного здоров'я, що в повсякденні буде відображатися на продуктивність праці, емоційному стані в колективах та в домашньому побуті.

В теперішній час переважна більшість населення проживає у містах, а майже половина населення нашої країни проживає у містах із наявним тролейбусним сполученням між їх частинами. Тому, якість перевезення міським транспортом, а особливо тролейбусами зачіпає інтереси значної частини населення України, що у прямому сенсі впливає на соціальну, внутрішню політичну стабільність суспільства, що підкреслює важливість даного виду послуг.

На превеликий жаль, рівень розвитку тролейбусних сполучень у містах нашої країни значно відстає від потреб потенційних пасажирів [1]. Особливо гостро дана проблема висвічується у середніх містах, яким і являється м. Суми. Дуже гостро дана проблема почала проявлятися під час воєнного стану, коли із-за відключень електромережі витрати часу на переїзд стали вимірюватися годинами, що призводить до зміни вибору транспортних засобів для забезпечення переміщень пасажирів у межах міста. Як наслідок, цей фактор негативно вплинув на економічний стан всього підприємства КП СМР «Електроавтотранс» [2].

Часткове вирішення проблеми покращення надання послуг по перевезенню пасажирів КП СМР «Електроавтотранс» в теперішніх умовах можливе за рахунок раціонального використання та поєднання всіх можливих ресурсів підприємства, визначення стратегічних напрямків у подоланні вказаної проблеми, залучення інвестицій та впровадження інновацій у дану сферу обслуговування населення, оптимізація маршрутів перевезень пасажиропотоків міста.

Метою дипломної роботи є удосконалення тролейбусних перевезень на прикладі маршруту № 4 (Залізничний вокзал – Аеропорт), м. Суми, що обслуговується КПСМР «Електроавтотранс».

1 ТЕОРЕТИЧНО-АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз діяльності КП СМР «Електроавтотранс»

КП СМР "Електроавтотранс" являється юридичною особою, свою діяльність здійснює у відповідності до свого статуту та законодавства України. Юридична адреса КП СМР "Електроавтотранс": 40007, м. Суми, вул. Харківська, 113 [2].

КП СМР "Електроавтотранс" розпочало свою діяльність у серпні 1967 року із введення в дію тролейбусного маршруту, що з'єднував хімістечко із залізничним вокзалом із довжиною контактної мережі 25,60 км. По даному маршруту курсувало чотири тролейбуси К-4 (рис.1.1.)



Рисунок 1.1 – Перший тролейбус КП СМР "Електроавтотранс"

Наступний тролейбусний маршрут було відкрито в 1968 році – ст. Баси – Червона площа.

У 1972 році нові тролейбусні маршрути забезпечували з'єднання центра міста із аеропортом, Роменським шосе, ВО «Хімпром», ВО «Гумотехніка», а в 1977 році – з Курським мікрорайоном. В цей час заміна застарілих тролейбусів на нові – ЗІУ-9 [2].

На сьогодні КП СМР "Електроавтотранс" постійно розвивається, йде постійне оновлення рухомого складу, проводяться ремонти та модернізація існуючого. За останні два роки рухомий парк підприємства оновився 19 одиницями тролейбусів «Богдан Т70117».

Послугами КП СМР "Електроавтотранс" щоденно користуються біля 71000 пасажирів. Близько 70% пасажирів, що перевозяться транспортом підприємства користуються правами на пільговий проїзд.

Пасажирські перевезення КП СМР "Електроавтотранс" здійснюються на теперішній час за восьми автобусними та п'ятнадцяти тролейбусними маршрутами.

Структура комунального підприємства "Електроавтотранс" наведена на рисунку 1.2.

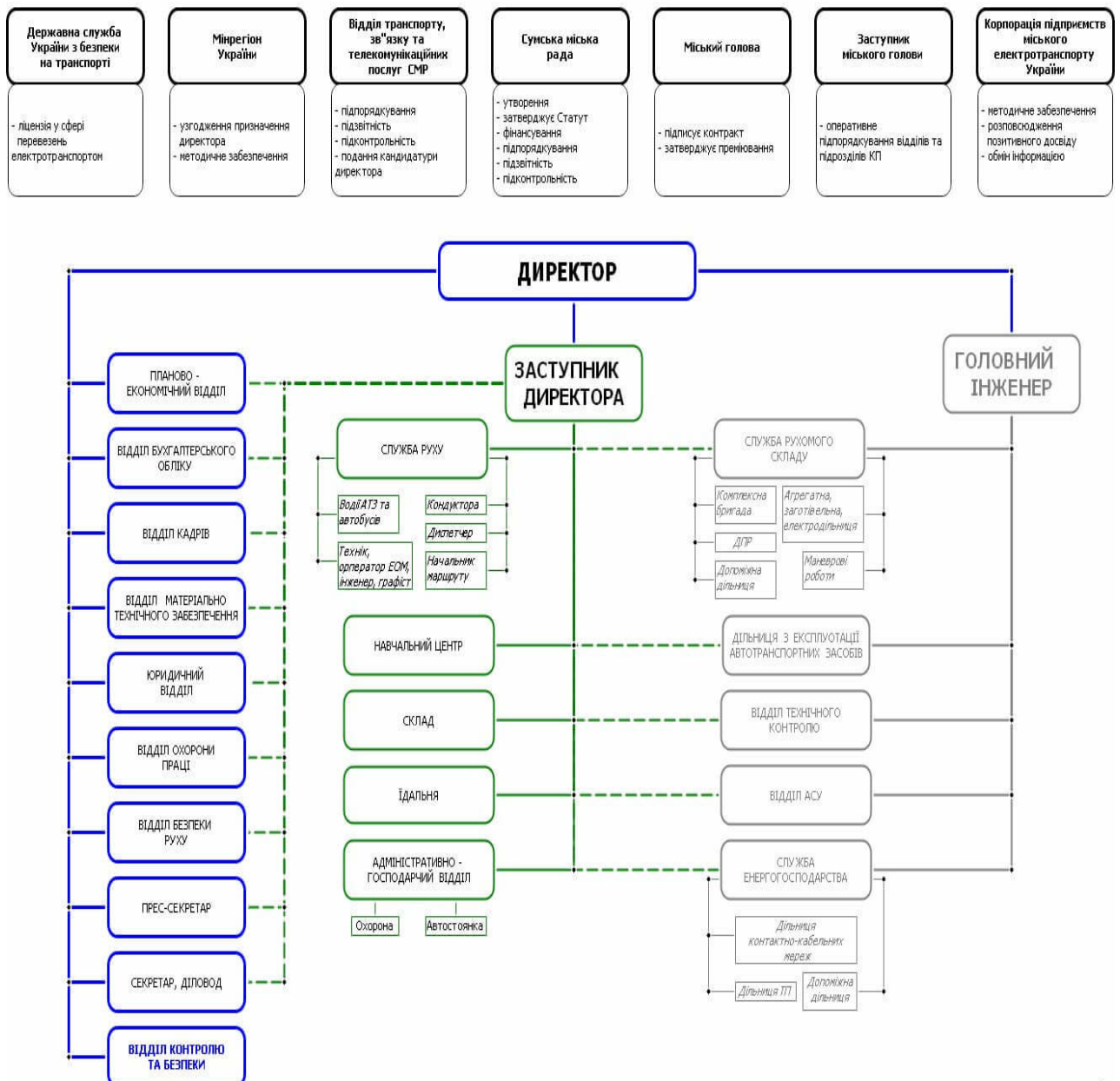


Рисунок 1.2 – Структурна схема комунального підприємства СМР "Електроавтотранс" [2]

1.2 Аналіз парку рухомого складу та ефективності його використання

Для забезпечення пасажирських перевезень підприємство має власний парк транспортних засобів, який складається з тролейбусів та автобусів різних марок. Ці транспортні засоби пройшли обов'язкове технічне обслуговування та мають ліцензії на перевезення пасажирів [3].

На балансі КП СМР "Електроавтотранс" перебуває 79 тролейбусів. Роки випуску даного рухомого складу - 1988 - 2021. Частина цих тролейбусів мають пробіг до 1,5 млн. км. Із-за технічної несправності не придатні до використання 13 тролейбусів.

Крім цього, підприємство має на своєму балансі 35 автобусів. Всі автобуси були вироблені в період з 2010 до 2020 року. Із рухомого складу автобусів 4 виведені із експлуатації із-за технічних причин та неможливості їх виправити. Із придатних до використання автобусів, 8 було передано на потреби збройних сил України.

Більш детальний аналіз парку тролейбусів КП СМР "Електроавтотранс" наведена на рисунку 1.3 [2].



Рисунок 1.3 - Аналіз парку тролейбусів КП СМР "Електроавтотранс"

Аналіз парку автобусів комунального підприємства СМР "Електроавтотранс" наведено на рисунку 1.4



Рисунок 1.4 - Аналіз парку автобусів КП СМР "Електроавтотранс" [2]






За перше півріччя 2024 року на маршрути міста щодня виїжджали в середньому 33 тролейбуси та 15 автобусів, що становило менше половини всього транспортного парку підприємства. Основною причиною низького показника виїзду рухомого складу на лінію була нестача водіїв зазначених транспортних засобів.

Що до марочного складу тролейбусного парку КП СМР "Електроавтотранс", то найбільша кількість одиниць тролейбусів марки «Богдан» (35 одиниць). Дані тролейбуси були випущені у 2015, 2019 і 2021 роках. У двадцятих роках КП СМР "Електроавтотранс" було придбано 4 тролейбуси ЕТАЛОН Т 12110. Також в склад тролейбусного рухомого парку входять тролейбуси ПМЗ Т1 (Т2) – 8 одиниць, в 2017 році було придбано 4 тролейбуси АКСМ 321. Також в експлуатації підприємства знаходяться 2 тролейбуса ЛАЗ Е 183. В той же час, КП СМР "Електроавтотранс" експлуатує тролейбуси ЗіУ 682 (23 одиниці), які були вироблені до 1992 року, а спроектовані в 70-х роках минулого століття. Більш новіші тролейбуси даної марки - ЗіУ 620501. Кількість тролейбусів даної марки становить 3 одиниці.

Крім вказаних тролейбусів КП СМР "Електроавтотранс" має у своєму парку службовий рухомий склад у кількості 2 одиниць – тролейбуси ПМЗ Т2 та ЗіУ 682 (див. табл. 1.1).

Більш детальний аналіз рухомого складу наявних тролейбусів комунального підприємства СМР "Електроавтотранс" на період 1.01.2024 року наведено в таблиці 1.1 [2].

Таблиця 1.1- Рухомий склад тролейбусів КП СМР «Електроавтотранс»

Вид транспортного засобу	Марка	Кількість	Графічне зображення
1	2	3	4
Тролейбус	Богдан Т	35	
Тролейбус	ЕТАЛОН Т 12110	4	
Тролейбус	ПМЗ Т1 (Т2)	8	
Тролейбус	БКМ-321	4	
Тролейбус	ЗіУ 620501	3	

1	2	3	4
Тролейбус	ЗіУ 682	26	
Тролейбус	ЛАЗ Е183	2	
Тролейбус	ПМЗ Т2 (технічна допомога)	1	

КП "Електроавтотранс" уклало договори замовлення на перевезення пасажирів загального користування з Сумською обласною державною адміністрацією [3].

1.3 Аналіз тролейбусного маршруту № 4

У магістерській роботі розглядаємо тролейбусний маршрут №4, який відіграє значну роль у забезпеченні зручного перевезення пасажирів різних категорій. Кінцевими зупинками даного маршруту є, відповідно, аеропорт та залізничний вокзал [2].

Схема тролейбусного маршруту №4 «Аеропорт-Залізничний вокзал» наведена на рисунку 1.5.

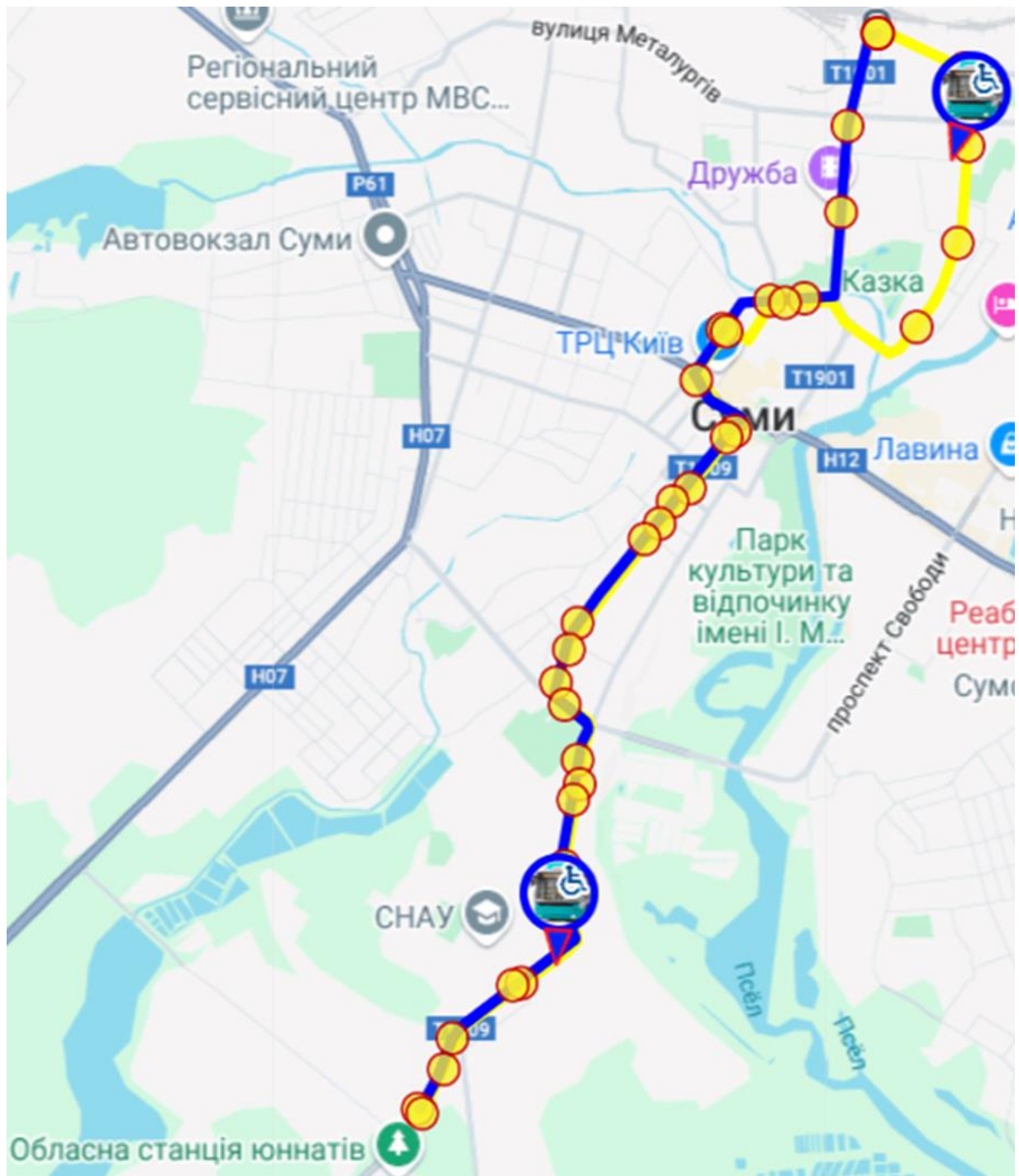


Рисунок 1.5 – Схема маршруту №4 - «Аеропорт-Залізничний вокзал»

1.3.1 Характеристика маршруту

Основними загальними показниками маршруту є його протяжність, тривалість рейсу, кількість зупинок на протязі маршруту, небезпечні ділянки маршруту за можливістю ДТП та марки рухомого складу, що обслуговують даний маршрут.

Загальні показники маршруту наведено в таблиці 1.2 [2].

Таблиця 1.2 - Загальні показники маршруту

Назва показника	Показник за напрямом руху	
	<i>Круговий</i>	
	Весняно-літній період	Осінньо-зимовий період
Довжина маршруту, км	17,5	
Тривалість рейсу, хв.	68,6	70,0
Експлуатаційна швидкість, км/год	15,3	15,0
Концентрація дорожньо-транспортних пригод	Перехрестя: - вул. Троїцька - вул. Леваневського - вул. І.Харитоненка; - вул. Харківська – вул. Євгена Коростельова – вул. Героїв Сумщини – Покровська пл.; - вул. І. Харитоненка, в районі Сумської обласної лікарні	
Мости, що мають вузьку проїзджу частину	Пр. Т. Шевченка – вул. Троїцька	
Марка тролейбусів	ЗіУ 682, ПМЗ Т1, ЛАЗ Е183, ПМЗ Т2, Богдан Т 70117	

Місця відстою транспортних засобів на даному маршруті розташовані на кінцевих зупинках. Також, на кінцевих зупинках знаходяться місця пунктів харчування [4].

Всього, на протязі маршруту руху тролейбуса виконується 33 зупинки. Середній час проїзду між зупинками – 1,7 – 1,9 хвилини, середня відстань між зупинками – 0,53 км. Всі зупинки мають асфальтоване покриття, бордюри, більшість зупинок обладнані павільйонами.

Відповідно до даних, які були отримані при дослідженні маршруту №4 за минулий рік, виділяємо ряд показників, що забезпечують оцінку ефективності рухомого складу.

1.3.2 Основні показники використання ТЗ

Основні показники використання транспортного засобу:

- коефіцієнт технічної готовності ТЗ;
- коефіцієнт випуску ТЗ на лінію.

Наведені показники вказують на готовність ТЗ до виїзду на маршрут для виконання завдання. Великі значення даних коефіцієнтів означають менші затримки через технічні проблеми, що впливає на регулярність руху ТЗ, задоволеність пасажирів, загальну ефективність перевезень [5].

На скільки раціонально використовується рухомий склад визначають наступними показниками [6]:

- коефіцієнтом використання вмістимості тролейбуса (вказує, наскільки транспортний засіб ефективно використовується для перевезення пасажирів);
- денна продуктивність рухомого складу (вказує на кількість рейсів чи перевезених пасажирів за день);
- річний пробіг ТЗ;
- коефіцієнт використання пробігу ТЗ.

Два останні показники вказують, на те, як активно транспортні засоби використовуються на протязі року.

Середні значення показників, що оцінюють ефективність застосування рухомого складу по маршруту №4 приведені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Середні значення показників оцінки ефективності застосування рухомого складу на маршруті №4

Показники	Умовні позначення	Одиниці виміру	Середнє значення
1	2	3	4
Коефіцієнт використання вмістимості	γ	-	0,69
Коефіцієнт використання пробігу	β	-	0,98
Коефіцієнт випуску	α_B	-	0,91

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
Продуктивність тролейбуса в пас.	$U_{рд}$	пас	5054,58
Продуктивність тролейбуса в пас-км.	$W_{рд}$	пас-км	11469,58
Загальний пробіг	$L_{заг}^p$	км	564334,5
Продуктивний пробіг	$L_{пр}^p$	км	498951,6

Враховуючи середні значення показників оцінки ефективності застосування рухомого складу на маршруті №4 в магістерській кваліфікаційній роботі й ставиться за мету удосконалення тролейбусних перевезень на прикладі маршруту №4.

1.4 Методи вирішення задач кваліфікаційної роботи

При вдосконалення тролейбусного маршруту необхідно дотримуватись умов в теорії пасажирських перевезень [6, 7] здійснюється шляхом поетапної реалізації наступних дій:

1. Поділ населення на групи, а їх пересувань - на категорії, таке визначення загального числа пересувань між районами.
2. Побудова картограми пасажиропотоків.
3. Визначення оптимальних маршрутів пересування за принципом мінімальних тимчасових витрат.

Знаходження оптимального шляху проходження відноситься до категорії комбінованих завдань [6, 8, 9, 10, 11], і для вдосконалення тролейбусної маршрутної мережі необхідно врахувати і порівняти між собою всі можливі варіанти.

До точних методів розв'язання задач маршрутизації найчастіше відносять:

- динамічне програмування;
- стохастичне програмування;
- метод ланок і меж;

– метод гілок і відсікань.

Наступні алгоритми відносять до розряду метаевристyk [6]:

- пошук з винятками;
- модельований пошук;
- детермінований пошук;
- генетичний алгоритм;
- алгоритм мурашиної колонії і т.д.

1.5 Актуальність теми магістерської роботи

Удосконалення організації процесу перевезення пасажирів на міських маршрутах залишається актуальною темою. Постійна зміна пасажиропотоків та зростання потреб у підвищенні ефективностей та якості перевезень пасажирів. Оптимізація маршрутів перевезення пасажирів, удосконалення розкладів руху і послуг перевезення - ці фактори є важливими для забезпечення високої якості перевезень.

Зміна пасажиропотоку має вплив на ряд техніко- експлуатаційних та техніко-економічних показників роботи міського транспорту.

Так, збільшення пасажиро-потоків ведуть до ряду проблем:

- затори та затримки (із-за збільшення кількості приватного автомобільного транспорту виникають затори на дорогах - це призводить до складностей у русі громадського транспорту);
- не раціональне застосування рухомого складу на маршруті (дуже часто відчувається нестача транспортних засобів для повного задоволення попиту пасажирів у години пік, що в свою чергу, призводить до незручностей для пасажирів);
- зміна якості обслуговування пасажирів (при збільшенні пасажиропотоку можливе погіршення якості обслуговування пасажирів через перевантаження транспортних засобів - незручності для);
- безпека перевезення пасажирів (перевантаження транспортних засобів вплине на безпеку перевезення пасажирів).

Вирішення даних проблем дасть можливість покращити міську мобільність, якість та зручність перевезення пасажирів тролейбусним транспортом, а саме маршрутом №4.

2 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Дослідження пасажиропотоків. Нормування швидкостей руху

Проведення аналізу пасажиропотоків у міських транспортних засобах є важливим із урахуванням короткої тривалості поїздок, значної інтенсивності та великих коливань пасажиропотоку. Для забезпечення ефективності організації руху міського транспорту необхідно визначати об'єми пасажиропотоків та їх зміни протягом проведеного періоду досліджень.

Обсяг пасажирів - це кількість пасажирів, які фактично перевезено або потрібно перевезти на певній ділянці дороги, маршруті, шосе чи всій мережі за певний проміжок часу [7, 12].

При забезпеченні наявних даних про напрямок маршруту, його протяжність, кількості зупинок, часу руху транспортного засобу на маршруті, об'єми пасажиропотоків за сезон, місяць, по днях тижня та розподіл їх за часом дня можливе забезпечення ефективної експлуатації тролейбусів на маршруті та високу якість обслуговування. Після отримання цих даних можливе покращення організації роботи тролейбусів на маршруті, часткова зміна карти маршруту, коригування існуючого маршруту та підбір марки рухомого складу на даному маршруті. Всі ці дані дають можливість не тільки планувати перевезення по вказаному маршруту, а й проводити довгострокові розрахунки об'ємів перевезень пасажирів, що є необхідною умовою для якісної організації теорії пасажиропотоку та транспортних послуг.

Метою маршрутних досліджень є визначення розміру пасажиропотоку, визначення його характеристик та закономірностей [12].

Дослідження змін у пасажиропотоці виконують за допомогою різних методів на тролейбусних маршрутах:

- табличний (фіксація кількості пасажирів, які заходили і виходили на певній зупинці в спеціальній таблиці);
- талонний (застосування талонів, які дозволять контролювати посадку та висадку пасажирів із транспортних засобів);

- анкетний (збір необхідної інформації через опитування пасажирів);
- візуальний (дослідження обсягів пасажирів за певний час на зупинках чи в транспортному засобі);
- автоматизований (застосування технічних засобів відеоспостереження або підрахунку пасажирів).

Найбільш часто використовується табличний метод. Застосування даного методу полягає у реєстрації пасажирів на протязі маршруту при їх заходженні в транспортний засіб та покиданні його. При цьому, дані заносяться у відповідні таблиці [6].

При проведенні досліджень пасажиропотоків нами був застосований саме цей метод.

За результатами проведених досліджень пасажиропотоків розраховуємо об'ємні показники роботи тролейбусів на тролейбусному маршруті №4 «Аеропорт – Залізничний вокзал».

На вище вказаного, та по результатах обстеження пасажиропотоку даного маршруту проводимо розрахунки:

- денний обсяг перевезень:

$$Q_{д} = Q_{ПП}^{ран} + Q_{ЗВ}^{ран} + Q_{ПП}^{веч} + Q_{ЗВ}^{веч}, \quad (2.1)$$

де $Q_{д}$ – об'єми перевезень пасажирів за ранкові та вечірні рейси у прямому і зворотному напрямках;

$Q_{ПП}^{ран}$ – об'єм перевезень пасажирів за ранкові рейси в прямому напрямку;

$Q_{ЗВ}^{ран}$ – об'єм перевезень пасажирів за ранкові рейси в зворотному напрямку;

$Q_{ПП}^{веч}$ – об'єм перевезень пасажирів за вечірній рейс в прямому напрямку;

$Q_{ЗВ}^{веч}$ – об'єм перевезень пасажирів за вечірній рейс в зворотному напрямку.

Результати досліджень приведені в таблиці 2.1 та таблиці 2.2, а також приведені графічно на рисунках 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 - Дослідження пасажиропотоку на маршруті №4
«Аеропорт - Залізничний вокзал»

Прямий напрямок						Зворотній напрямок					
Назва зупинки	Відстань між зупинками, L, км	Кількість пасажирів		Наповнення, пас	Транспортна робота Р, пас-км	Назва зупинки	Відстань між зупинками, L, км	Кількість пасажирів		Наповнення, пас	Транспортна робота Р, пас-км
		В	З					В	З		
Аеропорт	-	-	207	-	-	Обласна лікарня	0,6	238	220	-	-
вул. Лебединська	0,5	202	260	2386	1145,28	Міська дитяча лікарня	0,3	234	218	2389	1027,27
Аграрний університет	0,6	312	342	2631	1052,4	Пологовий будинок	0,6	120	150	2405	1034,15
Кадетський корпус	0,3	333	372	3051	945,81	Класична гімназія	0,5	183	221	2555	1350,6
Школа №1	0,5	268	264	3002	1501	Сквер «Дружба»	0,7	137	184	2617	1224,45
Міський ТЦК СП	0,4	265	214	2806	561,2	Центральн. ринок	0,6	330	374	2670	934,5
вул. Сумської артбригади	0,7	214	254	2957	1182,8	Універмаг «Київ»	0,5	252	222	2726	1499,3
Будівельний коледж	0,3	196	174	2805	981,75	ЦУМ	0,4	284	262	2556	1533,6
вул. Олександра Олеся	0,5	268	261	2827	1554,85	Торговий дім «Петропавлівський»	0,4	252	260	2578	1706,9
вул. Олексія Береста	0,4	312	337	2734	1640,4	вул. Олексія Береста	0,4	292	217	2570	1464,9
Покровська площа	0,6	368	335	2498	2222,9	Будівельн. коледж	0,3	145	176	2645	1243,15
Центральн. ринок	1,0	397	349	2531	2277,9	вул. Сумської артбригади	0,7	187	141	2314	1041,3
Майдан Незалежності	0,6	156	113	2379	1379,82	Міський ТЦК СП	0,6	172	161	2060	824
Кінотеатр «Дружба»	0,7	274	267	2222	933,24	Школа №1	0,5	221	238	1771	531,3
Проспект Шевченка	0,6	271	262	2029	1318,85	Генерала Морозова	0,6	131	135	1754	403,42
Залізничний вокзал	0,7	231	232	2029	1318,85	Аграрний університ.	0,3	210	250	2015	471,5
Всього	8,4	4067	4305	42476	20017,05	вул. Лебединська	0,6	201	222	1454	303,4
						Аеропорт	0,5	238	-	1051	2051

						Всього	9,1	3827	3651	38130	18644,74
						Разом	17,5	7956	7956		

Таблиця 2.2 - Дослідження пасажиропотоку протягом доби на маршруті №4

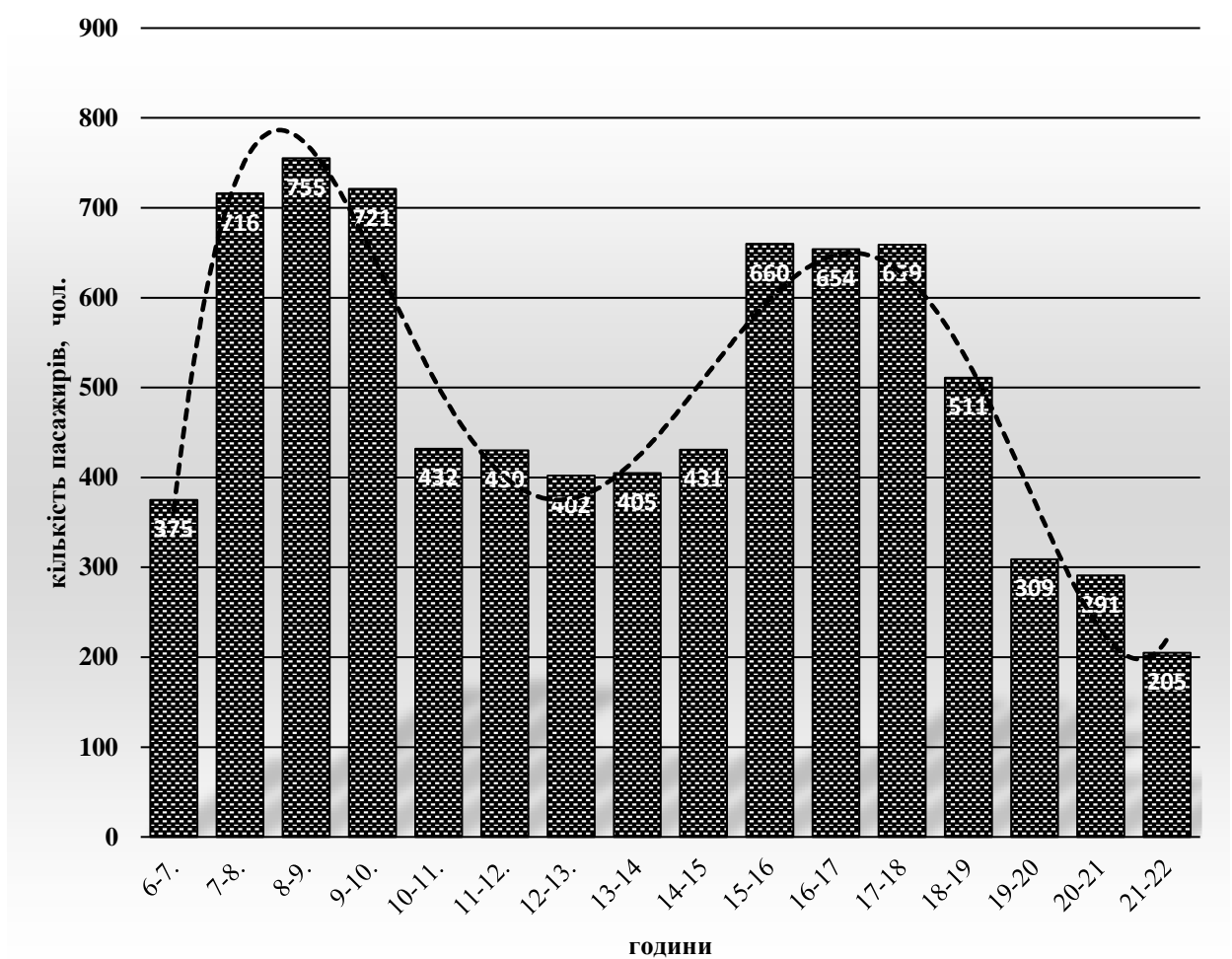
Години доби	Маршрут «Аеропорт - Залізничний вокзал»
6-7	375
7-8	716
8-9	755
9-10	721
10-11	432
11-12	430
12-13	402
13-14	405
14-15	431
15-16	660
16-17	654
17-18	659
18-19	511
19-20	309
20-21	291
21-22	205
Всього:	7956

Як видно із таблиці 2.2, найбільші об'єми перевезення пасажирів припадають на ранковий час – з 7:00 до 10:00 та вечірній – з 15:00 до 18:00. Це пов'язано, перш за все, із переміщенням пасажирів до робочих місць (ранковий час) та в з роботи (вечірній час). Особливий попит на даний транспортний маршрут в указані ранкові години пов'язаний із доставкою

пасажирів до таких важливих частин міста, як центр (зуп. Покровська площа), Центральний ринок, завод «Насосенегомаш» (зуп. Проспект Шевченка, Залізничний вокзал) та ін.

У вечірні години, починаючи з 15:00 пасажиропотік, відповідно, має зворотній напрям.

Графічно пасажиропотік на протязі дня по маршруту №4 «Аеропорт - Залізничний вокзал» наведений на рисунку 2.1.



Рисунку 2.1 – Динаміка пасажиропотоку маршруту №4 «Аеропорт - Залізничний вокзал» на протязі дня

Наближено кількість пасажирів на протязі любого часу дня з 6:00 до 22:00 може бути визначена за допомогою наступної формули:

$$П = 0,0917ч^5 - 4,1534ч^4 + 68,048ч^3 - 486,56ч^2 + 1420,4ч - 634,61 \quad (2.2)$$

де, П – число пасажирів, чол.;

ч – час, о котрому визначається пасажиропотік на казаному маршруті руху, год.

Нами також були проведені дослідження по визначенню динаміки пасажиропотоку на протязі тижня (див. табл. 2.3).

Таблиця 2.3 - Динаміка пасажиропотоку на протязі тижня на маршруті №4

Дні тижня	Маршрут «Аеропорт - Залізничний вокзал»
Понеділок	8959
Вівторок	8269
Середа	7278
Четвер	7263
П'ятниця	8263
Субота	8279
Неділя	5381

Графічно динаміку пасажиропотоку на протязі тижня на маршруті №4 «Аеропорт - Залізничний вокзал» можна представити у вигляді наступної гістограми (рис. 2.2).

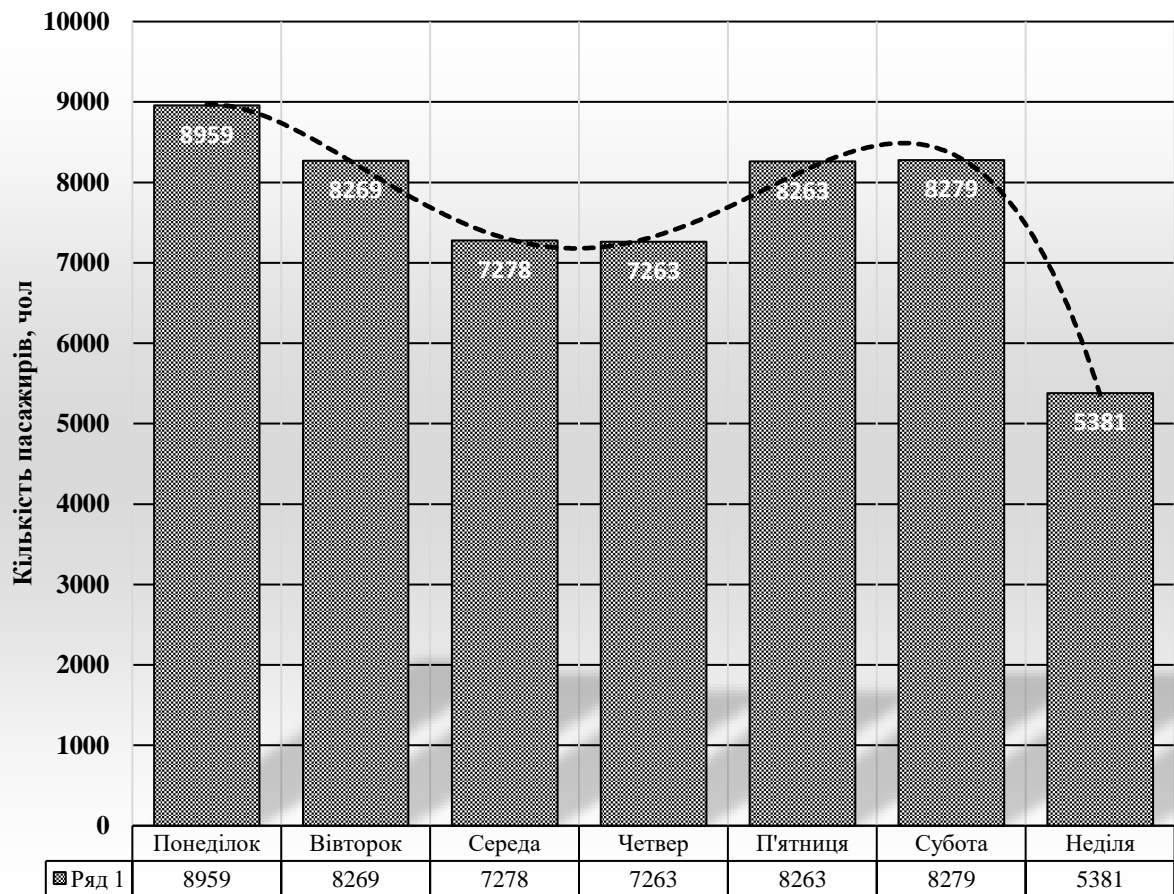


Рисунок 2.2 - Динаміка пасажиропотоку на протязі тижня на маршруті №4 «Аеропорт - Залізничний вокзал»

Наближено кількість пасажирів в любий день тижня, що перевозяться маршрутом №4 можна визначити за допомогою наступної залежності:

$$P_t = 51,883d^4 + 703,09d^3 - 3007,1d^2 + 4132,2d + 7195,1 \quad (2.3)$$

де, P_t – пасажиропотік в день тижня, чол.;

d – день тижня (понеділок -1, вівторок – 2 і т. д.)

2.2 Розрахунок техніко-експлуатаційних показників

2.2.1 Розрахунок коефіцієнтів нерівномірності пасажиропотоку

Для оцінки нерівномірності пасажиропотоку за різний час в міському транспорті використовується коефіцієнт нерівномірності. За допомогою даного коефіцієнту визначається зміни або коливання у пасажиропотоці

протягом години, дня, місяця і т.д [6, 14].

Коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку визначається за формулою:

$$K_n = Q_{\max} / Q_c, \quad (2.4)$$

де Q_{\max} – максимальне значення потужності пасажиропотоку, пас.;

Q_c – середнє значення потужності пасажиропотоку, пас.

$$Q_c = \Sigma Q / n - 1, \quad (2.5)$$

де ΣQ – сумарний обсяг перевезень, пас.;

n – кількість зупинок на маршруті.

Визначаємо коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку на тролейбусному маршруті №4 «Аеропорт - Залізничний вокзал»:

- прямий напрямок

$$Q_{\text{прс}} = 42476 / 16 - 1 = 2831,7, \text{ пас}$$

$$K_{\text{прн}} = 3051 / 2831,7 = 1,08$$

- зворотний напрямок

$$Q_{\text{звс}} = 39130 / 18 - 1 = 2301,8, \text{ пас.}$$

$$K_{\text{звн}} = 2726 / 2301,8 = 1,18$$

Визначаємо відсоткову зміну об'єму пасажиропотоків на протязі тижня за наступною формулою:

$$\Delta = \frac{Q_n - Q_1}{Q_1} 100\%; \quad (2.6)$$

де, Q_n – об'єм пасажиропотоку, пас.

$$\Delta_{\text{ПОН}} = \frac{8959 - 8959}{8959} 100\% = 0\%;$$

$$\Delta_{\text{ВІВТ}} = \frac{8269 - 8959}{8959} 100\% = -7,7\%;$$

$$\Delta_{\text{сер}} = \frac{7278-8959}{8959} 100\% = -18,7\%;$$

$$\Delta_{\text{четв}} = \frac{7263-8959}{8959} 100\% = -18,9\%;$$

$$\Delta_{\text{пт}} = \frac{8263-8959}{8959} 100\% = -7,8\%;$$

$$\Delta_{\text{суб}} = \frac{8279-8959}{8959} 100\% = -7,6\%;$$

$$\Delta_{\text{нед}} = \frac{5381-8959}{8959} 100\% = -39,9\%.$$

Із проведених розрахунків видно, що зміна об'єму пасажиропотоків на протязі тижня найбільша припадає на неділю – становить 39,9%, а найменша – на суботу, 7,6%. У вівторок, п'ятницю та суботу відхилення приблизно однакові.

По даних розрахунків визначаємо об'єм пасажиропотоку у відсотках на протязі тижня (див. табл. 2.4).

Таблиця 2.4 - Об'єм пасажиропотоку у відсотках на протязі тижня на маршруті, що досліджується

Дні тижня	Маршрут перевезень
	№4 «Аеропорт - Залізничний вокзал»
Понеділок	100%
Вівторок	92,3%
Середа	81,3%
Четвер	81,1%
П'ятниця	92,2%

Субота	92,4%
Неділя	60,1%

Для більшої наглядності зміни пасажиропотоку протягом тижня на маршруті №4 «Аеропорт - Залізничний вокзал» представляємо графічно дану зміну (рис. 2.3).

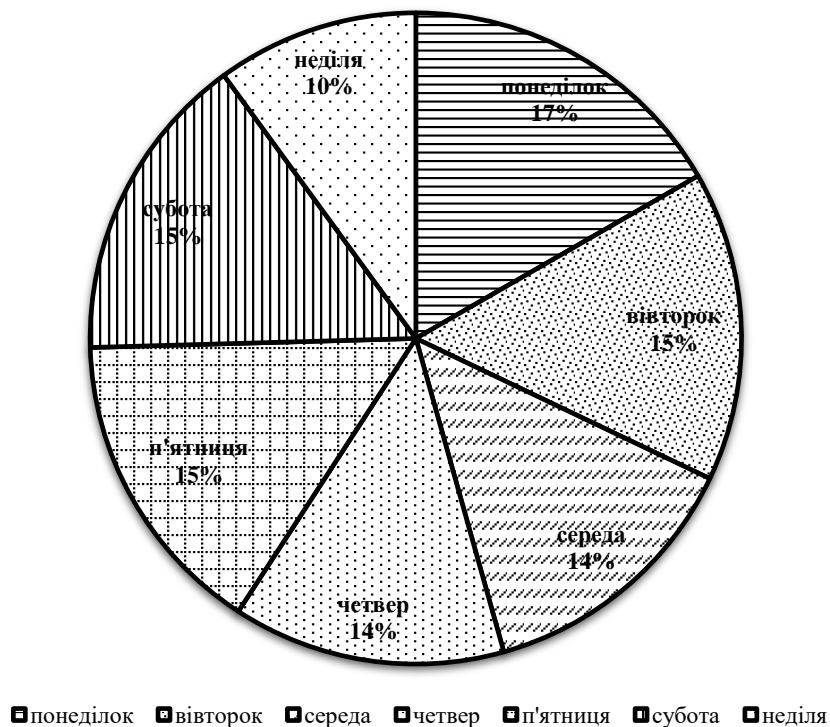


Рисунок 2.3 - Об'єм пасажиропотоку по днях тижня у відсотках

В подальшому, проводимо розрахунки коефіцієнтів нерівномірності пасажиропотоків напротязі дня та за годинами дня:

- на протязі дня

$$K_{\text{днн}} = \frac{7956}{7670,3} = 1,04$$

- за годинами дня

$$K_{\text{годн}} = \frac{755}{468} = 1,61$$

2.2.2 Розрахунок об'ємних показників

Розраховуємо об'єми перевезень за формулою:

$$Q_{оп} = Q_{в/зпр} + Q_{в/ззв}, \text{ пас;} \quad (2.7)$$

де $Q_{оп}$ – загальний об'єм перевезень пасажирів, пас;

$Q_{в/зпр}$ - загальна кількість пасажирів, що ввійшли (вийшли) у прямому напрямку руху;

$Q_{в/ззв}$ - загальна кількість пасажирів, що ввійшли (вийшли) у зворотному напрямку руху.

$$Q_{оп} = 4067 + 3827 = 7956, \text{ пас.}$$

Визначаємо пасажирооборот:

$$P_{по} = P_{попр} + P_{позв}; \text{ пас} \cdot \text{км}; \quad (2.8)$$

де $P_{по}$ – загальний пасажирооборот, пас-км.;

$P_{попр}$ – пасажирооборот в прямому напрямку, пас-км.;

$P_{позв}$ – пасажирооборот у зворотному напрямку, пас-км.

$$P_{по} = 20017,05 + 18644,74 = 38661,79; \text{ пас км.}$$

Визначаємо середню довжину поїздки пасажирів:

$$L_{пн} = \frac{P_{по}}{Q_{рд}}, \text{ км}; \quad (2.9)$$

$$L_{пн} = \frac{38661,79}{7956} = 4,8 \text{ км.}$$

Підраховуємо планові об'єми перевезень:

$$Q_{по} = Q_{оп} \cdot D \cdot K_z; \text{ пас}, \quad (2.10)$$

де D – кількість днів у році ($D = 365$);

K_z – коефіцієнт зростання ($K_z = 1,03 \dots 1,06$).

$$Q_{по} = 7956 \cdot 365 \cdot 1,03 = 2991958,2; \text{ пас}$$

Розраховуємо плановий пасажирооборот за формулою:

$$P_{по} = Q_{пл} \cdot L_{пн}, \text{ пас} \cdot \text{км} \quad (2.11)$$

$$P_{по} = 2991958,2 \cdot 4,8 = 14361399,36 \text{ пас} \cdot \text{км}$$

Тоді, коефіцієнт змінності:

$$K_{зм} = L_{об} / L_{пн} \quad (2.12)$$

$$K_{зм} = 17,5 / 4,8 = 3,7$$

2.2.3 Визначення швидкості тролейбуса за маршрутом №4 «Аеропорт - Залізничний вокзал»

Оцінювання ефективності роботи міського транспорту можливе за таким показником, як швидкість руху.

Даний показник впливає на цілий ряд факторів, а саме:

- час на проїзд пасажирів;
- тривалість рейсу та їх кількість;
- оптимальну кількість тролейбусів;
- об'єми пасажирських перевезень;
- продуктивність транспортного засобу;
- економічна доцільність перевезень та ін.

У відповідності до нормативів для виконання кожного із маршрутів визначається стандарт часу. Формування даного стандарту виконується на основі часових норм, потрібних для:

- подолання кожного з відрізків маршруту;
- обміну пасажирів на зупинках;
- для зупинок на кінцевих пунктах.

Норми часу на виконання маршруту №4 «Аеропорт - Залізничний вокзал» наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Норми часу на виконання маршруту №4 «Аеропорт - Залізничний вокзал»

Прямий напрямок					Зворотній напрямок				
Назва зупинки	Відстань між зупинками, L, км	Час руху, хв	Час простою, хв	Сумарний час, хв	Назва зупинки	Відстань між зупинками, L, км	Час руху, хв	Час простою, хв	Сумарний час, хв
Аеропорт	-	-	-	-	Обласна лікарня	0,6	1,0	1	2

вул. Лебединська	0,5	0,9	1	1,9	Міська дитяча лікарня	0,3	1,15	1	2,15
Аграрний університет	0,6	0,9	1	1,9	Пологовий будинок	0,6	1,0	1	2
Кадетський корпус	0,3	0,9	1	1,9	Класична гімназія	0,5	1,0	1	2
Школа №1	0,5	1,0	1	2	Сквер «Дружба»	0,7	1,55	1	2,55
Міський ТЦК СП	0,4	0,95	1	1,95	Центральн. ринок	0,6	1,3	1	2,3
вул. Сумської артбригади	0,7	1,0	1	2	Універмаг «Київ»	0,5	1,2	1	2,2
Будівельн. коледж	0,3	1,0	1	2,2	ЦУМ	0,4	1,5	1	2,5
вул. Олександра Олеся	0,5	0,95	1	1,95	Торговий дім «Петропавлі вський»	0,4	0,9	1	1,9
вул. Олексія Береста	0,4	0,9	1	1,9	вул. Олексія Береста	0,4	0,9	1	1,9
Покровська площа	0,6	1,6	1	2,6	Будівельн. коледж	0,3	1,0	1	2
Центральн. ринок	1,0	1,9	1	2,9	вул. Сумської артбригади	0,7	1,0	1	2
Майдан Незалеж- ності	0,6	1,5	1	2,5	Міський ТЦК СП	0,6	1,1	1	2,1
Кінотеатр «Дружба»	0,7	1,6	1	2,6	Школа №1	0,5	1,0	1	2
Проспект Шевченка	0,6	1,1	1	1,2	Генерала Морозова	0,6	1,0	1	2
Залізничний вокзал	0,7	1,5	1	2,5	Аграрний університ.	0,3	0,9	1	1,9
Всього	8,4	17,7	15	32,7	вул. Лебединська	0,6	0,9	1	1,9
					Аеропорт	0,5	0,9	1	1,9
					Всього	9,1	19,3	18	37,3
					Разом	17,5	37	33	70

По даних таблиць 2.5 проводимо розрахунки швидкостей тролейбуса на маршруті.

Середню технічну швидкість руху V_m розраховуємо за формулою:

$$V_m = \frac{L_m}{t_{пyx}^{np} + t_{пyx}^{зг}} \text{ км/год}, \quad (2.13)$$

де, L_m – довжина маршрута тролейбуса, км;

$t_{пyx}^{np}$ – час руху в прямому напрямку, год;

$t_{пyx}^{зг}$ – час руху в зворотному напрямку, год.

$$V_m = (17,5 / (17,7 + 19,3)) \cdot 60 = 28,38 \text{ км/год}$$

Експлуатаційна швидкість розраховується за формулою:

$$V_e = \frac{L_m}{t_{об.рейсу}} \text{ км/год}, \quad (2.14)$$

де, $t_{об.рейсу}$ – час оборотного рейсу, год.

$$V_e = (17,5 / (32,7 + 37,3)) \cdot 60 = 15,0 \text{ км/год}$$

2.3 Знаходження фактичного числа тролейбусів. Розподіл тролейбусів по змінах

Для оптимізації робочих режимів водіїв застосовуємо метод графоаналізу, що дозволяє враховувати пікові навантаження на маршруті у різні часи доби. Це дає змогу планування оптимального графіку руху тролейбусів, що в свою чергу, забезпечує підвищення комфорту та покращення ефективності перевезень пасажирів та більш раціональному управлінню транспортною системою [5, 6].

Приймаємо, що даний маршрут буде обслуговуватися тролейбусами марки Богдан Т 70117.

На рисунку 2.4 наведено загальний вигляд тролейбуса марки Богдан Т 70117 [7].

Технічна характеристика тролейбуса марки Богдан Т 70117 наведена в таблиці 2.6.

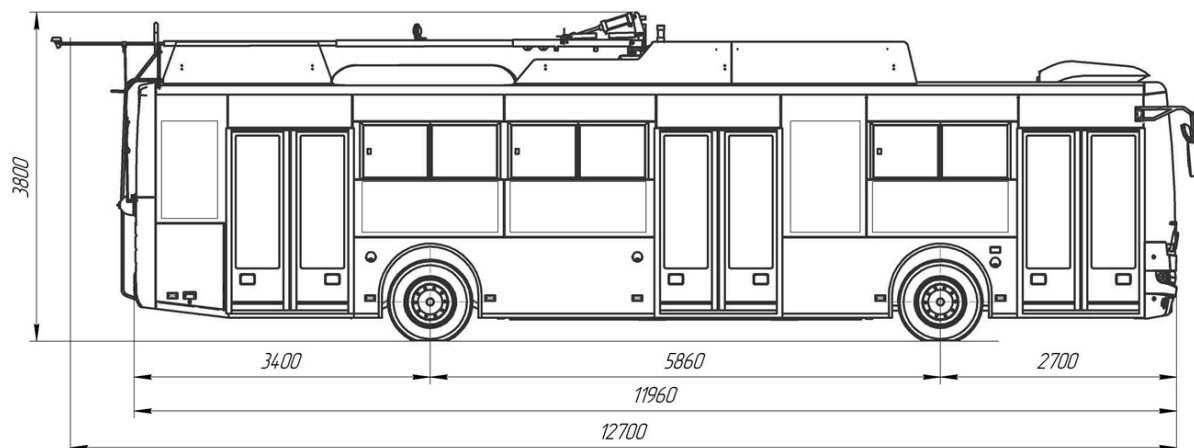


Рисунок 2.4 - Загальний вигляд тролейбуса марки Богдан Т 70117 [7]

Таблиця 2.6 - Технічна характеристика тролейбуса марки Богдан Т 70117[13]

Завод-виробник	Богдан
Максимальна швидкість, км/год	60
Місткість, чол.	
Місць для сидіння	34
Повна місткість (8 люд/м ²)	105
Габарити	
Довжина, мм	11 960
Ширина, мм	2550
Висота по даху, мм	3800
База, мм	5860
Кліренс, мм	350
Салон	
Кількість дверей для пасажирів	3
Формула дверей	2+2+2
Освітлення салону	люмінесцентне
Двигун	
Тип	ЕД 139АУ2
Потужність, кВт	140
Система керування	На IGBT транзисторах
Робоча напруга, В	550-600

Для визначення кількості тролейбусів, що потрібні для перевезень на кожну годину доби проводимо розрахунок цілого ряду показників [14]:

Визначення кількості оборотів за 1 годину:

$$Z_{\text{год}} = \frac{1}{t_{\text{об}}} \quad (2.15)$$

$$Z_{\text{год}} = 1/1,17 = 0,85 \text{ оборот.}$$

Годинна продуктивність тролейбусів в піковий та між пікових періодах доби:

$$U_{\text{год}} = q_n \cdot \gamma_c \cdot K_{\text{зм}} \cdot Z_{\text{год}} \text{ пас,} \quad (2.16)$$

де, q_n – пасажиромісткість тролейбусів;

γ_c – коефіцієнт пасажиромісткості (приймається в піковий період – 0,8, а в міжпіковий – 0,6).

В піковий період:

$$U_{\text{год}} = 108 \cdot 0,8 \cdot 3,7 \cdot 0,85 = 271,73 \text{ пас.}$$

У міжпіковий період:

$$U_{\text{год}} = 108 \cdot 0,6 \cdot 3,7 \cdot 0,85 = 203,80 \text{ пас.}$$

Визначаємо експлуатаційну кількість тролейбусів по кожній годині доби за формулою:

$$T_{\text{год}} = Q_{\text{год}} / U_{\text{год}}. \quad (2.17)$$

Коефіцієнт наповнення тролейбусів по годинам доби визначається за формулою:

$$\gamma_i = \frac{Q_{\text{год}}}{q_n \cdot K_{\text{зм}} \cdot Z_{\text{год}} \cdot A_e} \quad (2.18)$$

Дані розрахунків експлуатаційної кількості тролейбусів на маршруті по кожній годині доби, наповнення тролейбусів по годинам доби заносимо до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Об'єм перевезень по годинах доби та кількість тролейбусів на маршрутах

Години доби	Об'єм перевезень	Експлуатац. кількість тролейбусів по кожн. год. доби	Коефіцієнт наповнення тролейбуса по кожн. год. доби	$Ae \cdot \gamma$
6-7	375	2	0,6	1,2
7-8	716	3	0,7	2,1
8-9	755	3	0,74	2,22
9-10	721	3	0,71	2,13
10-11	432	2	0,64	1,28
11-12	430	2	0,64	1,28
12-13	402	2	0,6	1,2
13-14	405	2	0,6	1,2
14-15	431	2	0,64	1,28
15-16	660	3	0,65	1,3
16-17	654	3	0,65	1,3
17-18	659	3	0,65	1,3
18-19	511	2	0,73	1,46
19-20	309	2	0,46	0,92
20-21	291	2	0,45	0,9
21-22	205	1	0,6	0,6
Всього:	7956	37	10,06	21,67

За даними таблиці 2.7 визначасмо середн. коефіцієнт використання пасажиромісткості тролейбусів на маршруті:

$$\gamma_c = \frac{\sum(A_e * \gamma)}{\sum A_e} \quad (2.19)$$

$$\gamma_c = \frac{21,67}{37} = 0,59$$

По результатах розрахунків проводимо графоаналітичний аналіз роботи тролейбусів на маршруті (рис. 2.5).

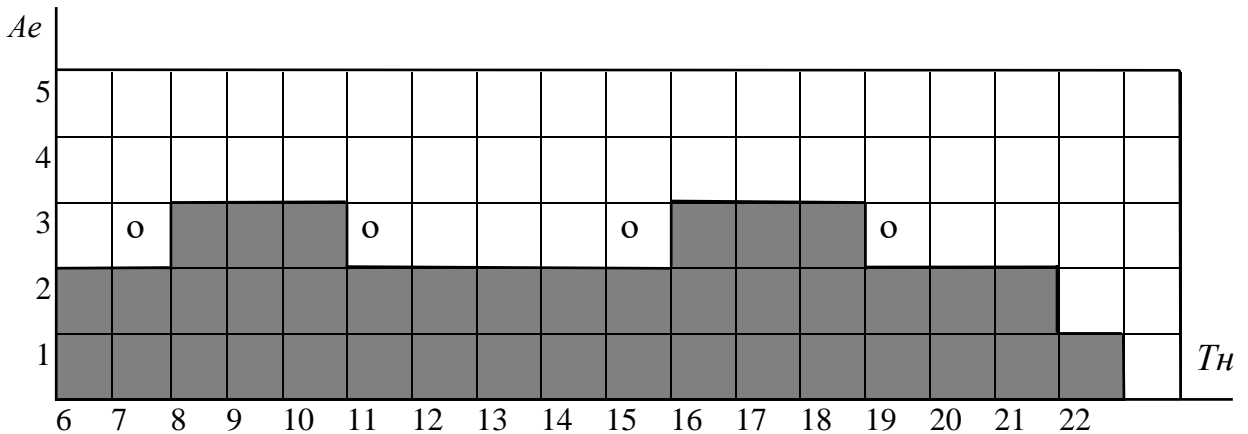


Рисунок 2.5 – Графо-аналітична оцінка потреби в тролейбусах

Проведемо також графо-аналітичний аналіз випуску тролейбусів та їх розподілу по змінах (див. рис 2.6).

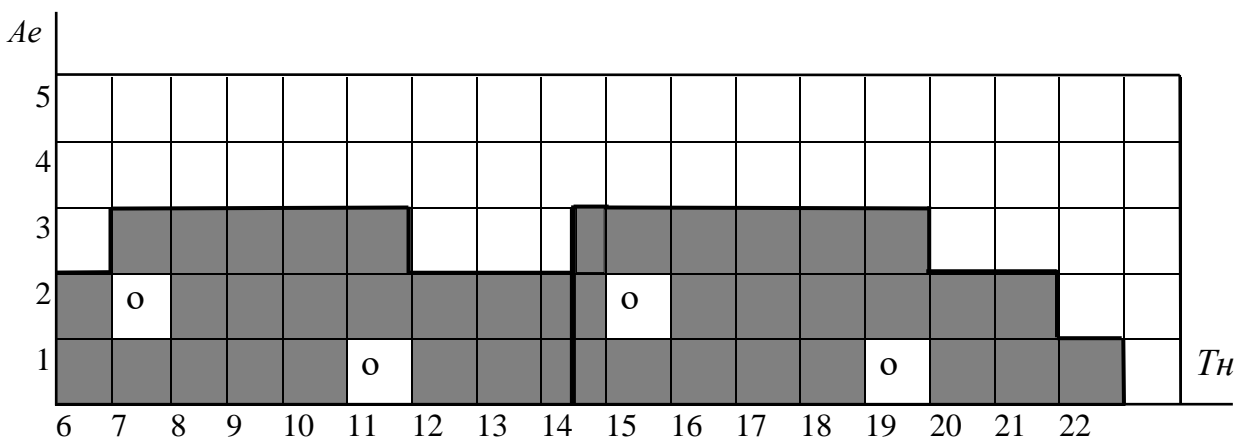


Рисунок 2.6 - Графо-аналітичний аналіз випуску тролейбусів та їх розподілу по змінах. o - обід

Із рисунків 2.5 та 2.6 видно, що на протязі часу доби на маршруті в години пік працюють три тролейбуси, у вечірній час, з 21 до 22 години - один тролейбус. Весь інший час – два тролейбуси.

На даному маршруті кількість авто-годин становитиме 37.

Всі виконані розрахунки, для більшої наглядності, заносимо до таблиці зведених даних (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 – Основні показники маршруту №4 «Аеропорт - Залізничний вокзал»

Номер маршруту	$L_{об}$, км	A_z , ато-год	q_n , пас	γ	V_m , км/год	$K_{зм}$	D_p , дні	$l_{пш}$, км	$t_{об}$, год	A_e , <i>тах</i>
№4	17,5	37	108	0,59	28,38	3,7	365	4,8	1,17	3

2.4 Показники використання тролейбусів

2.4.1 Середньо-добові показники по маршруту

До середньодобових показників на маршруті відносяться наступні:

- середня кількість оббігів

$$Z_{об} = \frac{A\Gamma_M^d}{t_{об} \cdot A_e} \quad (2.20)$$

$$Z_{об} = 37 / (1,17 \cdot 3) = 10,54. \text{ Приймаємо - 11.}$$

- уточнювальний час

$$T'_M = t_{об} \cdot Z_{об} \text{ год.} \quad (2.21)$$

$$T'_M = 1,17 \cdot 11 = 12,87; \text{ год}$$

- уточнюючий час у наряді

$$T'_H = T'_M + \frac{\sum l_H}{V_T} \text{ год.} \quad (2.22)$$

$$T'_H = 12,87 + 12,7 / 28,38 = 13,32; \text{ год.}$$

- продуктивність роботи транспорту за день

$$U_{рд} = q_n \cdot \gamma \cdot K_{зм} \cdot Z_{об} \text{ пас.} \quad (2.23)$$

$$U_{рд} = 108 \cdot 0,59 \cdot 3,7 \cdot 11 = 2593,404; \text{ пас.}$$

- продуктивність за день (в пасажиро-кілометрах)

$$W_{рд} = U_{рд} \cdot l_{пш} \text{ пас} \cdot \text{км.} \quad (2.24)$$

$$W_{рд} = 2593,404 \cdot 4,8 = 12448,349; \text{ пас км}$$

- продуктивний пробіг тролейбуса

$$L_{\text{пр}} = L_{\text{об}} \cdot Z_{\text{об}} \text{ км.} \quad (2.25)$$

$$L_{\text{пр}} = 17,5 \cdot 11 = 192,5; \text{ км}$$

- середньодобовий пробіг

$$L_{\text{с.д.}} = L_{\text{пр}} + \sum l_{\text{н}} \text{ км.} \quad (2.26)$$

$$L_{\text{сд}} = 192,5 + 12,7 = 205,82; \text{ км}$$

- коеф. використання пробігу

$$\beta = \frac{L_{\text{пр}}}{L_{\text{с.д.}}} \quad (2.27)$$

$$\beta = 192,5/205,82 = 0,94$$

- інтервал руху

$$I = \frac{t_{\text{об}} \cdot 60}{A_e} \text{ хв.} \quad (2.28)$$

$$I = 1,17 \cdot 60/3 = 23,33; \text{ хв}$$

- частота руху транспорту

$$h = \frac{60}{I} \text{ авт/год.} \quad (2.29)$$

$$h = 60/23,33 = 2,57; \text{ авт/год}$$

2.4.2 Визначення коефіцієнта технічної готовності та коефіцієнта випуску тролейбусів

Готовність тролейбусів для безперервної роботи на лінії відображається коефіцієнтом технічної готовності (ТГ).

Для тролейбусів Богдан Т 70117 виробництва 2020 року, що експлуатуються по маршруту №4 «Аеропорт - Залізничний вокзал» визначаємо за наступною формулою:

$$\alpha_{\text{ТГ}} = \frac{1}{1 + L_{\text{с.д.}} \cdot \frac{\text{ДТОіПР}}{1000}}, \quad (2.30)$$

де ДТОіПР - час простою ТЗ під час технічного обслуговування і поточного ремонту на кожні 1000 км пробігу.

$$\text{ДТОіПР} = \text{ДнТОіПР} \cdot K_2, \quad (2.31)$$

де ДнТОіПР – нормативний простій під час ТО і ПР на кожні 1000 кілометрів пробігу. Для тролейбусів Богдан Т 70117 дане значення буде становити 0,3 [15];

K_2 – коефіцієнт, який враховує зміни в конструкції ТЗ, (для тролейбусів $K_2=1,1$ [15]).

$$\text{ДТОіПР} = 0,3 \cdot 1,1 = 0,33$$

$$\alpha_{\text{ТГ}} = 1 / (1 + 205,82 \cdot 0,33 / 1000) = 0,94.$$

Для визначення коефіцієнта випуску тролейбусів за календарний період ($\alpha_в$), застосовуємо формулу:

$$\alpha_в = \frac{D_p \cdot \alpha_{\text{ТГ}} \cdot K_e}{D_k}, \quad (2.32)$$

де K_e – коефіцієнт, який враховує час простою ТЗ в АТП з причин експлуатації ($K_e = 0,95$).

$$\alpha_в = (365 \cdot 0,94 \cdot 0,95) / 365 = 0,89.$$

2.4.3 Річні техніко-експлуатаційні показники

Визначасмо:

- кількості рухомого складу:

$$A_{\text{сп}} = A_e / \alpha_в. \quad (2.33)$$

$$A_{\text{сп}} = 3 / 0,89 = 3,37, \text{ приймаємо } 4 \text{ од.}$$

- кількість оббігів ТЗ за рік:

$$Z_{\text{робр}} = Z_{\text{об}} \cdot A_e \cdot D_p. \quad (2.34)$$

$$Z_{\text{робр}} = 11 \cdot 3 \cdot 365 = 12045, \text{ оббігів;}$$

- автомобіле-дні в експлуатації ТЗ:

$$A_{Де} = A_e \cdot D_p; \text{ авт} \cdot \text{год.} \quad (2.35)$$

$$A_{Де} = 3 \cdot 365 = 1095, \text{ авт} \cdot \text{год}$$

- продуктивний пробіг тролейбусів за рік:

$$L_{рпр} = L_{об} \cdot Z_{роб}; \text{ км.} \quad (2.36)$$

$$L_{рпр} = 17,5 \cdot 12045 = 210787,5 \text{ км}$$

- загальний пробіг тролейбуса за рік:

$$L_{рзаг} = L_{с.д.} \cdot A_{Де}; \text{ км.} \quad (2.37)$$

$$L_{рзаг} = 205,82 \cdot 1095 = 225372,9; \text{ км}$$

- автомобіле-години у русі ТЗ:

$$A_{Гррух} = L_{рпр} / V_T; \text{ авт} \cdot \text{год.} \quad (2.38)$$

$$A_{Гррух} = 210787,5 / 28,38 = 7427,3; \text{ авт год}$$

- автомобіле-години простою ТЗ за рік:

$$A_{Грпр} = (t_{пз} \cdot n + t_{кз}) \cdot Z_{роб}; \text{ авт} \cdot \text{год.} \quad (2.39)$$

$$A_{Грпр} = ((1 \cdot 33 + 5) / 60) \cdot 12045 = 7628,5; \text{ авт} \cdot \text{год}$$

- автомобіле-години ТЗ на маршруті:

$$A_{Грм} = A_{Гррух} + A_{Грпр}; \text{ авт} \cdot \text{год.} \quad (2.40)$$

$$A_{Грм} = 7427,3 + 7628,5 = 15055,8; \text{ авт} \cdot \text{год}$$

- автомобіле-години ТЗ в наряді за рік:

$$A_{Грн} = T'_n \cdot A_{Де}; \text{ авт} \cdot \text{год.} \quad (2.41)$$

$$A_{Грн} = 13,32 \cdot 1095 = 14585,4; \text{ авт} \cdot \text{год.}$$

На основі проведених розрахунків можливе покращити ефективність і якість обслуговування пасажирів, забезпечувати ефективне використання ресурсів.

3 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Вимоги щодо безпеки при експлуатації тролейбусів, посадці, висадці та перевезенні пасажирів

Відповідно до вимог техніки безпеки та охорони праці на території автотранспортного підприємства впроваджено чіткий порядок руху транспортних засобів. Керувати автомобілем дозволено лише тим особам, які мають відповідні водійські посвідчення [16, 17].

Рух на території підприємства організовується згідно з дорожніми знаками, що вказують дозволена швидкість та позначають небезпечні ділянки. Також ці схеми зображені на інформаційних щитах, розміщених на території підприємства. Під час роботи на лінії водій несе відповідальність за дотримання техніки безпеки всіма працівниками, які беруть участь у роботі тролейбуса. У випадку, коли виникають небезпечні умови, що суперечать нормам безпеки, водій зобов'язаний припинити роботу, повідомити адміністрацію та не відновлювати роботу без дозволу.

Швидкість руху на території підприємства обмежена до 10 км/год, а всередині приміщень – до 5 км/год. Під час пересування тролейбуса по території підприємства забороняється присутність осіб, які не мають безпосереднього стосунку до його експлуатації [14, 16].

На підприємстві функціонує один контрольно-пропускний пункт (КПП), обладнаний воротами, оглядовою естакадою та необхідним обладнанням для перевірки технічного стану тролейбуса. Механік КПП проводить огляд транспортного засобу, перевіряючи ходову частину на наявність підтікань, стан рульової системи, шарнірних з'єднань, справність світлових сигналів та інших систем. За умови відсутності недоліків механік випускає тролейбус на маршрут згідно з графіком.

Перевезення пасажирів дозволяється лише в транспортних засобах, оснащених сидіннями відповідно до технічних характеристик, за умови, що

пасажири не перешкоджають водієві в управлінні транспортом та не обмежують його огляд, відповідно до чинних правил перевезення. Компонівка сидінь у тролейбусах, що використовуються на маршрутах, відповідає 1 класу, що передбачає наявність великих майданчиків для стоячих пасажирів і меншу кількість місць для сидіння. Посадка пасажирів відбувається через передні двері, а висадка – через передні та задні двері. Водію заборонено приймати оплату за проїзд, оскільки в проєкті передбачено впровадження автоматизованої системи збору коштів.

Пасажирам дозволяється перевозити безкоштовно ручну поклажу та платно – дві одиниці багажу. Багаж може бути розміщений у спеціальних відділеннях або в салоні тролейбуса на майданчиках для стоячих пасажирів. У випадку розміщення багажу в салоні, він не повинен заважати вільному переміщенню інших пасажирів по тролейбусу .

Перед початком руху водій зобов'язаний переконатися, що пасажири зайняли свої місця та виконані всі умови для безпечного руху. Категорично забороняється починати рух до повного зачинення дверей та відкривати їх до повної зупинки транспортного засобу. Під час руху водію заборонено відволікатися на сторонні розмови або дії, що можуть загрожувати безпеці.

Пасажири повинні виконувати вказівки водія щодо безпеки. При зупинці або стоянці водій, залишаючи тролейбус, має вжити заходів для запобігання самовільному руху транспортного засобу: заглушити двигун, перевести важіль передач у нейтральне положення та зафіксувати тролейбус стоянковим гальмом.

Водій тролейбуса повинен:

- мати дійсне водійське посвідчення на керування транспортом відповідної категорії;
- мати при собі та пред'являти для перевірки уповноваженим особам документи, визначені законодавством (подорожній лист, квитково-касовий лист, витяг з паспорта, ліцензію);

- дотримуватися встановленого маршруту та розкладу руху;
- на зупинках, визначених графіком, приймати, розміщувати та видавати багаж пасажиром;
- стежити за тим, щоб пасажирів виконували свої обов'язки та правильно розміщували багаж і ручну поклажу в салоні;
- вживати заходів для безпеки пасажирів у разі виникнення перешкод для руху (наприклад, туман чи ожеледиця), які унеможливають продовження поїздки, або в разі вимушеної зупинки на залізничному переїзді.

Якщо тролейбус знаходиться на навіть невеликому ухилі, водій зобов'язаний додатково підкласти під колеса противідкатні колодки. На схилах, де немає чітких правил щодо паркування, транспортний засіб слід ставити під нахилом до краю дороги, щоб запобігти мимовільному руху.

У разі поломки під час руху водій повинен спробувати усунути несправність самостійно. Якщо зупинка трапилася на узбіччі або на краю дороги для проведення ремонту, необхідно увімкнути аварійну сигналізацію та встановити знак аварійної зупинки або миготливий червоний ліхтар на відстані не менше 20 м у межах населеного пункту та 40 м — поза його межами. Допуск сторонніх осіб, зокрема пасажирів, до ремонту тролейбуса категорично заборонено. Якщо водій не може усунути несправність самостійно, він зобов'язаний повідомити диспетчера для евакуації тролейбуса та заміни його резервним.

3.2 Вимоги пожежної безпеки

На підприємстві КП «Електроавтотранс» впроваджено комплекс заходів для забезпечення пожежної безпеки, що включає організаційні та технічні дії, спрямовані на захист людей, запобігання виникненню пожеж, обмеження їх поширення та створення умов для швидкого гасіння або локалізації пожеж.

Протипожежний захист об'єктів автотранспортного підприємства здійснюється відповідно до встановлених правил пожежної безпеки. Для запобігання поширенню вогню в будівлях використовуються протипожежні перепони. Відстань між групами транспортних засобів повинна становити щонайменше 20 метрів, щоб зменшити ризик загоряння. Також на території підприємства встановлено систему протипожежної сигналізації [17].

У разі виникнення пожежі всі працівники зобов'язані брати участь у її гасінні, а також негайно викликати пожежну службу. З метою запобігання пожежам, на підприємстві впроваджено низку профілактичних заходів:

- визначені місця для паління та використання відкритого вогню, а також правила застосування побутових нагрівальних приладів;
- регламентовано порядок проведення пожежонебезпечних робіт, зокрема зварювання;
- встановлені правила проїзду і стоянки транспортних засобів;
- визначено правила зберігання сировини, напівфабрикатів і готової продукції з обмеженням їх кількості в приміщеннях;
- передбачено порядок прибирання горючих матеріалів і відходів, зберігання промасленого спецодягу, очищення вентиляційних систем;
- впроваджено процедуру відключення електрообладнання у разі пожежі;
- встановлені правила огляду та закриття приміщень після завершення робочого дня;
- всі посадові особи повинні проходити спеціальне навчання з пожежної безпеки, а також проводиться інструктаж для працівників;
- визначено правила експлуатації та обслуговування технічних засобів протипожежного захисту, таких як протипожежний водопровід, насосні станції, установки пожежної сигналізації, системи пожежогасіння, димовидалення та вогнегасники;

- регламентовано проведення профілактичних ремонтів і оглядів електроустановок, опалювальних, вентиляційних та інших інженерних систем;

- визначена черговість дій працівників у разі виникнення пожежі.

Усі працівники підприємства ознайомлені з цими вимогами під час інструктажів і навчання з пожежної безпеки, а витяги з наказів розміщені на видимих місцях для загального ознайомлення. На території будівель розміщені плани евакуації на випадок пожежі.

Окрему увагу приділено пожежній безпеці в тролейбусах, які використовуються на маршрутах. У тролейбусах моделі ВКМ-21 наявні два порошкові вогнегасники, кожен із зарядом не менше 5 кг. Один вогнегасник знаходиться у відділенні водія, інший – у салоні для пасажирів. Кожен тролейбус обладнаний аварійним виходом через бокові вікна, позначеним відповідними написами та інструкціями. Для розбивання вікон у разі аварії чи пожежі передбачено спеціальний інструмент, розташований біля вікон.

Основні вимоги пожежної безпеки та протипожежного захисту тролейбусів

1. Матеріали

1.1. Для теплоізоляції кузова, каркасів сидінь водія та пасажирів, а також відсіків акумуляторних батарей, футлярів їх елементів і піддонів повинні використовуватися негорючі або важкогорючі матеріали.

1.2. Декоративно-оздоблювальні та облицювальні матеріали для внутрішніх поверхонь салону і кабіни водія (стеля, стінки, двері, панелі) мають якість щодо повільного поширення полум'я і відповідати вимогам групи РПЗ. Покриття підлоги повинно бути надійно закріплене та відповідати нормам поширення полум'я не нижче РП2.

1.3. Матеріали для обшивки крісел водія та пасажирів повинні бути вогнестійкими і несприйнятливими до займання.

1.4. Матеріали, зазначені в пунктах 1.1 та 1.2, мають бути мало або помірно токсичними при горінні і мати низьку або помірну здатність до утворення диму.

1.5. Дерев'яні елементи повинні підлягати обробці вогнезахисними речовинами для досягнення властивостей важкогорючих матеріалів. Використання дерев'яних деталей у салоні тролейбуса має бути мінімальним, і вони повинні відповідати вимогам щодо повільного поширення полум'я (група РПЗ).

1.6. У салоні заборонено використовувати шторки з легкозаймистих матеріалів, навіть якщо вони були піддані вогнезахисній обробці.

1.7. Кабельні коробки та трубопроводи для електропроводки повинні бути виготовлені з матеріалів, стійких до поширення полум'я, мати низьку або помірну здатність до утворення диму та бути мало або помірно токсичними при горінні.

1.8. Для фіксації кабелів і проводів заборонено використовувати гвинти, шпильки та інші елементи, які можуть пошкодити ізоляцію.

1.9. Вся інформація про показники пожежної небезпеки неметалевих матеріалів, що використовуються в салоні тролейбуса, має бути відображена в експлуатаційній документації на транспортний засіб.

2. Електрообладнання

2.1. Електрообладнання тролейбуса повинне відповідати вимогам стандартів ДСТУ 2773 і ДСТУ 3601, а також правилам, передбаченим цим документом.

2.2. Ізольовані кабелі повинні бути виготовлені з матеріалів, які не поширюють полум'я та мають низький або помірний рівень токсичності при горінні.

2.3. Температура нагрівання резисторів пуско-гальмівних реостатів не повинна перевищувати допустимі значення, а їхнє нагрівання не повинно призводити до перегріву кабелів, конструкцій тролейбуса або лакофарбових покриттів.

2.4. Пуско-гальмівні реостати зазвичай встановлюють на даху тролейбуса.

2.5. В місцях розміщення пуско-гальмівних реостатів заборонено використовувати матеріали, що легко загоряються.

2.6. Акумуляторний відсік повинен бути ізольованим від пасажирського салону та кабіни водія й мати вентиляцію зовнішнім повітрям.

2.7. Акумуляторні батареї мають бути розташовані у легкодоступних для обслуговування місцях та надійно закріплені.

2.8. Для ізоляції проводів, що проходять через конструкції, використовують прокладки з негорючих або важкогорючих матеріалів (наприклад, базальтовий картон) товщиною не менше 2,8 мм, які повинні виступати на 15 мм з обох сторін.

2.9. Кабелі повинні бути встановлені так, щоб виключити їх нагрівання від реостатів чи інших електричних елементів до небезпечних температур для їхнього класу нагрівостійкості.

2.10. Високовольтні та низьковольтні кабелі повинні бути прокладені окремо один від одного.

2.11. Не допускається прокладати кабелі у зонах, де можуть бути викиди продуктів дугогасіння комутаційних пристроїв.

2.12. Усі кабелі повинні бути захищені від механічних пошкоджень і надійно закріплені для запобігання перетиранню або обриву.

2.13. У місцях, де кабелі проходять через металеві конструкції, необхідно використовувати спеціальні захисні елементи для запобігання пошкодженню ізоляції.

2.14. Кабелі, прокладені під кузовом тролейбуса, повинні бути розташовані в антикорозійних каналах або трубопроводах.

2.15. Струм у жодному з кабелів не повинен перевищувати допустиме значення, враховуючи умови прокладання та максимальні температури довкілля.

3. Пристрої захисту

3.1 Електричне обладнання повинно бути оснащено пристроями для захисту від комутаційних та атмосферних перенапруг.

3.2 Усі високовольтні електричні кола тролейбуса, за винятком тих, що призначені для захисту від перенапруги та радіо перешкод, повинні з'єднуватися через загальний автоматичний вимикач. Управління цим вимикачем повинно бути доступним з робочого місця водія.

3.3 Кожне електричне коло має бути захищене від коротких замикань за допомогою автоматичного вимикача або плавкого запобіжника.

3.4 Захисні пристрої слід підбирати так, щоб забезпечити надійне відключення кола під час перевантаження.

3.5 Кола, що живлять пристрої з низьким споживанням електроенергії, можуть бути захищені загальним плавким запобіжником чи автоматом, за умови, що загальна номінальна сила струму споживачів не перевищує 16 А.

3.6 Якщо в колі використовується лише один запобіжний пристрій, він повинен бути встановлений у кабельному виробі з позитивною полярністю.

3.7 Акумуляторна батарея повинна бути відключена від низьковольтного кола як на позитивному, так і на негативному полюсах.

3.8 Акумуляторну батарею необхідно підключати до зарядного пристрою через запобіжник або інший захисний пристрій.

3.9 В колі керування нагрівальними пристроями слід використовувати автоматичний пристрій, який вимикає їх у разі перегрівання.

3.10 У кабіні водія необхідно розмістити систему гучномовного оповіщення для пасажирів.

3.11 У пасажирському салоні тролейбуса мають бути окремі кнопки для подачі сигналу водію про пожежу. Ці кнопки слід розміщувати в зручних для пасажирів місцях, а поруч з ними повинні бути пояснювальні таблички. У кожній секції тролейбуса повинно бути не менше двох таких кнопок.

3.3 Безпека дорожнього руху

Для забезпечення безпеки руху тролейбусів на підприємстві КП «Електроавтотранс» залучаються різні підрозділи та служби:

- **Контроль технічного стану:** Для гарантованого випуску справних тролейбусів на лінію функціонує добре оснащений контрольно-пропускний пункт. Перед виїздом огляд тролейбусів проводить механік КТП.
- **Медичний огляд:** Щодня медичний працівник здійснює передрейсовий медичний огляд водіїв, щоб упевнитися в їхньому здоров'ї перед виїздом на лінію.
- **Інструктаж водіїв:** Диспетчер, відповідальний за випуск, інструктує водіїв про особливості руху та зміни в метеорологічних і дорожніх умовах маршруту. Спільно з технічною службою АТП він контролює дотримання норм наповнення транспортних засобів.
- **Графіки руху:** Графіки руху тролейбусів і режими роботи та відпочинку водіїв складаються відповідно до трудового законодавства, щоб уникнути перевантаження та втоми водіїв. За дотриманням розкладу слідкують лінійні диспетчери на диспетчерських пунктах.
- **Лінійний контроль:** Для дотримання правил перевезення пасажирів та забезпечення безпечних умов експлуатації тролейбусів на лінії функціонує лінійний контроль, який забезпечується контрольно-ревізійною службою та відповідальними працівниками підприємства.

Водій тролейбуса зобов'язаний дотримуватися таких вимог для забезпечення безпеки дорожнього руху [4]:

- Виконувати правила дорожнього руху.
- Вибирати безпечну швидкість руху.
- Здійснювати посадку та висадку пасажирів лише на спеціально облаштованих зупинках тролейбусів.
- Не відкривати двері тролейбуса до повної зупинки та не рушати з відкритими дверима.
- Не реалізовувати квитки під час руху тролейбуса.

4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

Основною задачею успішної діяльності любого підприємства є забезпечення його економічної ефективності. Економічна ефективність любого підприємства відіграє важливу роль в успішному його розвитку. Ефективність прийняття рішень є важливим фактором для забезпечення досягнення успіху в розвитку підприємства.

4.1 Розрахунок кількості водіїв

Визначення фонду робочого часу водія [18]:

$$\Phi_{\text{рч.}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{вих}} - D_{\text{св}} - D_{\text{вр}} - D_{\text{пп}}) \cdot t_{\text{зм}} - D_{\text{псв}} \cdot t'_{\text{зм}} \text{ год}; \quad (4.1)$$

де $D_{\text{к}}$ - кількість робочих днів у році (365 дні);

$D_{\text{вих}}$ - кількість не робочих (вихідних) днів у році;

$D_{\text{св}}$ - кількість святкових днів за рік;

$D_{\text{вр}}$ - кількість днів відпустки (робочі дні);

де,

$$D_{\text{вр}} = D_{\text{вк}} \cdot \frac{5}{7}; \text{ дн};$$

$D_{\text{вк}}$ - тривалість відпустки в днях;

$D_{\text{вр}} = 24 \cdot 5/7 = 17,14$, приймаємо 17 днів.

де $t_{\text{зм}}$ - час тривалості зміни, год, ($t_{\text{зм}} = 8 \text{ год.}$).

$D_{\text{пп}}$ - дні відсутності водія на роботі з причин захворювання, за згодою керівництва, виконання державних або громадських обов'язків;

$D_{\text{псв}}$ - передсяткові дні, (скороч. на 1 годину робочого дня);

$t'_{\text{зм}}$ - зменшення робочої зміни у передсвяткові дні, ($t'_{\text{зм}} = 1 \text{ год.}$).

$$\Phi_{\text{рч.}} = (365 - 116 - 11 - 17 - 7) \cdot 8 - 1 \cdot 1 = 1711 \text{ год.}$$

Фонд робочого часу водія [18].

Підготовчий та заключний час, час на медогляду розраховуємо:

$$T_{\text{пзмо}} = \frac{(t_{\text{пз}} + t_{\text{мо}}) \cdot A_{\text{де}} \cdot K_{\text{зм}}}{60} \text{ год}; \quad (4.2)$$

де, $t_{пз}$ - підготовчо-заклучн. час на зміни, (приймаємо - 18хв.[18]);

$t_{мо}$ - час на медогляд, (приймаємо - 5хв. [12]);

$K_{зм}$ - кількість змін роботи.

$$T_{пзмо} = (18 + 5) \cdot 1095/60 = 419,75 \text{ год.}$$

Кількість водіїв:

$$N_{в} = \frac{(A_{Гн} + T_{пзмо})}{(\Phi_{рч} \cdot K_{пп})} \text{ чол;} \quad (4.3)$$

де, $K_{пп}$ – коеф. підвищення ефективності праці (приймаємо 1,1).

$$N_{в} = (14585,4 + 419,75)/1711 \cdot 1,1 = 7,97; \text{ приймаємо 8 чоловік.}$$

Визначаємо кількість водіїв по кваліфікації:

1 класу – 4 чоловіки, (50%);

2 класу – 4 чоловіки, (50%).

4.2 Визначення фонду оплати праці

Розрахунок показників оплати праці [12]:

- погодинна оплата праці

$$ЗП_{пог} = (A_{Гн} + T_{пзмо}) \cdot C_{год} \cdot \quad (4.4)$$

де, $C_{год}$ – погодинна ставка водія (приймаємо – 111,2 грн.).

$$ЗП_{пог} = (14585,4 + 419,75) \cdot 111,2 = 1668489,3 \text{ грн}$$

Доплати за:

- класність

$$ЗП_{кл} = (0,25 \cdot N_{вI} + 0,1 \cdot N_{вII}) \cdot \Phi_{рч} \cdot C_{год} \quad (4.5)$$

$$ЗП_{кл} = (0,25 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4) \cdot 1711 \cdot 111,2 = 266368,48; \text{ грн}$$

- роботу на свята

$$ЗП_{св} = N_{в.св} \cdot D_{св} \cdot T_{н} \cdot C_{год} \quad (4.6)$$

де, $N_{в.св}$ - кількість водіїв, які будуть працювати на свята, чол.
(приймаємо 5 чоловік).

$$ЗП_{св} = 5 \cdot 11 \cdot 13,32 \cdot 111,2 = 81465,12; \text{ грн}$$

- суміщення професій

$$ЗП_{сп} = N_{всп} \cdot \Phi_{рч} \cdot C_{год} \cdot H_{сп} \quad (4.7)$$

де, $H_{сп}$ - розмір доплат за суміщення професій(40%).

$$ЗП_{сп} = 21 \cdot 1711 \cdot 111,2 \cdot 0,40 = 1598210,9 \text{ грн.}$$

- за виконання завдань

$$ЗП_{пр} = ЗП_{пог} \cdot H_{пр} \text{ грн;} \quad (4.8)$$

де, $H_{пр}$ - розмір преміювання, що встановлений колдоговором (50%).

$$ЗП_{пр} = 1668489,3 \cdot 0,5 = 834244,65; \text{ грн}$$

Тоді, заробітня плата за фактично відпрацьований час буде становити:

$$ЗП_{річ} = ЗП_{пог} + ЗП_{кл} + ЗП_{св} + ЗП_{н} + ЗП_{пр} \text{ грн;} \quad (4.9)$$

$$ЗП_{річ} = 1668489,3 + 266368,48 + 81465,12 + 1598210,9 + 834244,65 = \\ = 3008778,45 \text{ грн.}$$

Оплату відпусток знаходимо за формулою:

$$ЗП_{відп} = \frac{(ЗП_{рч} \cdot D_{вк})}{(D_{к} - D_{св})} \text{ грн;} \quad (4.10)$$

$$ЗП_{відп} = (3008778,45 \cdot 24) / (365 - 11) = 203984,98; \text{ грн}$$

Знаходимо розмір загального фонду заробітної плати

$$\Phi ЗП_{заг} = ЗП_{рч} + ЗП_{відп} \text{ грн;} \quad (4.11)$$

$$\Phi ЗП_{заг} = 3008778,45 + 203984,98 = 3212763,43 \text{ грн.}$$

Середня за місяць заробітна плата буде становити:

$$ЗП_{сmb} = \frac{\Phi ЗП_{заг}}{(N_{в} \cdot K_{мп})} \text{ грн;} \quad (4.12)$$

$$ЗП_{сmb} = 3212763,43 / (8 \cdot 12) = 33466,28 \text{ грн}$$

Оплата праці ремонтників, що займаються ТО та Р ТЗ

$$\Phi ЗП_{рр} = \frac{(L_{заг} \cdot H_{зп} \cdot K_{інд} \cdot K_{е} \cdot K_{пр})}{1000} \text{ грн;} \quad (4.13)$$

де, $H_{зп}$ – норма витрат, на ЗП ремонтних працівників за кожні 1000 км пробігу (приймаємо - 2,46 [8]);

$K_{інд}$ – коеф. індексації цін тарифів (приймаємо - 11,95);

$K_{е}$ – коеф. умов експлуатації (приймаємо - 1,13) [8];

$K_{пр}$ – коеф., що враховує модифікацію РС і роботу (приймаємо - 1 [8]);.

$$\Phi ЗП_{pp} = (225372,9 \cdot 2,46 \cdot 11,95 \cdot 1,13 \cdot 1)1000 = 7486,57 \text{ грн.}$$

Тоді, загальний фонд ОП:

$$\Phi ОП_{заг} = (\Phi ЗП_{заг} + \Phi ЗП_{pp}) \cdot K_{kc} \quad (4.14)$$

де K_{kc} – коеф., що враховує ОП керівників, фахівців та служб. (приймаємо - 1,05);

$$\Phi ОП_{заг} = (3212763,43 + 7486,57) \cdot 1,05 = 3381262,5 \text{ грн.}$$

4.3 Нараховування та утримання із заробітної плати

Ставка нарахувань ЄСВ становить 22% [19].

Нарахування на фонд заробітної праці

$$\Delta \Phi ЗП_{заг} = \Phi ЗП_{заг} \cdot 22\%/100\%; \text{ грн;} \quad (4.15)$$

$$\Delta \Phi ЗП_{заг} = 3212763,43 \cdot 0,22 = 706807,95, \text{ грн}$$

Утримання:

Єдина ставка ПДФО в Україні становить 18%.

Податок на доходи фізичних осіб:

$$\text{ПДФО} = \Phi ЗП_{заг} \cdot 18\%/100\%; \text{ грн;} \quad (4.16)$$

$$\text{ПДФО} = 3212763,43 \cdot 18\%/100\% = 38297,41 \text{ грн.}$$

Військовий збір:

Тимчасовий військовий збір становить у розмірі 5% з доходів фізичних осіб.

$$\text{ВЗ} = \Phi ЗП_{заг} \cdot 1,5\%/100; \text{ грн.} \quad (4.17)$$

$$\text{ВЗ} = 3212763,43 \cdot 5\%/100 = 160638,17 \text{ грн.}$$

Сумарні нарахування та утримання

$$\sum \text{НУ} = \Delta \Phi ЗП_{заг} + \text{ПДФО} + \text{ВЗ} \quad (4.18)$$

$$\sum \text{НУ} = 706807,95 + 38297,41 + 160638,17 = 905743,53 \text{ грн}$$

«Чиста» середньомісячна заробітна плата водія буде становити:

$$\text{ЧЗП}_{смв} = ЗП_{смв} \cdot 45\%/100\%, \text{ грн} \quad (4.19)$$

$$\text{ЧЗП}_{смв} = 33466,28 \cdot 45/100 = 15059,83 \text{ грн}$$

4.4 Визначення матеріальних витрат

Лінійних годинних витрат на електроенергію [20]:

$$Q_{e.заг} = (AG_{рух} \cdot N_1 \cdot K_{зим} \cdot K_d) + AG_{об} \cdot N_{об} \text{ кВт} \cdot \text{год}; \quad (4.20)$$

де, N_1 – норми витрат електроенергії за одну годину руху (приймаємо 180 кВт/год.) [12];

K_d - коефіцієнт, який враховує надбавки за дорожні умови (приймаємо 1,13) [12];

$K_{зим}$ - коефіцієнт, що враховує зимову надбавку (приймаємо 1,02) [12];

$AG_{об}$ – автомобіле-години в режимі обігріву;

$N_{об}$ - норма витрат електричної енергії за 1 годину обігріву (приймаємо 8 кВт/год) [12].

$$Q_{e.заг} = (7427,3 \cdot 180 \cdot 1,02 \cdot 1,13) + 890,4 \cdot 8 = 1548050,27, \text{кВт} \cdot \text{год.}$$

На електроенергію:

$$V_{елек} = Q_{e.заг} \cdot C_e \text{ грн}; \quad (4.21)$$

де, C_e – ціна за 1 кВт (C_e - 7,5 грн).

$$V_{ел} = 1548050,27 \cdot 7,5 = 11610377,1 \text{ грн.}$$

На мастильні матеріал:

$$V_{мм} = V_{елек} \cdot V_{вм} \text{ грн}; \quad (4.22)$$

$$V_{мм} = 11610377,1 \cdot 18\%/100 = 2089867,87 \text{ грн.}$$

Загальні на електроенергії і ММ:

$$V_{емм} = V_{елек} + V_{мм} \text{ грн}; \quad (4.23)$$

$$V_{емм} = 11610377,1 + 2089867,87 = 13700244,97 \text{ грн.}$$

На запчастини і ремонтні матеріали:

$$V_{зчрм} = L_{заг} \cdot N_{зчрм} \cdot K_{інд} \cdot K_e \cdot K_{пр} \cdot 0,01 \text{ грн}; \quad (4.24)$$

де, $N_{зчрм}$ - норма витрат на ЗЧ та матеріали для ремонту, виражена у грошовому вираженні на кожні 1000 кілометрів пробігу (приймаємо 76,8) [15].

$$V_{зчрм} = 225372,9 \cdot 76,8 \cdot 11,95 \cdot 1,13 \cdot 1 \cdot 0,01 = 2337272,02 \text{ грн.}$$

На шини [4, 12]:

$$V_{ш} = \frac{L_{заг} \cdot K_{ка} \cdot C_{кш}}{L_{нш} \cdot K_{знш}} \text{ грн;} \quad (4.25)$$

де, $L_{нш}$ - нормативний пробіг шин, км (приймаємо 100000 км) [21, 22];

$K_{ка}$ - кількість комплектів шин, відповідно за конфігурацією коліс тролейбуса ($K_{ка} = 3$);

$K_{знш}$ - коефіцієнт, який враховує зменшення стандартного пробігу шин в залежності від умов їх використання (приймаємо 1) [21, 22];

$C_{кш}$ - ціна комплекту шин, грн (36000 грн).

$$V_{ш} = 225372,9 \cdot 3 \cdot 36000 / 100000 \cdot 1 = 243402,73 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування [23, 24]:

$$A_{в} = \frac{(P_{в} - L_{в})}{T} \quad (4.26)$$

де, відповідно, $P_{в}$, $L_{в}$ - первинна та ліквідна вартість, грн;

T – термін окупності, років.

$$A_{в} = (5618000 - 56180) / 7 = 794545,71 \text{ грн.}$$

Накладні витрати:

$$V_{ін} = \sum V_{1-7} \cdot N_{інш} \text{ грн;} \quad (4.27)$$

де, $N_{інш}$ норма НВ (15-25% від суми всіх витрат).

$$V_{ін} = 26723023,5 \cdot 15\% / 100\% = 4008453,52 \text{ грн.}$$

$$V_{заг} = \text{ФОП}_{заг} + V_{емм} + V_{зчрм} + V_{ш} + A_{в} + V_{ін}; \text{ грн} \quad (4.28)$$

$$V_{заг} = 3381262,5 + 13700244,97 + 2337272,02 + 243402,73 + 794545,71 + 4008453,52 = 18205230,34 \text{ грн.}$$

Для більшої наглядності всі розраховані показники витрат заносимо в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 - Види витрат

№ п/п	Статті витрат	Умовні позначення	Сума витрат, грн
1	Витрати на оплату праці	ФОП _{заг}	3381262,5
2	Витрати на електроенергію і мастильні матеріали	V _{емм}	13700244,97
3	Витрати на запасні частини і ремонтні матеріал	V _{зчрм}	2337272,02
4	Витрати на шини	V _ш	243402,73
5	Амортизаційні відрахування	A _{від}	794545,71
6	Інші витрати	V _{інш}	4008453,52
7	Разом		18205230,34

4.5 Фінансові показники

Доходи, що отримані від перевезень

$$D = Q_{\text{заг}} \cdot T_{\text{пас}} \cdot K_{\text{пїл}} \text{ грн}; \quad (4.29)$$

де, $T_{\text{пас}}$ - вартість проїзду одного пасажера ($T_{\text{пас}} = 8,0$ грн);

$K_{\text{пїл}}$ – пільговий коефіцієнт (0,85 до 0,97).

$$D = 2991958,2 \cdot 8,0 \cdot 0,97 = 23217595,63 \text{ грн.}$$

Знаходим ПДВ (20%) [19]:

$$\text{ПДВ} = D \cdot N_{\text{пдв}} \text{ грн}; \quad (4.30)$$

$$\text{ПДВ} = 23217595,63 \cdot 20\% / 100\% = 4643519,12 \text{ грн.}$$

Балансовий прибуток

$$\text{Пр}_{\text{бал}} = D - V_{\text{заг}} - \text{ПДВ} \text{ грн}; \quad (4.31)$$

$$\text{Пр}_{\text{бал}} = 23217595,63 - 18205230,34 - 4643519,12 = 368846,17 \text{ грн.}$$

Податок з прибутку (19%) [19]:

$$\text{Под}_{\text{пр}} = \text{Пр}_{\text{бал}} \cdot N_{\text{еп}} \text{ грн}; \quad (4.32)$$

$$\text{Под}_{\text{пр}} = 368846,17 \cdot 19\% / 100\% = 70080,77 \text{ грн.}$$

Визначаємо чистий прибуток [25, 26]:

$$\text{Пр}_{\text{чист}} = \text{Пр}_{\text{бал}} - \text{Под}_{\text{пр}} \text{ грн}; \quad (4.33)$$

$$\text{Пр}_{\text{чист}} = 368846,17 - 70080,77 = 298765,39 \text{ грн.}$$

4.6 Визначаємо рентабельність [25, 26]

$$R = \frac{\text{Пр}_{\text{бал}}}{\text{В}_{\text{заг}}} \cdot 100\%; \quad (4.34)$$

$$R = \frac{368846,17}{18205230,34} \cdot 100\% = 2,03\%.$$

Основні техніко-економічні показники заносимо до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Техніко–економічні показники роботи

Показники	Умовні позначення	Значення		Різниця (±)
		За 2023 рік	Запропоновані	
Дохід від перевезень, грн	Д	20345315,76	23217595,63	+2872279,87
Балансовий прибуток, грн	Пр _{бал}	-1928977,73	368846,17	+2297823,90
Чистий прибуток, грн	Пр _{чист}	-2295483,50	298765,39	+2594248,89
Рентабельність, %	R	-10,6	2,03	+12,9

Як видно з таблиці 4.2 дохід від перевезень, прибуток та рентабельність мають позитивну динаміку, що може свідчити про покращення економічної ефективності прийнятих рішень.

ВИСНОВКИ

Характеристик тролейбусного маршруту № 4, вказує на його досить значну протяжність – 17,5 км та кількість зупинок – 33. Час тривалості рейсу - 68,6 хв. та 70 хв., у залежності від періоду року. На основі проведеного аналізу підприємства та характеристик маршруту визначені методи вирішення задач кваліфікаційної роботи.

Визначені об'єми перевезення пасажирів добові. Найбільші припадають на ранковий час – з 7:00 до 10:00 та вечірній – з 15:00 до 18:00. Проведені також дослідження по визначенню динаміки пасажиропотоку на протязі тижня. Найбільший пасажиропотік спостерігається у понеділок.

Проведені розрахунки нерівномірності пасажиро-потоків вказують, що нерівномірність об'єму пасажиропотоків на протязі тижня найбільша припадає на неділю – становить 39,9%, а найменша – на суботу, 7,6%. У вівторок, п'ятницю та суботу відхилення приблизно однакові.

Визначено, що коефіцієнтів нерівномірності пасажиропотоків на протязі дня та за годинами дня становить, відповідно 1,04 та 1,61. Визначена середня довжина їздки пасажирів - 4,8 км, розрахована експлуатаційна швидкість тролейбуса на маршруті - 15,0 км/год.

Визначено об'єм перевезень по годинах доби та кількість тролейбусів на маршрутах на протязі доби. Проведено графо-аналітичний аналіз випуску тролейбусів та їх розподілу по змінах. Розраховані показники використання тролейбусів на маршруті: інтервал руху – 23,33 хв, частота руху транспорту - 2,57 тр/год.

Проаналізовані та розроблені вимоги щодо безпеки при експлуатації тролейбусів, посадці, висадці та перевезенні пасажирів дають можливість більш безпечно виконувати послуги даним маршрутом.

В результаті проведених економічних розрахунків було визначено, що впровадження запропонованих заходів забезпечить чистий прибуток 298765,39 грн, а рентабельність збільшиться на 12,63%.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Вовк Ю. Аналіз стану транспортної системи України та перспективи її розвитку [Електронний ресурс] / Юрій Вовк // Соціально-економічні проблеми і держава. — 2015. — Вип. 2 (13). — С. 5-15.
2. <http://trolleybus.sumy.ua/>
3. <https://smr.gov.ua/ru/miska-vlada/vikonavchi-organi/2015-12-10-09-05-30/2015-12-04-09-04-17.html>
4. О.Л. Ляшук, О.П. Цьонь, В.О. Дзюра, М.В. Бабій, М.Є. Кристопчук, С.В. Лисенко, Ю.Д. Бодоряк. Дослідження безпеки дорожнього руху на автошляхах. Центральнoукраїнський науковий вісник. Технічні науки, 2022, вип. 5(36)_1. С. 311-317.
5. Маруніч, В.С. & Шморгун, Л.Г. (ред.) (2017). Організація та управління пасажирськими перевезеннями: підручник. Київ: Міленіум. (528 с.).
6. Поліщук В.П. Теорія транспортного потоку: методи та моделі організації дорожнього руху: навч. посіб. / В.П. Поліщук, О.П. Дзюба. - К.: Знання України, 2008. - 175 с.
7. Міський транспорт: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за спеціальністю «Міське будівництво та господарство»/Н.І. Ільчук. – Луцьк: РВВ ЛНТУ, 2010. – 96 с.
8. Інтелектуальна система відслідковування рухомого складу на маршруті: [Електронний ресурс] - <https://city.dozor.tech/ua/iv-frankivsk/city>.
9. Попович П.В. Аналіз ринку автотранспортних перевезень України / Попович П.В., Шевчук О.С., Бабій М.В., Дзюра В.О. // Вісник машинобудування та транспорту. Випуск 2, Вінниця, 2017. – С. 124-130.
10. Vovk Y. Resource-efficient intelligent transportation systems as a basis for sustainable development. Overview of initiatives and strategies / Y. Vovk // Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics, 2016. – Vol. 1, No. 1. – p. 6-10. (Польща).

11. Karpenko, O., Horbenko, A., Vovk, Y., & Tson, O. (2017). Research of the structure and trends in the development of the logistics market in Ukraine. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*, 2(2), 57-66.
12. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту.: Навчальний посібник / Ю.Ю.Кукурудзяк О.В Рудь, Л.В. Кукурудзяк –Вінниця: П.П «Едельвейс і К», 2010-336с.
13. Технічна характеристика тролейбусів: [Електронний ресурс] - <https://www.wikidata.uk-ua.nina.az/АКСМ-321.html>.
14. Босняк М.Г. Пасажирські автомобільні перевезення. Навчальний посібник для студентів спеціальності: 6.100404 "Організація перевезень і управління на транспорті (автомобільний)" - К.: Видавничий Дім "Слово", 2009. - 272 с.
15. Норми витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт по базових марках тролейбусів Київ 1995 р.: [p://www.wikidata.uk-ua.nina.az/АКСМ-321.html](http://www.wikidata.uk-ua.nina.az/АКСМ-321.html).
16. Безпека праці на громадському транспорті. Електротранспорт <https://e.oppb.com.ua/okhorona-pratsi-i-pozhezhna-bezpeka-2018-2/bezpeka-pratsi-na-hromadskomu-transporti>
17. Безпека життєдіяльності. Навчальний посібник / За редакцією Я.І. Бедрія. – Львів: Видавнича фірма «Афіша», 1999. - 275 с
18. Положення про робочий час і час відпочинку водіїв колісних транспортних засобів. - Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 7 червня 2010 року N 340.
19. Закон України «Про внесення змін до закону України» «Про оподаткування прибутку підприємства» (про норми амортизаційних відрахувань) Київ 1997 р.
20. Норми витрат мастильних матеріалів на транспорті Київ 1998 р.
21. Норми експлуатаційного пробігу шин, Київ 1998р.
23. Норми амортизаційних відрахувань - Київ, 1995р.

24. Далека, В.Х., Будниченко, В.Б., Коваленко, В.І., Хворост, М.В., Ісаєв, Л.О. (2014). Правила експлуатації міського електричного транспорту: навчальний посібник. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова. (447 с.).
25. Іванілов О.С. Економіка підприємств автомобільного транспорту: підручник для студентів вищих навчальних закладів / О.С. Іванілов, І.А. Дмитрієв, І.Ю. Шевченко. – Х.: ФОП Бровін О.В., 2017. – 632 с.
26. Дмитрієв І.А., Жарова О.М., Економіка підприємств автомобільного транспорту. Навчальний посібник. - Харків: - ХНАДУ 2004.-183с.

ДОДАТКИ