

Міністерство освіти і науки України Івано-Франківський  
Національний Технічний Університет Нафти і Газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки. Кафедра автомобільного транспорту

## Бакалаврська кваліфікаційна робота

на тему: ‘Дослідження впливу технічного стану автомобіля Hyundai Accent  
на витрату палива з метою підвищення ефективності експлуатації’

Виконав: студент 4 курсу, групи АТ-21-1  
спеціальності 274 – Автомобільний транспорт  
Грицюк М.Р.

Керівник: Проф. Козак. Ф.В. \_\_\_\_\_  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

Рецензент: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

Робота допускається до захисту

В.о. завідувача кафедри АТМ

д.т.н, професор Криштопа С.І. \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 р.

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра автомобільного транспорту

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр

Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завкафедрою АТ

С.І. Криштопа

”\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 р.

## ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр \_\_\_\_\_ Грицюк Максим Русланович

(прізвище, ім'я, по-батькові)

**1. Тема** Дослідження впливу технічного стану автомобіля Hyundai Accent на витрату палива з метою підвищення ефективності експлуатації».

затверджена наказом по університету від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) 16.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту: Модель автомобіля – Hyundai Accent 1.6 MPI.  $D_{pp}=320$ . Середній річний пробіг,  $L_p=25$  тис. км. Кількість автомобілів Навт=52 авт. Категорія умов експлуатації – II. Умови експлуатації – помірні. Решта даних для розрахунку виробничої програми ТО і ПР взяти за даними підприємства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

4.1 Вступ. 4.2 Обґрунтування теми дослідження. 4.3 Характеристика підприємства ТОВ “БОГДАН-АВТО”.

4.4 Розрахунок виробничої програми СТО з ТО та ремонту рухомого складу. 4.5 Технологічне планування СТО Hyundai (БОГДАН-АВТО). 4.6 Техніко-економічний розділ. 4.7 Науково-дослідний розділ. 4.8

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 4.9 Висновок. 4.10 Список літератури. 4.11 Додатки

5. Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:

5.1 Генеральний план СТО Hyundai (БОГДАН-АВТО) (1 аркуш А1).

5.2 Виробничий корпус СТО Hyundai (БОГДАН-АВТО) (1 аркуш А1).

5.3 Технологічний план зони ПР, (1 аркуш А1).

5.4 Графічне відображення зміни витрати палива легкового автомобіля залежно від температури зовнішнього повітря під час його експлуатації. (1 аркуш А1)

5.5 Порівняння циклів випробувань легкового та вантажного автомобіля WTVС і СНТС-LT (1 аркуш А1).

5.6 Розподіл споживання палива легкових та вантажних автомобілів за циклами WTVС і СНТС-LT.(1 аркуш А1).

5.7 Техніко-економічне обґрунтування роботи (1 аркуш А1).

Керівник \_\_\_\_\_

(Особистий підпис)

Ф. Козак \_\_\_\_\_

(Розшифровка підпису)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_

(Особистий підпис)

М. Грицюк \_\_\_\_\_

(Розшифровка підпису)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер і назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту	Примітка
4.1 Вступ. 4.2 Обґрунтування теми дослідження. 4.3 Розрахунок виробничої програми СТО з ТО та ремонту рухомого складу.	19.05.2025 р.	
4.4 Технологічне планування СТО Hyundai (БОГДАН-АВТО).	24.05.2025 р.	1,2,3 Аркуш
4.5 Техніко-економічний розділ.	30.05.2025 р.	4 Аркуш
4.6 Науково-дослідний розділ.	06.06.2025 р.	5,6,7 Аркуш
4.7 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	12.06.2025 р.	
4.8 Висновок. 4.9 Список літератури.	16.06.2025 р.	
Готовність проекту до попереднього захисту	16.06.2025 р.	

Бакалавр \_\_\_\_\_

Особистий підпис

М. Грицюк

Розшифровка підпису

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Особистий підпис

Ф. Козак

Розшифровка підпису

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна бакалаврська робота на тему: «дослідження впливу технічного стану автомобіля Hyundai Accent на витрату палива з метою підвищення ефективності експлуатації».

Робота виконана на кафедрі автомобільного транспорту Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. Науковий керівник: проф. Козак Ф.В.

Пояснювальна записка містить 7 основних розділів, обсягом сторінки формату А4, а також графічну частину, що включає аркушів формату А1.

Основні терміни: раціональна експлуатація, технічна діагностика, технічний аналіз, паливна економічність, оптимізація.

# ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	.....
<b>1 ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....	.....
<b>2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТОВ “БОГДАН-АВТО”</b> .....	.....
<b>3.РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ СТО З ТО ТА РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ</b> .....	.....
3.1 Вибір та обґрунтування вихідних даних для формування програми з ТО та ремонту рухомого складу.....	.....
3.2 Вибір та корегування нормативної періодичності ТО і пробігу до капітального ремонту.....	.....
3.3 Вибір та корегування нормативної трудомісткості ТО та ПР.....	.....
3.4 Розрахунок виробничої програми з технічного обслуговування і ремонту рухомого складу.....	.....
3.5 Визначення ритму виробництва і такту поста ЩО.....	.....
3.6 Розподіл трудомісткості ТО і ПР по виробничих зонах і дільницях.....	.....
3.7 Розрахунок чисельності виробничого персоналу та допоміжних робітників.....	.....
3.8 Визначення кількості постів зони ТО-1, ТО-2, ПР і ЩО.....	.....
3.9 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень .....	.....
3.10 Розрахунок площі території.....	.....
<b>4.ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ СТО HYUNDAI (БОГДАН-АВТО)</b> .....	.....
<b>5.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	.....
5.1 Огляд реформ у світовій автомобільній галузі: стратегії зменшення викидів CO <sub>2</sub> та підвищення паливної ефективності.....	.....
5.2 Шляхи підвищення паливної ефективності транспортних засобів.....	.....
5.3 Покращення технічного обслуговування автомобіля.....	.....
5.4 Оптимізація водіння.....	.....
5.5 Збереження маси автомобіля.....	.....
5.6 Контроль тиску в шинах.....	.....
5.7 Використання якісних паливно-мастильних матеріалів.....	.....
<b>6.НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	.....

- 6.1 Застосування підходу для апроксимації даних, отриманих в ході експериментів.....
- 6.2 Аналіз початкових даних для дослідження.....
- 6.3 Дослідження впливу зовнішніх природних факторів на витрату пального транспортним засобом під час експлуатації.....

**7.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....**

- 7.1 Вимоги до оснащення дорожніх транспортних засобів первинними засобами пожежогасіння .....
- 7.2 Підвищення захисних властивостей житла.....

**ВИСНОВОК.....**

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....**

**ДОДАТКИ**

## ВСТУП

Метою даної роботи є аналіз взаємозв'язку між технічним станом окремих вузлів автомобіля Hyundai Accent та змінами у витраті пального, а також розробка практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності його експлуатації. У процесі дослідження розглядаються як теоретичні засади впливу технічних параметрів на паливну економічність, так і результати експериментальних вимірювань, що дозволяють оцінити фактичний стан транспортного засобу.

Завданням роботи є виявлення основних причин зростання витрат пального через погіршення технічного стану, оцінка ефективності засобів контролю та профілактики несправностей, а також визначення оптимальних заходів для підтримання автомобіля в технічно справному стані.

Практична значущість роботи полягає в тому, що її результати можуть бути використані як приватними власниками, так і підприємствами автотранспортної галузі для зниження витрат на пальне, підвищення продуктивності автомобілів і зменшення негативного впливу на навколишнє середовище.

## 1. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У сучасному світі автомобільний транспорт є невід'ємною складовою повсякденного життя, забезпечуючи мобільність населення, розвиток логістики, торгівлі та сфери послуг. Однак інтенсивна експлуатація транспортних засобів супроводжується не лише підвищенням зносу їхніх агрегатів і систем, а й зростанням витрат на паливо, що займає вагому частку у загальних експлуатаційних витратах.

Серед основних факторів, що впливають на ефективність використання автомобіля, важливе місце посідає технічний стан транспортного засобу. Від справності основних систем — паливної, двигуна внутрішнього згорання, трансмісії, підвіски, коліс та системи управління — значною мірою залежить витрата пального. Недотримання регламенту технічного обслуговування, знос окремих деталей або їх некоректна робота можуть призвести до суттєвого перевитрачання палива, що в умовах економічної нестабільності та енергетичної залежності країни стає критичним питанням як для пересічного водія, так і для транспортних підприємств.

Об'єктом дослідження в даній роботі обрано автомобіль Hyundai Accent, як один із найпоширеніших автомобілів на українському ринку, зокрема у сегменті бюджетних легкових авто. Ця модель вирізняється економічністю, проте, як і будь-який інший транспортний засіб, чутлива до змін технічного стану, що безпосередньо впливає на обсяг споживаного палива. Дослідження впливу технічного стану саме на витрату пального є важливим як з практичної, так і з наукової точки зору, оскільки дозволяє:

- виявити основні фактори перевитрати палива
- розробити методи та рекомендації щодо діагностики та усунення технічних несправностей;
- сприяти підвищенню культури технічного обслуговування транспортних засобів;

- зменшити негативний вплив на довкілля шляхом зниження викидів шкідливих речовин, що прямо пов'язані з неефективним згорянням пального.

З огляду на стрімке зростання вартості паливно-мастильних матеріалів, питання оптимізації витрат у процесі експлуатації транспорту є особливо актуальним для приватних автовласників, підприємств, що мають автопарки, та сервісних компаній. У цьому контексті дослідження дозволяє не лише підвищити економічну ефективність, а й сприяти сталому розвитку транспортної галузі загалом.

Окрім того, тема роботи має міждисциплінарний характер, оскільки перетинається з питаннями технічної експлуатації автомобілів, паливної економіки, екології та енергозбереження. Результати дослідження можуть стати основою для розробки рекомендацій щодо вдосконалення технічного обслуговування, а також для формування нових стратегій управління технічним станом транспортних засобів.

## 2.ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТОВ “БОГДАН-АВТО”

ТОВ «БОГДАН-АВТО» є офіційним дилерським центром, що здійснює комплексну діяльність у сфері продажу, технічного обслуговування та післяпродажної підтримки автомобілів марок Hyundai, Haval та GWM .

Ключові функції та напрямки діяльності підприємства:

- **Продаж нових автомобілів** – реалізація офіційних моделей Hyundai з гарантією від виробника.
- **Фінансування придбання автомобілів.** Компанія надає широкий вибір фінансових інструментів, включаючи кредитні програми, лізинг, а також спеціальні пропозиції, розроблені спільно з банками-партнерами, що робить купівлю авто доступнішою.
- **Послуга трейд-ін.** Для зручності клієнтів передбачено можливість обміну старого автомобіля на новий з доплатою. Такий підхід спрощує процес оновлення авто та скорочує годину на продаж попереднього транспортного засобу.
- **Гарантійне та післягарантійне обслуговування.** Сервісний центр підприємства оснащений сучасною технікою та працює за офіційними стандартами Hyundai та GWM. Це дозволяє забезпечити високий рівень якості обслуговування, точну діагностику та швидкий ремонт автомобілів.
- **Продаж оригінальних запчастин та аксесуарів.** Компанія реалізує тільки сертифіковані деталі, що повністю відповідають технічним вимогам виробника, що гарантує довговічність та надійність експлуатації транспортного засобу.
- **Професійна підтримка клієнтів.** Консультанти автосалону надають всебічну допомогу у виборі автомобіля, роз'яснення умов фінансування, сервісного обслуговування, а також супроводжують клієнта на кожному етапі угоди.

**- Повноцінне сервісне обслуговування.** Підприємство гарантує якість ремонтних робіт, дотримання термінів та відповідність сервісу стандартам виробника, що забезпечує безпеку та комфорт клієнтів.

**Рік заснування:** 2005

**Місцезнаходження:** м. Івано-Франківськ, вул. Калуське шосе, 6

**Площа території:** 0,39 га

**Площа забудови:** 1274 м<sup>2</sup>

**Площа виробничо-адміністративного корпусу:** 1750 м<sup>2</sup>

ТОВ «БОГДАН-АВТО» не лише реалізує автомобілі, а й формує культуру відповідального та якісного обслуговування транспортних засобів, забезпечуючи своїм клієнтам стабільність, надійність та довіру.

### 3.РОЗРАХУНОК ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ СТО З ТО ТА РЕМОНТУ РУХОМОГО СКЛАДУ

3.1 Вибір та обґрунтування вихідних даних для формування програми з ТО та ремонту рухомого складу

Відповідно до чинних нормативів з технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів на автомобільному транспорті, розрізняють два основних типи ремонту: поточний і капітальний.

Поточний ремонт виконується для усунення несправностей і збоїв, які виникають під час експлуатації автомобіля. Цей вид ремонту здійснюється в ремонтних майстернях СТО, включає часткове розбирання, заміну окремих несправних агрегатів, вузлів або деталей на нові чи відремонтовані, а також подальше складання та перевірку технічного стану.

Капітальний ремонт проводиться для відновлення повного або часткового ресурсу автомобіля чи його агрегатів. Його виконують на спеціалізованих підприємствах. У межах такого ремонту транспортний засіб повністю розбирається, здійснюється заміна або відновлення усіх зношених компонентів, у тому числі базових, після чого проводяться складання, регулювання та випробування. Після капітального ремонту технічний ресурс автомобіля має становити не менше 80% від ресурсу нового автомобіля.

Всі ремонтні роботи можуть виконуватися як на універсальних, так і на спеціалізованих постах.

У межах цієї бакалаврської роботи розглядається СТО, що має на балансі 52 автомобілі марки Hyundai Accent.

Розглянемо умови роботи даного СТО:

Кількість робочих днів на рік:	320 днів
Категорія умов експлуатації:	II
Тип дорожнього покриття:	бітумомінеральні суміші
Тип рельєфу місцевості:	слабкогористий (P <sub>2</sub> )

Кліматичний район: помірно - теплий  
 Середній з початку:  $(0,5...0,75) \cdot L_{KP}$

Щоб врахувати специфіку експлуатації СТО, слід адаптувати базові нормативи, що регулюють процеси технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів, відповідно до характеристик конкретних автомобілів.

Таке коригування нормативів виконується із застосуванням спеціальних коефіцієнтів, які враховують вплив різноманітних факторів:

- умов експлуатації автомобілів -  $K_1$ ;
- модифікації рухомого складу та організації його роботи -  $K_2$ ;
- природно-кліматичних умов -  $K_3$ ;
- пробігу з початку експлуатації -  $K_4$ ;
- розмірів СТО і кількості технологічно сумісних груп рухомого складу -  $K_5$ .

Нормативні показники ТО та ПР рухомого складу СТО та коефіцієнти корегування нормативів представлено в табл. 3.1 та 3.2 відповідно.

Таблиця 3.1 – Нормативні показники ТО та ПР рухомого складу

№	Нормативні показники	Позначення	Розмірність	Hyundai Accent
1	Пробіг до капітального ремонту	$L_{KP}^H$	тис. км	400
2	Пробіг до ТО-1	$L_{TO-1}^H$	км	5000
3	Пробіг до ТО-2	$L_{TO-2}^H$	км	20000
4	Трудомісткість ЩО	$t_{\text{ЩО}}^H$	люд.-год.	0,3
5	Трудомісткість ТО-1	$t_{TO-1}^H$	люд.-год.	1,9
6	Трудомісткість ТО-2	$t_{TO-2}^H$	люд.-год.	7,4
7	Трудомісткість поточного ремонту	$t_{\text{ПР}}^H$	люд.- год./1000км	2,3

Таблиця 3.2 – Коефіцієнт корегування нормативів

№	Коефіцієнти корегування нормативів	Значення коефіцієнта корегування				
		Пробіг до КР	Періодичність ТО	Трудомісткість		
				ЩО	ТО	ПР
1	$K_1$	0,9	0,9	-	-	1,1
2	$K_2$	1	-	1	1	1
3	$K_3$	1,1	1,1	-	-	0,9
4	$K_4$	-	-	-	-	1
5	$K_5$	-	-	1,05	1,05	1,05

3.2 Вибір та корегування нормативної періодичності ТО і пробігу до капітального ремонту.

Значення періодичностей ТО-1 та ТО-2 ( $L_{ТО-1}, L_{ТО-2}$ ) визначається за наступною формулою:

$$L_i = L_i^H \cdot K1 \cdot K3; \quad (3.1)$$

де  $L_i^H$  - нормативний пробіг до ТО-1 та ТО-2 відповідно, км;

$K1$  - коефіцієнт, який враховує категорію умов експлуатації;

$K3$  - коефіцієнт, який враховує природно-кліматичні умови.

Скоректовані періодичності технічних обслуговувань (ТО-1):

$$L_{ТО-1} = 5000 \cdot 0.9 \cdot 0.9 = 4050 \text{ км}$$

Скоректовані періодичності технічних обслуговувань (ТО-2):

$$L_{ТО-2} = 20000 \cdot 0.9 \cdot 0.9 = 16200 \text{ км}$$

Враховуючи те, що умови роботи СТО відрізняються від типових, необхідно скорегувати пробіг автомобілів до капітального ремонту:

$$L_i = L_{KP}^H \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3; \quad (3.2)$$

де  $L_{KP}^H$  - нормативний пробіг до капітального ремонту, км;

$K2$  - коефіцієнт, який враховує модифікацію рухомого складу та організацію його роботи;

$$L_{KP} = 400000 \cdot 0.9 \cdot 0.85 \cdot 0.9 = 275400 \text{ км}$$

### 3.3 Вибір та корегування нормативної трудомісткості ТО та ПР

Скоректовані трудомісткості технічних обслуговувань ТО-1 та ТО-2 визначається за наступною формулою:

$$t_i = t_i^H \cdot K1 \cdot K5; \quad (3.3)$$

де  $K5$  коефіцієнт, який враховує розміри СТО і кількість технологічно сумісних груп рухомого складу;

$t_i^H$  - нормативна величина технічного обслуговування.

Скоректовані трудомісткості технічних обслуговувань ТО-1

$$t_{TO-1} = 1,9 \cdot 0.9 \cdot 1.05 = 1.8 \text{ люд-год.}$$

Скоректовані трудомісткості технічних обслуговувань ТО-2

$$t_{TO-2} = 7,4 \cdot 0.9 \cdot 1.05 = 7 \text{ люд.-год.}$$

Скоректована трудомісткість поточного ремонту визначається за наступною формулою:

$$t_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}}^{\text{Н}} \cdot K1 \cdot K2 \cdot K3 \cdot K4 \cdot K5; \quad (3.4)$$

де  $t_{\text{ПР}}^{\text{Н}}$  - нормативна величина технічного обслуговування.

$$t_{\text{ПР}} = 2.3 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.1 \cdot 1.2 \cdot 1.1 = 4 \text{ люд-год.}$$

Нормативна трудомісткість щоденного обслуговування для умов роботи даного СТО визначається за формулою:

$$t_{\text{ЩО}} = t_{\text{ЩО}}^{\text{Н}} \cdot K2 \cdot K_{\text{М}}; \quad (3.5)$$

де  $t_{\text{ЩО}}^{\text{Н}}$  - нормативна трудомісткість ЩО, люд-год;

$K_{\text{М}}$  - коефіцієнт, який враховує використання автоматизованих миючих пристроїв.

$$t_{\text{ЩО}} = 0.3 \cdot 0.85 \cdot 1.3 = 0.33 \text{ люд-год.}$$

3.4 Розрахунок виробничої програми з технічного обслуговування і ремонту рухомого складу

Коефіцієнт технічної готовності визначається за формулою:

$$\alpha_T = \frac{L_{\text{кр}}}{L_{\text{кр}} + L_{\text{СД}} \cdot (D_{\text{кр}} \cdot K_{\text{кр}} + (D_{\text{ТОіПР}} \cdot L_{\text{кр}} \cdot K_{\text{АК}}/1000)); \quad (3.6)$$

де  $L_{\text{СД}}$  - середньодобовий пробіг автомобіля, км;

$K_{\text{кр}}$  - коефіцієнт, який враховує частку РС, що відправляється в КР;

$D_{\text{кр}}$  - тривалість простою РС в капітальному ремонті з урахуванням часу на транспортування з СТО на авторемонтний завод і назад, днів;

$D_{\text{ТОіПР}}$  - тривалість простою РС в ТО і ПР на 1000 км, днів;

$K_{AK}$  - коефіцієнт коригування тривалості простою в ТО і ПР в залежності від пробігу автомобіля з початку експлуатації.

$$\alpha_T = \frac{400000}{400000 + 200 \cdot (14 \cdot 0,12 + (0,3 \cdot 400000 \cdot 1/1000))} = 0,943$$

Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію визначається за формулою:

$$\alpha_B = \frac{\alpha_T \cdot D_{POB}}{D_K}; \quad (3.7)$$

де  $D_{POB}$  - кількість днів роботи автомобілів за рік;

$D_K$  - кількість календарних днів за рік.

$$\alpha_B = \frac{0,943 \cdot 320}{360} = 0,83$$

Річний пробіг автомобілів визначається за наступною формулою:

$$L_{PIЧ} = D_{POB} \cdot \alpha_B \cdot L_{CD} \cdot A_{СП}; \quad (3.8)$$

де  $A_{СП}$  - списочна кількість автомобілів в кожній технологічно-сумісній групі, од.

$$L_{PIЧ} = 320 \cdot 0,83 \cdot 200 \cdot 52 = 2762240 \text{ км}$$

Кількість впливів  $N^P$  за рік по всьому парку автомобілів визначаються за формулами:

$$N_{KP}^P = \frac{L_{PIЧ}}{L_{KP}}; \quad (3.9)$$

$$N_{TO-2}^P = \frac{L_{PIЧ}}{L_{TO-2}} - N_{RP}^P; \quad (3.10)$$

$$N_{TO-1}^P = \frac{L_{PIЧ}}{L_{TO-1}} - N_{TO-2}^P - N_{KP}^P; \quad (3.11)$$

$$(3.12)$$

$$N_{\text{ЩО}}^P = A_{\text{СП}} \cdot D_{\text{РОБ}} \cdot \alpha_T;$$

$$N_{\text{КР}}^P = \frac{2762240}{400000} = 6,9$$

$$N_{\text{ТО-2}}^P = \frac{2762240}{16200} - 6,9 = 163,6$$

$$N_{\text{ТО-1}}^P = \frac{2762240}{4050} - 163,6 - 6,9 = 511,5$$

$$N_{\text{ЩО}}^P = 52 \cdot 320 \cdot 0,943 = 15691$$

Кількість впливів за добу  $N_i^D$  по всьому парку автомобілів визначаються за наступними формулами:

$$N_{\text{ТО-1}}^D = \frac{N_{\text{ТО-1}}^P}{D_{\text{РОБ}}}; \quad (3.13)$$

$$N_{\text{ТО-2}}^D = \frac{N_{\text{ТО-2}}^P}{D_{\text{РОБ}}}; \quad (3.14)$$

$$N_{\text{ЩО}}^D = \frac{N_{\text{ЩО}}^P}{D_{\text{РОБ}}}; \quad (3.15)$$

$$N_{\text{ТО-1}}^D = \frac{511,5}{320} = 1,59$$

$$N_{\text{ТО-2}}^D = \frac{163,6}{320} = 0,51$$

$$N_{\text{ЩО}}^D = \frac{15691}{320} = 49$$

Обсяг робіт  $T_i^P$  (в людино-годинах) по кожному і-му виду (ЩО, ТО-1, ТО-2 і ПР) за рік для кожного типу рухомого складу і по всьому парку автомобілів розраховується за наступними формулами:

$$T_{\text{ЩО}}^P = N_{\text{ЩО}}^P \cdot t_{\text{ЩО}}; \quad (3.16)$$

$$T_{\text{ТО-1}}^P = N_{\text{ТО-1}}^P \cdot t_{\text{ТО-1}}; \quad (3.17)$$

$$T_{T0-2}^P = N_{T0-2}^P \cdot t_{T0-2}; \quad (3.18)$$

$$T_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}} \cdot \frac{L_{\text{РІЧ}}}{1000}; \quad (3.19)$$

$$T_{\text{ЩО}}^P = 15691 \cdot 0,33 = 5168 \text{ люд} - \text{год.}$$

$$T_{T0-1}^P = 511,5 \cdot 1,8 = 920 \text{ люд} - \text{год.}$$

$$T_{T0-2}^P = 163,6 \cdot 7 = 1145,2 \text{ люд} - \text{год.}$$

$$T_{\text{ПР}} = 4 \cdot \frac{2762240}{1000} = 11048 \text{ люд} - \text{год.}$$

### 3.5 Визначення ритму виробництва і такту поста ЩО

Ритм зони,  $R_{\text{ЩО}}$ , хв, обчислюється за формулою:

$$R_{\text{ЩО}_i} = \frac{T_3 \cdot 60 \cdot c}{N_{\text{ЩО}_i}^{\circ}}; \quad (3.20)$$

де  $T_3$  - тривалість зміни,  $T_3 = 8 \text{ год}$ ;

$c$  – кількість змін;

$N_{\text{ЩО}}^{\circ}$  - добова програма ЩО.

$$R_{\text{ЩО}_i} = \frac{8 \cdot 60 \cdot 1}{49} = 9,8 \text{ хв}$$

Такт поста ЩО,  $\tau_{\text{ЩО}}$ , хв., обчислюється за формулою:

$$\tau_{\text{ЩО}_i} = \frac{t_{\text{щО}_i} \cdot 60 \cdot c}{P_n} + t_{\text{пер}}; \quad (3.21)$$

де  $P_n$  - середня кількість робітників на посту;

$t_{\text{пер}}$  - час переміщення з поста на пост (2-3 хв.), приймаємо 2,5.

$$\tau_{шю_i} = \frac{0,3 \cdot 60 \cdot 1}{1} + 2,5 = 20,5 \text{ хв}$$

Вихідні дані для розрахунку виробничої програми по ТО і ПР представлено в табл.

3.3. Результати розрахунків показників виробничої програми наведено в табл. 3.4

Таблиця 3.3 - Вихідні дані для розрахунку виробничої програми по ТО і ПР

№	Показник	Hyundai Accent
1	Спискова кількість автомобілів, одиниць	52
2	Нормативний пробіг до капітального ремонту, км	400000
3	Коефіцієнт, що враховує категорію умов експлуатації	0,9
4	Коефіцієнт, що враховує модифікацію РС	0,85
5	Коефіцієнт, що враховує природно-кліматичні умови	0,9
6	Нормативний пробіг автомобіля до ТО-1, км	5000
7	Нормативний пробіг автомобіля до ТО-2, км	20000
8	Кількість днів простою РС в капітальному ремонті	14
9	Тривалість простою РС в ТО і ПР на 1000 км	0,3
10	Дні роботи РС за рік	320
11	Середньодобовий пробіг одиниці рухомого складу, км	200
12	Нормативна трудомісткість ЩО, люд.год	0,3
13	Коефіцієнт механізації прибирально-мийних робіт	1,3
14	Нормативна трудомісткість ТО-1, люд.год	1,9
15	Нормативна трудомісткість ТО-2, люд.год	7,4
16	Нормативна трудомісткість ПР, люд.год/1000км	2,3
17	Коефіцієнт, що враховує категорію умов експлуатації для ПР	1,1
18	Коефіцієнт, що враховує природно-кліматичні умови для ПР	1,1
19	Коефіцієнт, який враховує умови зберігання РС	1,1
20	Коефіцієнт, що враховує кількість тех.-сумісних груп РС	1,1

Таблиця 3.4 – Виробнича програма по ТО і ПР рухомого складу

№	Показник	Hyundai Accent
1	2	3
1	Пробіг рухомого складу до КР, км	400000
2	Пробіг рухомого складу до ТО-1, км	5000
3	Пробіг рухомого складу до ТО-2, км	20000
Коригування пробігу по середньодобовому:		
4	Корегований пробіг рухомого складу до ТО-1, км	4050
5	Корегований пробіг рухомого складу до ТО-2, км	16200
6	Корегований пробіг рухомого складу до КР, км	275400

Продовження таблиці 3.4

1	2	3
7	Коефіцієнт технічної готовності	0,943
8	Коефіцієнт випуску	0,83
9	Річний пробіг групи РС, км	2762240
10	Річна програма по ТО і діагностиці рухомого складу	
11	Кількість КР	6,9
12	Кількість ЩО	15691
13	Кількість ТО-1	511,5
14	Кількість ТО-2	163,6
Добова програма по ТО і діагностиці рухомого складу:		
15	Кількість ЩО	49
16	Кількість ТО-1	1,59
17	Кількість ТО-2	0,51
18	Коригована трудомісткість ЩО, люд.год	0,33
19	Коригована трудомісткість ТО-1, люд.год	1,8
20	Коригована трудомісткість ТО-2, люд.год	7
21	Коригована трудомісткість ПР, люд.год	4
Річна трудомісткість з ТО і ПР по групах рухомого складу, люд.год:		
22	Трудомісткість ЩО	5168
23	Трудомісткість ТО-1	920
24	Трудомісткість ТО-2	1145,2
25	Трудомісткість ПР	11048
Річна трудомісткість допоміжних робіт, люд.год:		
26	по групах РС	3455

### 3.6 Розподіл трудомісткості ТО і ПР по виробничих зонах і дільницях

Існують різні типи технічного обслуговування рухомого складу станцій технічного обслуговування, зокрема: щоденне обслуговування (ЩО), технічне обслуговування першого рівня (ТО-1), другого рівня (ТО-2), а також сезонне обслуговування (СО).

Кількість і види технічного обслуговування можуть змінюватися залежно від особливостей конструкції транспортних засобів і умов їх експлуатації.

Розподіл трудомісткості робіт з ТО та ПР представлено в табл. 4.5-4.7.

Таблиця 3.5 – Розподіл трудомісткості ТО за видами робіт

№	Види робіт	ТО-1		ТО-2	
		%	люд.год.	%	люд.год.
1	Діагностичні	15	188	15	182
2	Кріпильні, регулювальні, змащувальні та інші	85	732	85	963
3	Разом	100	920	100	1145,2

Таблиця 3.6 – Розподіл трудомісткості ПР за видами робіт

№	Види робіт	%	люд.год.
Постові роботи:			
1	Діагностичні	2	203
2	Регулювальні і розбирально-складальні	35	3313
3	Зварювальні	4	632
4	Бляхарські	3	169
5	Фарбувальні	6	632
6	Агрегатні	18	2551
7	Слюсарно-механічні	10	1182
8	Електротехнічні	5	432
9	Акумуляторні	2	208
10	Ремонт приладів системи живлення	4	363
11	Шиномонтажні	1	207
12	Вулканізаційні (ремонт камер)	1	113
13	Ковальсько-ресорні	3	263
14	Мідницькі	2	200
15	Зварювальні	1	252
16	Жерстянецькі	1	114
17	Арматурні	1	112
18	Оббивні	1	102
19	Всього:	100	11048

Таблиця 3.7 – Розподіл трудомісткості ЩО за видами робіт

№	Види робіт	%	люд.год.
1	Мийні	9	661
2	Прибиральні	14	554
3	Заправні	14	554
4	Контрольно-діагностичні	16	634
5	Ремонтні (усунення незначних несправностей)	47	2765
6	Разом	100	5168

На станції, крім основних робіт з технічного обслуговування (ТО) та поточного ремонту (ПР), виконуються також допоміжні операції. Їх частка становить приблизно 25–30% від загального обсягу робіт, пов'язаних з ТО та ПР автомобілів.

Структура допоміжних робіт на станції наведена в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Розподіл трудомісткості допоміжних робіт за видами

№	Види робіт	%	люд.год.
1	Ремонт і обслуговування технологічного обладнання	20	649
2	Ремонт і обслуговування інженерного обладнання	15	487
3	Транспортні роботи	10	324
4	Прийом, зберігання і видача матеріальних цінностей	15	487
5	Перегін рухомого складу	15	487
6	Прибирання виробничих приміщень	10	324
7	Прибирання території	10	462
8	Обслуговування компресорного обладнання	5	232
9	Разом:	100	3455

### 3.7 Розрахунок чисельності виробничого персоналу та допоміжних робітників

На СТО розрізняють штатну кількість виконавців робіт, потрібну для виконання річної виробничої програми та явочну чисельність, потрібну для виконання добової виробничої програми.

Технологічна необхідна кількість робітників (явочна), що забезпечує виконання добової виробничої програми визначається за формулою:

$$P_T^Я = \frac{T_i^P}{\Phi_Я}; \quad (3.22)$$

де  $T^P$  - річний обсяг робіт по зоні ТО, ПР або ділянки, люд.-год;

$\Phi_Я$  - річний фонд робочого часу технологічно необхідного робітника [9], год.

Технологічна необхідна кількість робітників в зоні ТО-1

$$P_{ТО-1}^Я = \frac{920}{1950} = 0,47 \text{ люд.}$$

Технологічна необхідна кількість робітників в зоні ТО-2

$$P_{ТО-2}^Я = \frac{1145,2}{1950} = 0,58 \text{ люд.}$$

Технологічна необхідна кількість робітників в зоні ПР

$$P_{ПР}^Я = \frac{11048}{1950} = 5,66 \text{ люд.}$$

Штатна кількість робітників визначається за формулою:

$$P_T^Ш = \frac{T_i^P}{\Phi_Ш}; \quad (3.23)$$

де  $\Phi_Ш$  – річний фонд часу штатного робітника [9], год.

Штатна кількість робітників в зоні ТО-1

$$P_T^Ш = \frac{920}{1820} = 0,5 \text{ люд.}$$

Штатна кількість робітників в зоні ТО-2

$$P_{\text{Т}}^{\text{Ш}} = \frac{1145,2}{1820} = 0,6 \text{ люд.}$$

Штатна кількість робітників в зоні ПР

$$P_{\text{ПР}}^{\text{Я}} = \frac{11048}{1820} = 6 \text{ люд.}$$

Таким чином, загальна кількість виробничих робітників на даному СТО складає 8 осіб.

### 3.8 Визначення кількості постів зони ТО-1, ТО-2, ПР і ЩО

Роботи з ТО-1, ТО-2, ПР – виконуються на одних постах, тому для визначення мінімальної кількості постів зони ТО-1, ТО-2, ПР скористаємось формулою [8]:

$$\Pi = \frac{T_p \cdot K_p}{D_{\text{РР}} \cdot C \cdot t \cdot P \cdot K_{\text{вих}}}; \quad (3.24)$$

де  $T_p$  - річний об'єм робіт, люд.год;

$K_p$  - коефіцієнт резервування постів;

$D_{\text{РР}}$  - число робочих днів на рік;

$C$  - число робочих змін на добу;

$t$  - тривалість зміни, год;

$P$  - чисельність одночасно працюючих на одному посту, чел;

$K_{\text{вих}}$  - коефіцієнт використання робочого часу поста;

$$\Pi = \frac{13096 \cdot 1,3}{320 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,98} = 6,78$$

Для визначення кількості постів ЩО скористаємося формулою:

$$X_{\text{ЩО}} = \frac{\tau_{\text{ЩО}}}{R_{\text{ЩО}}}; \quad (3.25)$$
$$X_{\text{ЩО}} = \frac{20,5}{9,8} = 2$$

### 3.9 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень

Роботи з ТО-1, ТО-2 та ПР – виконуються на одних постах.

Визначення складу технічного обладнання.

Для повноцінного виконання всіх технологічних операцій у зоні поточного ремонту здійснено добір відповідного обладнання, перелік якого наведено в таблиці 3.9. Підбір проводився на основі каталогів спеціалізованого обладнання та інструменту, призначеного для автотранспортних підприємств.

Усі ремонтні пости в зоні ПР оснащені електромеханічними підйомниками, установками для зливу відпрацьованого мастила, а також системами для відведення вихлопних газів автомобілів.

Відповідне обладнання, необхідне для оснащення зони ПР, систематизовано та представлено в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Перелік спеціалізованого обладнання для зони ПР

№	Назва обладнання	Модель	Габаритні розміри, мм	Кількість, од	Сума рна площ а, м <sup>2</sup>
---	------------------	--------	-----------------------	---------------	---------------------------------

1	2	3	4	5	6
1	Верстак слюсарний	LAUNCH	1250×730	3	3.6
2	Пересувний стіл для інструменту	-	600×300	3	2.5
3	Ящик для ганчір'я		550×520	1	0,4
4	Візок для деталей	RAKETA-360	500×450	2	0,46
5	Електромеханічний підйомник	LAUNCH	3300×2000	7	51.45
6	Телескопічна гідравлічна стійка	ROTARY	500×500	3	1,5
7	Установка для зливу і відсмоктування мастила	TORIN TXG 2090	630×650	2	1.2
8	Шкаф для зберігання інструменту	-	1050×4900	2	0,92
9	Гідравлічний кран	TORIN T31002	1000×850	1	0,85
10	Гайковерт пневматичний	YATO	250×250	4	0.6
11	Щітка пневматична	TOPTUL	280×100	3	0.37
12	Солідолонагнітач	TORIN	400×120	2	0.2

Загальну площу, яку займає обладнання, визначимо шляхом підсумування площ усіх одиниць обл.

$$F_{обл} = 3.6 + 2.5 + 0.4 + 0.46 + 51.45 + 1,5 + 1.2 + 0.92 + 0.85 + 0.6 + 0.37 + 0.2 = 64.05 \text{ м}^2.$$

Для визначення площі виробничої дільниці скористаємось наступною формулою:

$$F = F_{\text{обл}} \cdot K_{\text{щ}}; \quad (3.27)$$

де  $F_{\text{обл}}$  - сумарна площа технологічного обладнання,  $\text{м}^2$ ;

$K_{\text{щ}}$  – коефіцієнт щільності розташування обладнання.

Сумарна площа технологічного обладнання становить  $64,05 \text{ м}^2$ . Коефіцієнт щільності розташування обладнання обираємо 8. Таким чином отримуємо:

$$F = 64,05 \cdot 8 = 512,4 \text{ м}^2.$$

Таким чином, розміри приміщення приймаємо  $20 \times 26 \text{ м}$ . Загальна площа приміщення складе  $506 \text{ м}^2$ .

Площа зони ЩО розраховується за формулою:

$$F_{\text{зи}} = f_a \cdot X_i \cdot K_{\text{щ}}; \quad (3.28)$$

де  $i$  - індекси відповідно зони ЩО;

$f_a$  - площа АТЗ або обладнання в плані;

$K_{\text{щ}}$  - коефіцієнт щільності,  $K_{\text{щ}}$ ;

$X$  - кількість постів.

$$F_{\text{ЩО}} = 6,96 \cdot 2 \cdot 14 = 200 \text{ м}^2$$

Площа автосалону розраховується за формулою:

$$(3.29)$$

$$F_A = N_{\text{авто}} \cdot S_{1\text{авт.сер}} \cdot K_{\text{щ}};$$

де  $N_{\text{авто}}$  - кількість автомобілів в салоні;

$S_{1\text{авт.сер}}$  - середня площа одного автомобіля  $S_{1\text{авт.сер}} = 6,96\text{м}^2$ ;

$K_{\text{щ}}$  - коефіцієнт щільності  $K_{\text{щ}} = 4$ .

$$F_A = 4 \cdot 6,96 \cdot 4 = 390\text{м}^2$$

Площа дільниць

Таблиця 3.10 – Площі дільниць

Позиція	Назва дільниці	Площа дільниці, м <sup>2</sup>
1	Офіс	110
2	Склад мастильних матеріалів	27
3	Склад запчастин	29
4	Шиномонтажна	55
5	Компресорна	6
6	Дизельна підстанція	12
7	Кладовка	11
8	Душова	14
9	Пральня	12
10	Роздягальня	14
11	Кафе	45
12	Щитова	10
13	Службове приміщення	12
14	Сходова клітка	14
15	Відділ замовлень	54
16	Охорона	14

Площа адміністративного-виробничого корпусу,  $F_{BK}$ , м<sup>2</sup>, обчислюється за формулою:

$$F_{BK} = F_0 + F_{ТОИПР} + F_A \cdot K_{\text{щ}}; \quad (3.30)$$

де  $F_d$  - площа ділянок,  $m^2$ ;

$F_{ТОіПР}$  - площа зони ТО і ПР;

$F_{AC}$  - площа автосалону;

$K_{щ}$  - коефіцієнт щільності;

$$F_{BK} = 451 + 506 + 390 \cdot 1,3 = 1750 m^2$$

Приймаємо корпус 53x32 м площею 1750  $m^2$ .

Площа складу нових автомобілів вираховується по формулі:

$$F_{CHA} = Z_{CHA} \cdot K_B \cdot S_{1авт.сер}; \quad (3.31)$$

де  $Z_{CHA}$  - кількість місць для відкритого зберігання,  $Z_{CHA} = 37$  ;

$K_B$  - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні,  $K_B = 3$ .

$$F_{CHA} = 37 \cdot 3 \cdot 6,96 = 784 m^2;$$

Площа відремонтованих автомобілів вираховується по формулі:

$$F_{BA} = Z_{BA} \cdot K_B \cdot S_{1авт.сер}; \quad (3.32)$$

$Z_{BA}$  - Кількість місць для відремонтованих автомобілів  $Z_{BA} = 10$ ;

$K_B$  - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні,  $K_B = 3$ .

$$F_{BA} = 10 \cdot 3 \cdot 6,96 = 210 m^2$$

Площа відкритого автосалону визначається по формулі:

$$(3.33)$$

$$F_{BAC} = Z_{BAC} \cdot K_B \cdot S_{1авт.сер};$$

де  $Z_{BAC}$  - кількість місць для відкритого автосалону,  $Z_{BAC}=11$ ;

$K_B$  - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні,  $K_B = 3$ .

$$F_{BAC} = 11 \cdot 3 \cdot 6,96 = 220 \text{ м}^2$$

Площа стоянки для працівників визначається по формулі:

$$F_{СДП} = Z_{СДП} \cdot K_B \cdot S_{1авт.прац}; \quad (3.34)$$

де  $Z_{СДП}$  - Кількість місць для відкритого автосалону;

$K_B$  - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні,  $K_B = 3$ ;

$$F_{СДП} = 11 \cdot 3 \cdot 6,98 = 224 \text{ м}^2$$

### 3.10 Розрахунок площі території

Площа території транспортної дільниці,  $F_{ТЕР}$ ,  $\text{м}^2$ , обчислюється за формулою:

$$F_{ТЕР} = \frac{F_{БК} + F_{ЦД} + F_{СНА} + F_{ВА} + F_{BAC} + F_{СДП}}{K}; \quad (3.35)$$

де  $K$  - коефіцієнт щільності забудови,  $K = 0,85$ .

$$F_{ТЕР} = \frac{1750 + 200 + 784 + 210 + 220 + 224}{0,85} = 3925 \text{ м}^2 \approx 0,39 \text{ га}$$

#### **4.ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПЛАНУВАННЯ СТО HYUNDAI (БОГДАН-АВТО)**

Характеристика території СТО.

Ділянка СТО має правильну геометричну форму, площа її складає 0,39 га. Ззовні, вдовж огорожі СТО, розташовується шумозахисна смуга зелених насаджень з одного ряду дерев та трав'яний газон завширшки 5 метра. Для забезпечення електроенергією, водою, газом, скидом дощових вод підприємство з'єднано з інженерними мережами.

Станція знаходиться в помірній зоні. Зима холодна, літо тепле. Середньодобова температура найбільш теплого місяця літа +19 С, а найбільш холодного місяця зими – 5 С. Максимальна температура літом + 30 С, а мінімальна зимою – 20 С. За даними метеорологічних спостережень переважаючий напрям вітру – західний.

#### Опис генерального плану

СТО має змішаний характер забудови, тобто основні виробничі підрозділи розміщені в основному адміністративно-виробничому корпусі, а окремо розміщено допоміжні споруди: мийка з комплексом очисних споруд, відкритий автосалон, склад нових автомобілів.

Вдovж огорожі в північній частині розташована відкрита стоянка для автомобілів працівників, а в центральній частині СТО знаходиться стоянка для відремонтованих автомобілів.

Ширина проїзної частини на території СТО складає 4-5 метра для одностороннього руху і 7-8 метрів для двостороннього. Для забезпечення протипожежних вимог на території забезпечений під'їзд пожежних автомобілів до будівель згідно встановлених нормативів. Зелені насадження розміщені по периметру залізобетонної огорожі шириною 5 метрів у вигляді газону і однорядної посадки дерев.

#### Об'ємно-планувальні рішення.

Основою для об'ємно-планувальних рішень будівель і споруд СТО є забезпечення оптимальних технологічних зв'язків між виробничими підрозділами підприємства. Будівництво проведено з уніфікованих залізобетонних конструктивних елементів заводського виготовлення (колони, ферми, балки, перекриття, плити) на основі уніфікованої сітки колон згідно ГОСТ 23837-79 .

#### Характеристика території виробничого корпусу.

Будівля головного виробничого корпусу має розміри 53\*32 метрів. Стінки, товщиною 0,5 метра, виконані з цегли, крок колон 6\*12 метрів. В південній частині корпусу знаходяться виробничі відділення, склади. в північній частині знаходяться допоміжні приміщення. Уздовж лівої бокової стінки розташована зона ТО та ПР. Освітлення виробничих відділень здійснюється крізь бокові вікна, а зони ТО і ПР – крізь верхні фонарі, що розташований по всій площині будівлі.

Висота приміщень від рівня підлоги до нижньої точки несучих конструкцій – 8,1 метра. Розміри зон ТО, ПР та виробничих і допоміжних приміщень прив'язані до технологічного процесу і конструктивного рішення виробничого корпусу.

## **5.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ**

## 5.1 Огляд реформ у світовій автомобільній галузі: стратегії зменшення викидів CO<sub>2</sub> та підвищення паливної ефективності

Автомобільна промисловість є основною складовою глобальної транспортної інфраструктури, проте її діяльність пов'язана з істотним екологічним навантаженням. Основні проблеми включають високі рівні парникових викидів, особливо CO<sub>2</sub>, та надмірне використання викопних енергоресурсів. У відповідь на ці виклики, урядові структури, міжнародні інституції та самі автовиробники вживають заходів, спрямованих на екологічну модернізацію галузі.

### Норми регулювання викидів

Уряди різних країн впроваджують жорсткі регуляторні рамки, які встановлюють граничні значення для викидів шкідливих речовин. Одним з провідних прикладів є європейський стандарт Євро-6, запроваджений у 2014 році. Він регламентує викиди оксидів азоту, вуглекислого газу, вуглеводнів та твердих часток, стимулюючи використання передових систем фільтрації й очищення, зокрема SCR-систем і вдосконаленої рециркуляції вихлопних газів.

У США діють норми CAFÉ (Corporate Average Fuel Economy), що передбачають поступове підвищення середньої паливної ефективності транспортних засобів. Вони спонукають автовиробників удосконалювати двигуни та зменшувати енергоспоживання в рамках усієї продуктової лінійки.

### Електрифікація автопарку

Один із ключових напрямів екологізації — активне впровадження електротранспорту. Електромобілі (EV) функціонують завдяки електродвигунам і живляться від акумуляторів, які заряджаються від зовнішніх джерел. Якщо електроенергія походить з відновлюваних джерел, такий транспорт є майже безвикидним.

Гібридні моделі (HEV) поєднують переваги ДВЗ і електродвигуна, що дозволяє зменшити споживання палива та викиди, особливо в умовах міського циклу руху.

Задля підтримки розвитку електромобільності активно розбудовується інфраструктура зарядних станцій. Завдяки швидкій зарядці та розширенню мережі споживачі менше хвилюються через обмежений пробіг.

### Технології полегшення конструкцій та аеродинаміки

Зменшення маси авто — ще один ефективний шлях до підвищення паливної економічності. Матеріали на зразок алюмінію, магнію, титану та композитів дають змогу знижувати вагу без шкоди для міцності. Водночас вдосконалення аеродинаміки — завдяки активним елементам кузова, інтегрованим спойлерам та обтічникам — мінімізує опір повітря.

### Модернізація ДВЗ

Хоча електромобілі набирають популярності, традиційні ДВЗ продовжують вдосконалювати. Технології, як-от турбонаддув, пряме впорскування пального, системи старт-стоп та рекуперація енергії, сприяють підвищенню ефективності згорання, зменшенню споживання пального та викидів.

### Альтернативні палива

Інноваційним напрямом є впровадження водневих паливних елементів і біопалива. Водень забезпечує великі відстані при відсутності шкідливих викидів, тоді як біопаливо, вироблене з органічної сировини, може використовуватись з мінімальними модифікаціями ДВЗ і вважається кліматично нейтральним.

## 5.2 Шляхи підвищення паливної ефективності транспортних засобів

### Вплив тиску в шинах

Один із простих, але важливих факторів — правильний тиск у шинах. Недостатній тиск призводить до надмірного зносу бокових частин протектора, перегріву та підвищення опору коченню. Це спричиняє додаткову витрату палива й може стати причиною передчасного зносу елементів підвіски.

Надлишковий тиск, навпаки, концентрує навантаження в центрі протектора, погіршуючи зчеплення та амортизаційні властивості, що негативно впливає на комфорт і безпеку.

### Оптимізація швидкісного режиму

Економічний режим швидкості дозволяє зменшити витрату палива за збереження ефективності руху. Для більшості легкових автомобілів оптимальна швидкість становить 50–90 км/год. У цьому діапазоні опір повітря помірний, а двигун працює в зоні оптимальної ефективності — 2000–3000 об./хв для бензинових та 1500–2500 об./хв для дизельних двигунів.

Застосування принципів економного водіння сприяє зниженню витрат, підвищує надійність транспортного засобу та зменшує негативний вплив на навколишнє середовище.

### 5.3 Покращення технічного обслуговування автомобіля

Технічне обслуговування (ТО) є системою регламентованих дій, спрямованих на підтримку працездатності транспортного засобу. Для автомобіля Hyundai Accent регулярне та якісне обслуговування відіграє вирішальну роль у забезпеченні стабільної роботи двигуна, зменшенні витрат палива, зниженні викидів шкідливих речовин та загальному подовженні строку служби автомобіля.

Hyundai Accent, як і більшість сучасних автомобілів, має рекомендовані виробником інтервали обслуговування, які залежать від умов експлуатації. Проте з урахуванням кліматичних, дорожніх та паливних умов в Україні доцільно проводити обслуговування частіше, ніж вказано у сервісній книжці

Запропоновані заходи з удосконалення технічного обслуговування.

На основі аналізу несправностей, що впливають на витрату палива, пропонується низка технологічних заходів для підвищення ефективності технічного обслуговування Hyundai Accent:

- Оптимізація графіка технічного обслуговування;

Рекомендується впровадити адаптивний графік ТО, що враховує реальні умови експлуатації автомобіля. Наприклад, у міських умовах доцільно скоротити інтервали заміни моторного мастила з 15 000 до 10 000 км.

- Регулярна діагностика електронної системи керування двигуном;

За допомогою OBD-II-сканера здійснювати перевірку помилок, зчитування параметрів роботи ДВЗ, оцінку даних з датчиків, зокрема кисневого датчика та MAF-сенсора.

- Покращене обслуговування паливної системи;

Використання паливних присадок для очищення форсунок та регулярна заміна паливного фільтра кожні 20–30 тис. км.

- Покращення якості повітряної фільтрації;

Встановлення фільтрів підвищеної ефективності, наприклад, із вугільною просочкою, для зменшення навантаження на двигун і покращення згоряння пального.

- Контроль тиску в шинах;

Регулярне вимірювання тиску та підтримання його на рекомендованому рівні (близько 2,2 бар), що знижує опір коченню і сприяє економії пального.

- Використання моторного мастила з низькою в'язкістю;

Сучасні синтетичні мастила класу SAE 5W-30 або 5W-20 зменшують внутрішні втрати енергії в двигуні.

- Періодична перевірка та калібрування системи запалювання;

Особливу увагу слід приділяти стану свічок запалювання — їх слід замінювати через кожні 30–40 тис. км.

Середня вартість обслуговування Hyundai Accent на СТО «Богдан-Авто» така:

- Моторна олива 5W-30 (4 л, MOBIS): 2000 грн
- Масляний фільтр MOBIS (26300-35505): 450 грн
- Паливний фільтр BOSCH (1 457 434 511): 1025 грн
- Повітряний фільтр: від 400 грн
- Фільтр салону: від 350 грн
- Передні гальмівні колодки MEYLE: 1500 грн
- Задні гальмівні колодки KAVO: 1200 грн
- Гальмівні диски (комплект): від 2200 грн
- Гальмівна рідина DOT-4 (1 л): від 600 грн
- Свічки запалювання (комплект): від 800 грн
- Ремінь ГРМ: від 3300 грн

#### 5.4 Оптимізація водіння

Оптимізація водіння автомобіля Hyundai Accent полягає у впровадженні раціональних звичок керування, що дозволяють зменшити витрату пального, знизити знос основних вузлів та підвищити загальну ефективність експлуатації транспортного засобу.

Одним із ключових чинників є манера водіння. Водій, який уникає різких стартів і гальмувань, підтримує стабільну швидкість та своєчасно перемикає передачі, досягає кращої економічності. Для Hyundai Accent оптимально утримувати оберти двигуна в межах 2000–3000 об/хв, що дозволяє забезпечити достатню тягу без перевантаження силового агрегату.

Якщо ви зазвичай споживаєте 8 л/100 км при швидкості 120 км/год, зниження швидкості до 90 км/год може знизити споживання до 6 л/100 км. При щорічному пробігу в 20,000 км, економія складе близько 400 літрів палива. За середньою ціною палива 56 грн/літр, економія становитиме близько 22400 грн на рік.

Своєчасне перемикання передач на механічній коробці передач також відіграє важливу роль. Якщо затримуватися на низьких передачах, двигун працює у неефективному режимі, що підвищує витрату пального. У той же час передчасне

перемикання на вищу передачу може призвести до зниження потужності і підвищення навантаження.

Не менш важливим чинником є уникнення тривалих періодів холостого ходу. Двигун, який працює на місці більше ніж 1–2 хвилини, марно витрачає паливо, не виконуючи жодної корисної роботи. Найкраще починати рух одразу після запуску двигуна, якщо технічний стан автомобіля дозволяє це зробити без ризику.

### 5.5 Збереження маси автомобіля

Мінімізація навантаження у Hyundai Accent може мати істотний вплив на паливну ефективність. Вага автомобіля безпосередньо впливає на кількість енергії, необхідної для його руху, тому зменшення непотрібного вантажу може допомогти знизити витрати палива.

За даними Агентства з охорони навколишнього середовища, додавання 50 кілограмів ваги може знизити паливну економічність автомобіля на 1-2%. Це означає, що навіть невелике збільшення ваги може мати значний вплив на споживання палива, особливо в умовах міського циклу з численними зупинками та стартами.

Розрахунки. Давайте розглянемо приклад.

Початкові дані:

Середнє споживання палива Hyundai Accent : 7 л/100 км.

Щорічний пробіг: 20,000 км.

Вартість палива: 56 грн/літр.

Додаткова вага: 50 кг.

Розрахунок впливу додаткової ваги.

Без додаткової ваги. [15]

Річне споживання палива:

$$20000\text{км} \div 100\text{км} \times 7\text{л} = 1400\text{л}$$

Річна вартість палива:

$$1400 \text{ л} \times 56 \text{ грн/л} = 78400 \text{ грн}$$

З додатковою вагою (зниження ефективності на 2%).

Нове споживання палива:

$$7 \text{ л} \times 1.02 = 7.14 \text{ л/100 км}$$

Річне споживання палива з вагою:

$$20000 \text{ км} \div 100 \text{ км} \times 7.14 \text{ л} = 1428 \text{ л}$$

Річна вартість палива з вагою:

$$1428 \text{ л} \times 56 \text{ грн/л} = 79968 \text{ грн}$$

Різниця у вартості палива:

$$79968 \text{ грн} - 78400 \text{ грн} = 1568 \text{ грн}$$

За рік ви можете зекономити 1568 грн, просто зменшивши вагу вашого автомобіля на 50 кг. Це підкреслює значення регулярного перегляду та очищення багажного відділення від непотрібних речей.

## 5.6 Контроль тиску в шинах

Правильний тиск в шинах є критично важливим для безпеки, довговічності шин, а також для паливної економічності автомобіля Hyundai Accent. Недостатній або надмірний тиск у шинах може призвести до нерівномірного зносу, зниження управління

автомобілем та збільшення споживання палива.

Недостатній тиск у шинах збільшує опір коченню, що означає, що двигун має працювати сильніше, щоб перемістити автомобіль, збільшуючи споживання палива. За даними, підтримання правильного тиску в шинах може покращити вашу паливну економію на 0.6%–3%.

Розрахунки економії.

Припустимо, що Hyundai Accent споживає в середньому 7 літрів на 100 км при правильному тиску в шинах.

Без оптимізації тиску в шинах. Недостатній тиск може збільшити споживання палива на 3%. Це збільшує споживання палива до приблизно 7.21 л/100 км.

Розрахунок вартості.

При щорічному пробігу 20000 км, збільшення споживання палива становить:

$$20000 \text{ км} \div 100 \text{ км} \times 7.21 \text{ л} = 1442 \text{ л}$$

При ціні палива 56 грн/літр, це становить:

$$1442 \text{ л} \times 56 \text{ грн/л} = 80752 \text{ грн}$$

З правильним тиском у шинах.

Загальне споживання палива за рік:

$$20000 \text{ км} \div 100 \text{ км} \times 7 \text{ л} = 1400 \text{ л}$$

Вартість палива:

1400 л×56 грн/л=78400 грн

Економія:

80752 грн–78400 грн=2352грн

Перевірте тиск регулярно. Рекомендується перевіряти тиск в шинах щонайменше один раз на місяць і перед довгими поїздками.

Використовуйте точний манометр. Недостовірні манометри на заправних станціях можуть давати неточні показання.

Перевіряйте тиск при "холодних" шинах: Найкращий час для перевірки тиску – це коли шини "холодні", тобто автомобіль не використовувався мінімум 3 години. [12]

## 5.7 Використання якісних паливно-мастильних матеріалів

Якісні мастильні матеріали для двигуна.

Підвищення паливної ефективності.

Синтетичні мастила забезпечують краще змащення при низьких та високих температурах, зменшуючи внутрішнє тертя у двигуні. Це може покращити паливну ефективність на 1-5%, залежно від умов експлуатації та стану двигуна.

Якісні мастильні матеріали можуть допомогти знизити знос і корозію компонентів двигуна, що приводить до довшого терміну служби і зниження витрат на ремонт. [19]

Шини з оптимізованим опором коченню можуть покращити паливну ефективність на 3-4%. Вибір шин з низьким опором коченню є критично важливим для зниження витрат палива.

Якісні шини забезпечують краще зчеплення з дорогою, знижуючи гальмівний шлях і покращуючи управління, особливо в непростих погодних умовах.

Розрахунки економії. Hyundai Accent має середнє споживання палива 7 літрів на 100

км, і ви їздите 20,000 км на рік.

Без використання оптимізованих технологій річне споживання палива:

$$20\,000 \text{ км} \times 7 \text{ л/100 км} = 1400 \text{ л}$$

Вартість палива (за ціною 56 грн/літр):

$$1\,400 \text{ л} \times 56 \text{ грн/л} = 78400 \text{ грн}$$

З покращенням паливної ефективності на 4% завдяки якісним шинам і мастилам:

Нове споживання палива:

$$7 \text{ л} \times 0.96 = 6.72 \text{ л/100 км}$$

Річне споживання палива:

$$20,000 \text{ км} \times 6.72 \text{ л/100 км} = 1344 \text{ л}$$

Вартість палива:

$$1344 \text{ л} \times 56 \text{ грн/л} = 75264 \text{ грн}$$

Економія:

$$78400 \text{ грн} - 75264 \text{ грн} = 3136 \text{ грн на рік}$$

Ці розрахунки демонструють, як інвестиції у якісні мастильні матеріали та шини можуть призвести до значних економій у витратах на паливо, а також забезпечити більш безпечне та комфортне водіння. Результати перенесені в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Техніко-економічне обґрунтування

Параметр	Без змін	З додатковими факторами	Різниця Економія /
----------	----------	-------------------------	--------------------

1. Вплив додаткової ваги (50 кг)			
Споживання палива, л/100 км	7.00	7.14	+0.14 л/100 км
Річне споживання палива, л	1400	1428	+28 л
Річна вартість палива, грн	78 400	79 968	+1 568 грн
2. Неправильний тиск у шинах			
Споживання палива, л/100 км	7.00	7.21	+0.21 л/100 км
Річне споживання палива, л	1400	1442	+42 л
Річна вартість палива, грн	78 400	80 752	+2 352 грн
3. Якісні шини та мастильні матеріали			
Споживання палива, л/100 км	7.00	6.72	-0.28 л/100 км
Річне споживання палива, л	1400	1344	-56 л
Річна вартість палива, грн	78 400	75 264	-3 136 грн

## 6. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

## 6.1 Застосування підходу для апроксимації даних, отриманих в ході експериментів

На основі аналізу даних, наведених у наукових дослідженнях, для встановлення зв'язку між витратами палива та різними технічними характеристиками автомобіля було застосовано метод найменших квадратів. Цей статистичний метод дає змогу наближено описати експериментальні дані за допомогою квадратичної моделі. Такий підхід дозволяє точно відобразити залежності між змінними й ефективно використовувати їх для передбачення рівня витрат палива на основі змін інших параметрів.

$$y = ax^2 + bx + c \quad (6.1)$$

Коефіцієнти  $a$ ,  $b$  та  $c$  зазначеного рівняння були визначені на основі умови досягнення мінімального значення функції:

$$Q(a, b, c) = \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i^2 + bx_i + c))^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i^2 - bx_i - c)^2 \quad (6.2)$$

Умови досягнення мінімального значення функції були виражені через систему рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{\partial Q}{\partial a} = 2 \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i^2 - bx_i - c) \cdot (-x_i^2) = -2 \sum_{i=1}^n (x_i^2 y_i - ax_i^4 - bx_i^3 - cx_i^2) = 0 \\ \frac{\partial Q}{\partial b} = 2 \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i^2 - bx_i - c) \cdot (-x_i) = -2 \sum_{i=1}^n (x_i y_i - ax_i^3 - bx_i^2 - cx_i) = 0 \\ \frac{\partial Q}{\partial c} = 2 \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i^2 - bx_i - c) \cdot (-1) = -2 \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i^2 - bx_i - c) = 0 \end{cases} \quad (6.3)$$

За результатами трансформацій, формулюється система з трьох лінійних рівнянь, кожне з яких містить три невідомі змінні:

$$\begin{cases} \alpha \sum_{i=1}^n x_i^4 + b \sum_{i=1}^n x_i^3 + c \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i \\ \alpha \sum_{i=1}^n x_i^3 + b \sum_{i=1}^n x_i^2 + c \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \alpha \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i + cn = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases} \quad (6.4)$$

В результаті розв'язання цієї системи визначаються значення параметрів  $a$ ,  $b$  та  $c$ . Для оцінки точності апроксимації використовується коефіцієнт детермінації, формула якого визначається наступним чином:

$$R^2 = 1 - \frac{SS_{res}}{SS_{tot}} \quad (6.5)$$

Сума квадратів різниць між спостережуваними та прогнозованими значеннями у регресійній моделі:

$$SS_{res} = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Реальні та обчислені значення змінної пояснюються:

$$y_i, \hat{y}_i$$

Загальний показник квадратів суми:

$$SS_{tot} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2$$

## 6.2 Аналіз початкових даних для дослідження

Апаратура та методика проведення випробувань.

У рамках дослідження було виконано вимірювання паливної витрати для шести

типів великогабаритних комерційних транспортних засобів відповідно до вимог стандартів WTVC і СНТС. До складу випробувального автопарку також входив легковий автомобіль. [7]

Об'єктом експериментального аналізу стали такі напрямки:

- Дослідження особливостей транспортних маршрутів у межах міста Івано-Франківськ
- Спостереження за коливаннями атмосферного тиску та температури в Івано-Франківську протягом періоду з 1 січня до 30 листопада 2024 року.
- Аналіз статистики щодо виникнення технічних несправностей у транспортних засобах.
- Визначення характерних швидкісних режимів при реальній експлуатації автомобілів.

Автомобіль Hyundai Accent 1.6 MPI (модель 2015 року, див. рисунок 6.1) споряджений рядним, атмосферним 4-циліндровим двигуном та 5-ступеневою механічною трансмісією.



Рис. 6.1. Автомобіль Hyundai Accent 1.6 MPI

### 6.3 Дослідження впливу зовнішніх природних факторів на витрату пального транспортним засобом під час експлуатації

На рисунках 6.2–6.4 подано графічні матеріали, які демонструють динаміку змін температурного режиму, кількості опадів, довжини світлового дня та сили вітру за період спостереження. Дані усереднені для наочності тенденцій.

Температура повітря протягом року змінюється за синусоподібною залежністю, що є характерним для сезонного кліматичного циклу. Атмосферний тиск, у свою чергу, проявляє сталість і практично не зазнає суттєвих коливань — середнє значення утримується в межах 99,3 кПа.

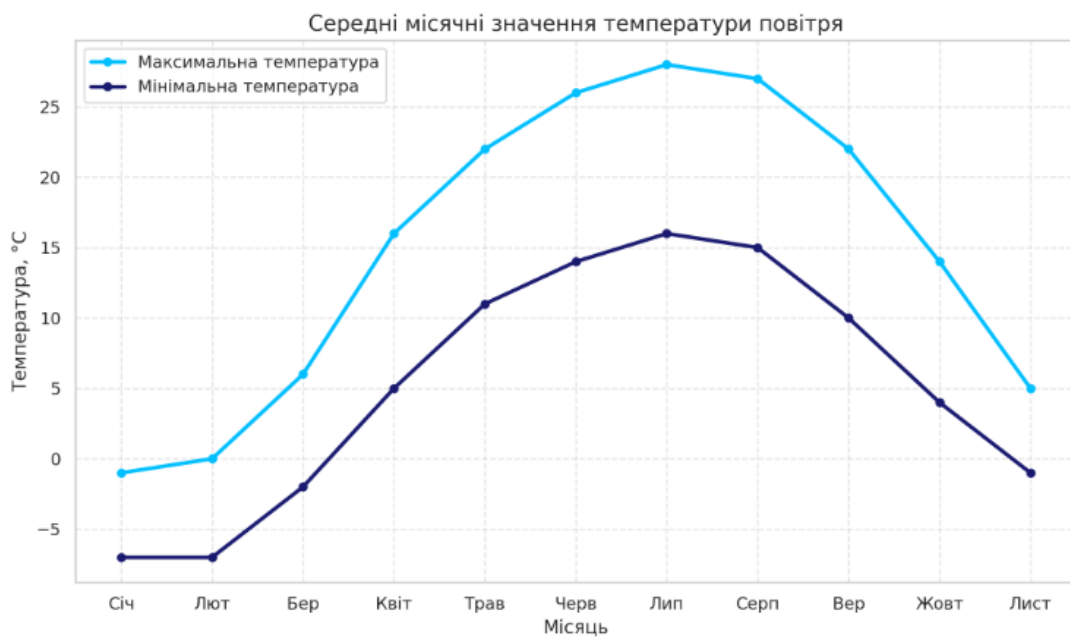


Рис. 6.2. Діаграма коливань температури навколишнього середовища в місті Івано-Франківськ протягом обраного дослідницького періоду (вказано в градусах Цельсія).

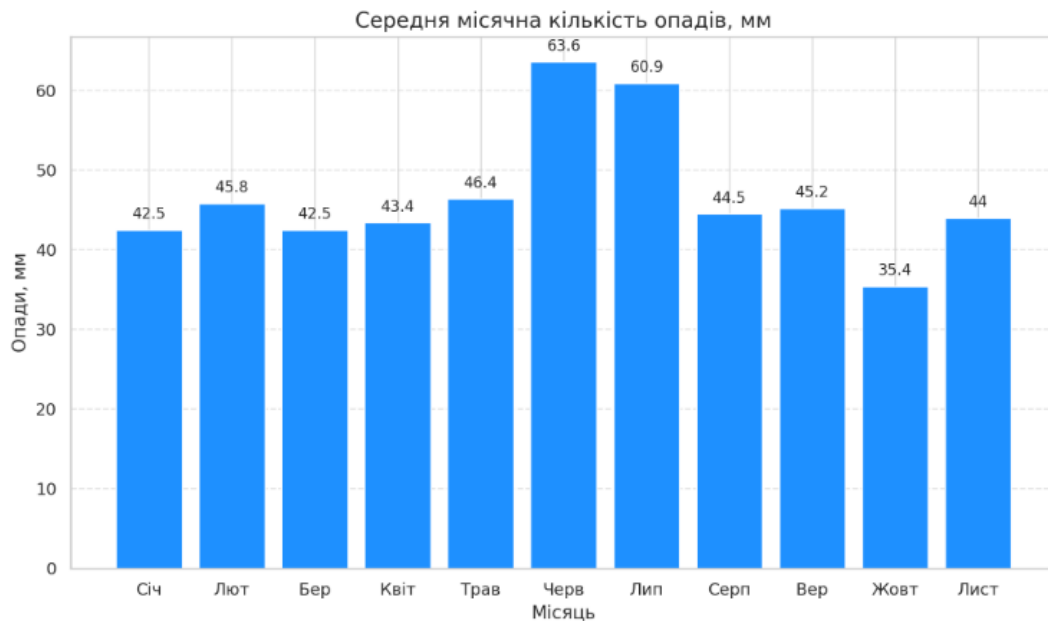


Рис. 6.3. Діаграма коливань кількості опадів у місті Івано-Франківськ протягом визначеного дослідницького періоду (вказано в міліметрах).

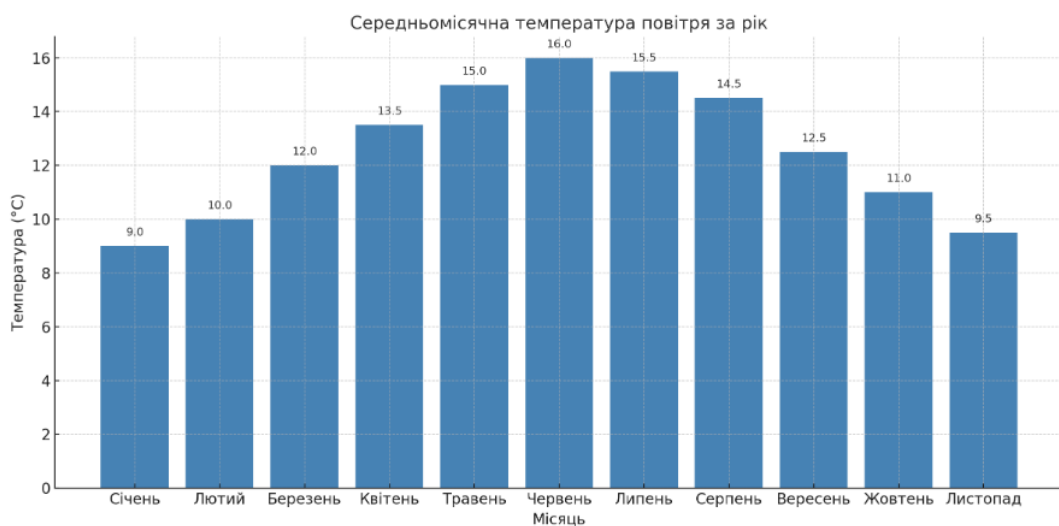


Рис. 6.4. Діаграма змін тривалості світлового дня у місті Івано-Франківськ протягом аналізованого періоду (в годинах)

Температурні коливання в межах дослідження становлять від  $-13$  до  $+26$  °C. Отримані результати подано у таблиці 6.1 та на рисунку 6.2 У таблиці 6.1 наведено поліномітичні залежності, які описують взаємозв'язок між обсягами споживання палива та температурою зовнішнього повітря в межах міста [4].

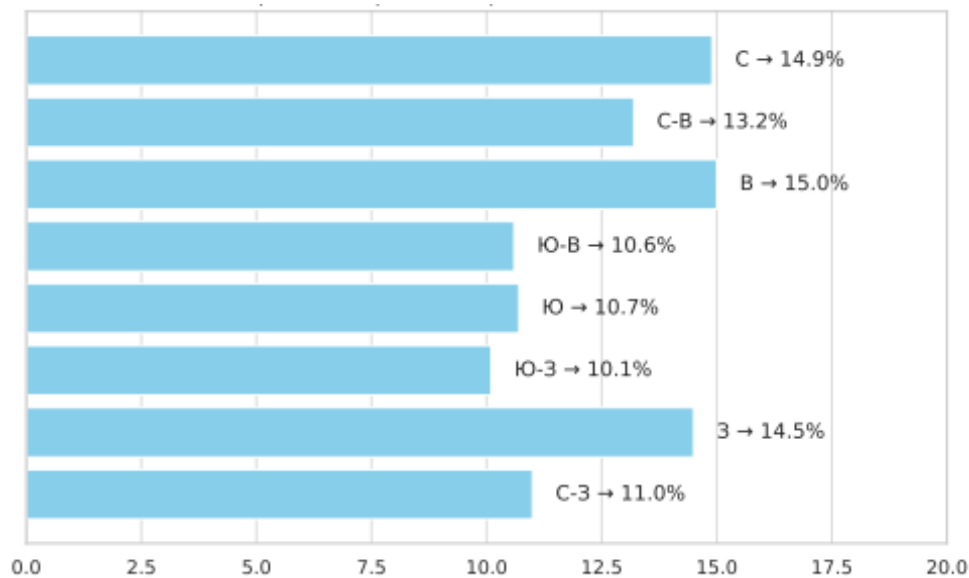


Рис. 6.5. Діаграма змін швидкості та інтенсивності вітру з усередненими показниками за період дослідження у місті Івано-Франківськ (вказано у відсотках).

Таблиця 6.1. Вплив температурного режиму навколишнього середовища на ефективність використання палива автомобілем в умовах експлуатації

Температура, °С	Витрата палива в л/100 км	Температура, °С	Витрата палива в л/100 км	Температура, °С	Витрата палива в л/100 км
-13	9.97	1	7.1	14	5.67
-12	9.82	2	7.1	15	5.58
-11	9.51	3	6.99	16	5.45
-9	9.4	4	6.92	17	5.9
-8	9.36	5	5.91	18	5.89
-7	9.26	6	6.55	19	6.12
-6	8.3	7	6.3	20	6.65
-5	8.78	8	6.25	21	6.7
-4	8.3	9	6.14	22	6.98
-3	8.1	10	6.12	23	7.4
-2	8.12	11	6.05	24	7.34
-1	7.9	12	5.99	25	8.12
0	7.2	13	5.8	26	8.24

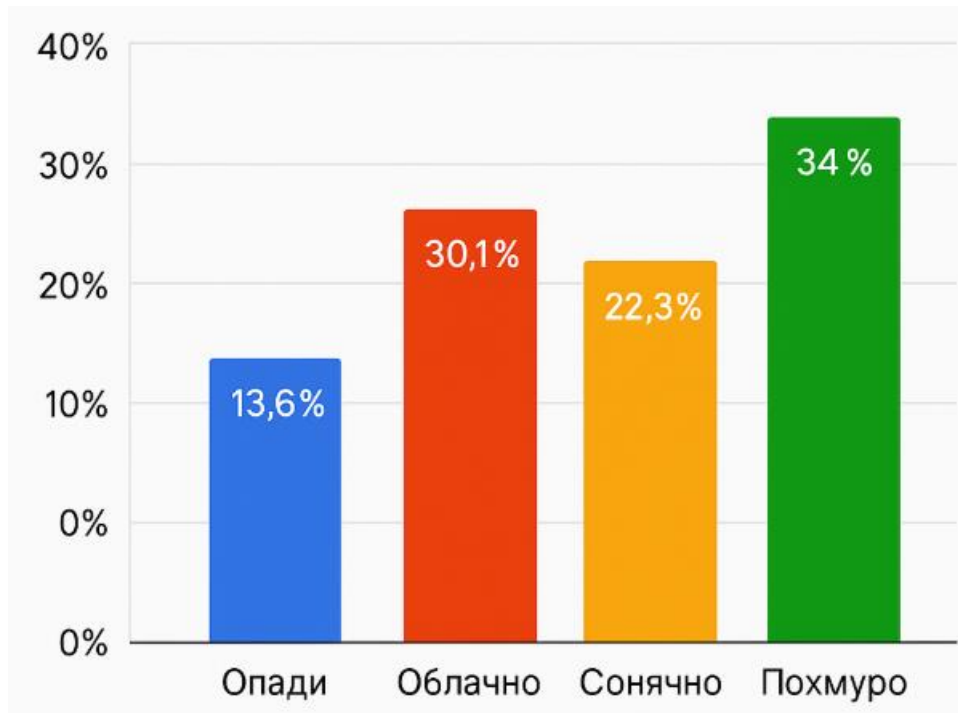


Рис. 6.6. Діаграма змін ймовірності випадання опадів протягом аналізованого періоду.

На рисунках 6.7 та 6.8 зображено графічне представлення умов, за яких експлуатувався транспортний засіб. Зокрема, показано параметри руху, такі як швидкість, маршрут пересування та зміни висоти місцевості.

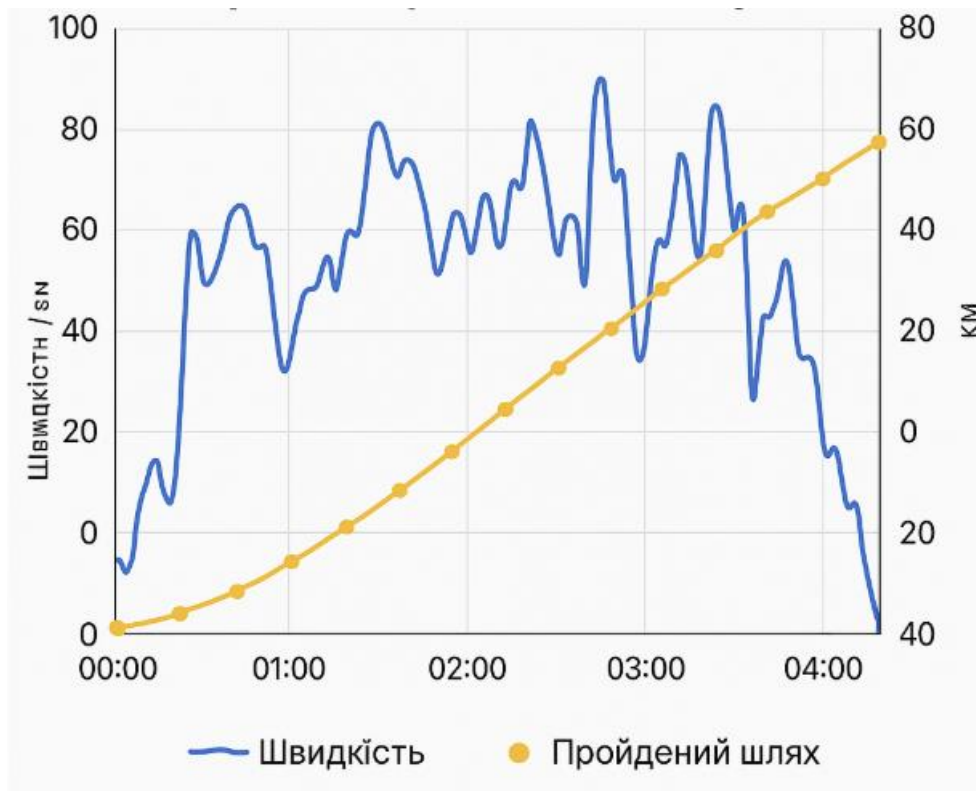


Рис. 6.7. Графічне відображення швидкостей руху та пройденої дистанції автомобіля.

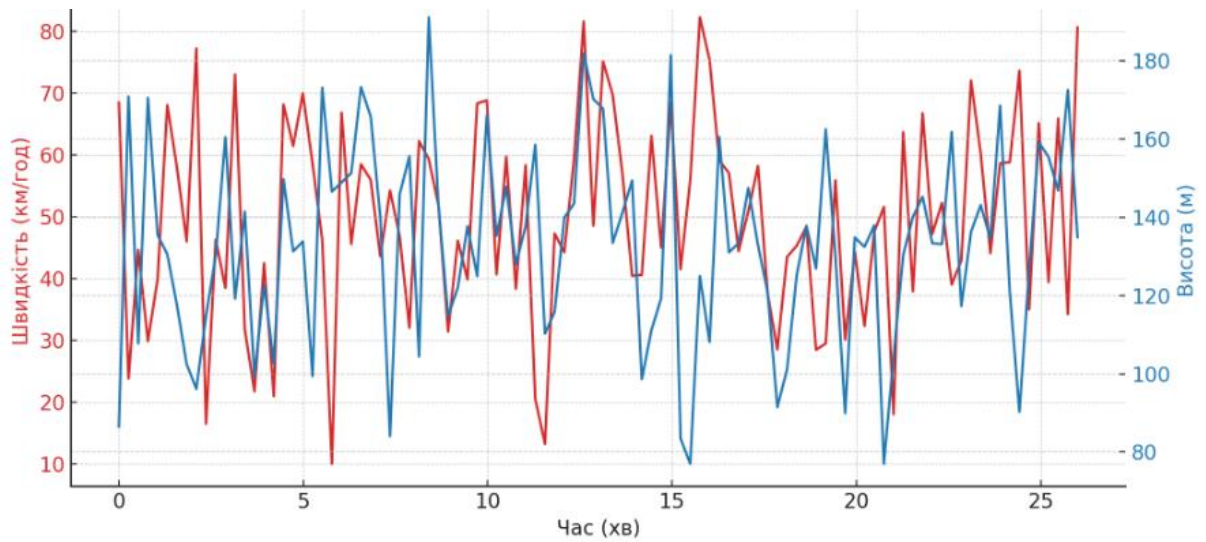


Рис. 6.8. Динамічна характеристика змін рельєфу маршруту у взаємозв'язку зі швидкісними режимами автомобіля.

На рисунку 6.9 зображено графік, що ілюструє зміну витрати палива залежно від температури зовнішнього середовища. Відповідні поліноміальні рівняння, які описують цю залежність, наведено в таблиці 6.2.

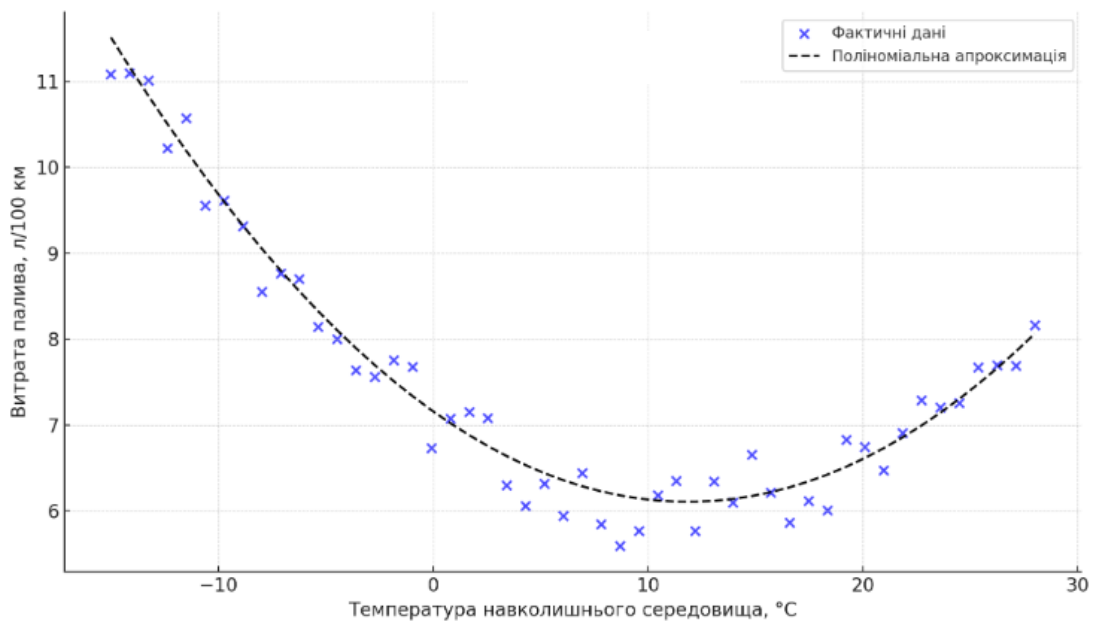


Рис. 6.9. Графічне відображення зміни витрати палива легкового автомобіля залежно від температури зовнішнього повітря під час його експлуатації. [7]

Таблиця 6.2. Поліноміальні рівняння, що описують взаємозв'язок між витратою пального та температурними умовами навколишнього

Рівняння	Точність апроксимації	$Q_{s0}$	$\frac{c}{Q_{s0}}$
$Q_s(t) = 0,0083t^2 - 0,1891t + 7,315$	0,8952	5,41	1,035

Проведений аналіз отриманих рівнянь показав, що значення коефіцієнтів а і b мають незначну різницю між собою. Водночас коефіцієнт с виявляється пов'язаним із початковою витратою пального  $Q_{s0}$ , що характерна для експлуатації транспортного засобу на визначеному маршруті. У середньому ці показники перевищують нормативні значення на 1,15–1,45%, що свідчить про систематичність таких відхилень та необхідність врахування їх у подальших розрахунках.

Отже, узагальненою формою математичної моделі, яка описує залежність витрати пального автомобілем від температури зовнішнього середовища в умовах реальної експлуатації, є наступний вираз:

$$Q_s(t) = 0,0083t^2 - 0,1891t + 1,037Q_{s0} \quad (6.6)$$

Для врахування впливу температури зовнішнього середовища на лінійну витрату палива використовується коефіцієнт коригування  $k_t$ , який визначається за наступною формулою:

$$k_t = \frac{0,0083t^2 - 0,1891t + 1,037Q_{s0}}{Q_{s0}} = 1,037 + \frac{0,0083t^2 - 0,1891t}{Q_{s0}} \quad (6.7)$$

Розрахунок витрати пального під час експлуатації автомобіля в межах заданого температурного діапазону зовнішнього середовища здійснюється за наступним виразом:

$$Q_s(t) = Q_{s0} \cdot k_t \quad (6.8)$$

У таблиці 6.3 наведено результати розрахунків витрати пального відповідно до рівняння (6.8). Також подано значення коефіцієнтів коригування, що були визначені для

різних температур зовнішнього середовища, а також коефіцієнти детермінації, які характеризують точність моделювання згідно з рівняннями (6.6) та (6.8).

Табл. 6.3. Розраховані значення коефіцієнтів коригування витрати пального автомобіля залежно від температури наколишнього середовища.

t	$Q_{S \text{ екс}}$	$Q_s(t)$	$k_t$	$Q_{s0} \cdot k_t$
-13	9.97	10.705	2.015	10.69
-12	9.82	10.31	1.943	10.27
-11	9.51	10.01	1.878	10.11
-10	9.4	9.66	1.755	9.14
-9	9.36	9.4	1.698	9.26
-8	9.1	9.15	1.643	8.77
-7	8.96	8.79	1.617	8.47
-6	8.7	8.51	1.549	8.38
-5	8.38	8.29	1.492	8.06
-4	8.1	8.05	1.455	7.85
-3	8.02	7.96	1.435	7.6
-2	7.9	7.84	1.375	7.5
-1	7.7	7.35	1.358	7.42
0	7.15	7.12	1.304	6.95
1	7.1	6.96	1.298	6.91
2	7.1	6.83	1.279	6.83
3	6.99	6.69	1.254	6.65
4	6.92	6.57	1.23	6.56
5	6.9	6.45	1.291	6.37
6	6.55	6.3	1.196	6.36
7	6.51	6.18	1.174	6.17
8	6.25	6.21	1.165	6.21
9	6.28	6.16	1.143	6.22
10	6.1	6.11	1.145	6.11
11	5.99	6.1	1.145	6.1
12	5.96	6.09	1.144	6.1
13	5.85	6.17	1.159	6.15
14	5.68	6.19	1.149	6.12
15	5.45	6.23	1.168	6.07
16	5.4	6.2	1.166	6.01
17	5.89	6.35	1.195	6.23
18	5.9	6.48	1.203	6.29
19	6.25	6.62	1.236	6.49
20	6.65	6.7	1.243	6.45
21	7.0	6.86	1.258	6.47
22	7.12	7.01	1.273	7.12
23	7.41	7.21	1.306	7.21

24	7.52	7.41	1.337	7.23
25	7.6	7.6	1.356	7.25
26	8.24	7.66	1.425	7.6

6.4 Оцінка впливу тривалості експлуатації автомобіля на рівень споживання пального під час його використання

Під час дослідження впливу технічного стану транспортного засобу на рівень витрат пального було підтверджено основну гіпотезу: за однакових умов експлуатації нові автомобілі витрачають менше пального, ніж транспортні засоби зі значним пробігом. Для підтвердження цієї залежності було проведено аналіз щомісячного споживання пального на сталому маршруті. Результати дослідження наведено у таблиці 6.4 та відображено на рисунку 6.10.

Таблиця 6.4. Дані про витрату пального (л/100 км) автомобілями протягом п'яти місяців

№ групи	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень
1 (понад 300 тис км)	9,71	9,38	9,18	9,09	8,97
2 (220–300 тис км)	9,32	9,28	9,01	8,98	8,84
3 (150–220 тис км)	9,15	9,18	8,93	8,76	8,68
4 (100–150 тис км)	7,09	7,03	6,29	6,00	6,27
5 (60–100 тис км)	6,83	6,71	6,20	5,84	6,18
6 (до 60 тис км)	5,85	5,71	5,45	5,63	5,77

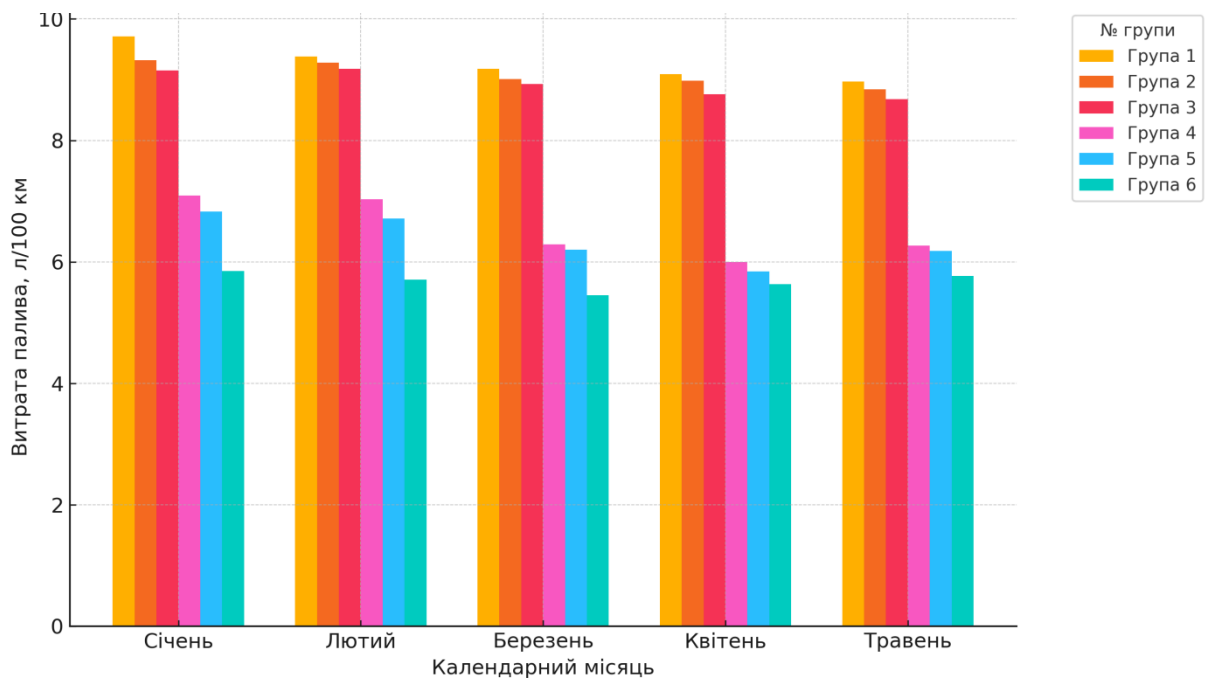


Рис. 6.10. Дані про витрату пального автомобілями з досліджуваних груп протягом п'яти місяців.

Як видно з результатів, наведених на рисунку 6.10, спостерігається чітка тенденція збільшення витрати пального зі зростанням строку експлуатації транспортного засобу. Така залежність вказує на необхідність глибшого аналізу ймовірнісних закономірностей, що могли б точно описати зміну цього показника. З цією метою дані про витрату пального було впорядковано та згруповано відповідно до тривалості експлуатації автомобілів у помісячному розрізі. Узагальнені результати аналізу наведено в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5. Дані про витрату пального легковим автомобілем в залежності від тривалості експлуатації (у місяцях).

Місяців в експлуатації	Пробіг, км	Витрата палива, л/100 км
0	0	5,67
6	10000	5,73
12	20000	5,82
18	30000	6,37
24	40000	6,79
30	50000	7,25
36	60000	7,19
42	70000	8,11
48	80000	8,75
54	90000	9,05

60	100000	7,13
66	110000	7,09
72	120000	7,44
78	130000	7,62
84	140000	7,89
90	150000	8,12
96	160000	8,20
102	170000	8,34
108	180000	8,65
114	190000	7,15
120	200000	7,36
126	210000	8,17
132	220000	8,59
138	230000	8,43
144	240000	9,42
150	250000	9,34
156	260000	7,87
162	270000	7,45
168	280000	7,93
174	290000	8,37

Таблиця 6.6. Поліноміальні моделі визначення витрати палива автомобіля в залежності від тривалості його експлуатації

Рівняння	Точність апроксимації	$Q_{s0}$	$Q_s(0) - Q_{s0}$	$\Delta Q_s$
0–90000 км (до 4,5 років терміну) пробігу експлуатації автомобіля $Q_s(T_e) = -0,00011 \cdot T_e^2 + 0,076 \cdot T_e + 5,43$	0,9851	5,63	0,33	0,61
90000–180000 км (4,5–9 років терміну) пробігу експлуатації автомобіля $Q_s(T_e) = -0,00019 \cdot T_e^2 + 0,061 \cdot T_e + 3,92$	0,9903	7,01	1,72	0,81
180000–250000 км (9–12,5 років терміну) пробігу експлуатації автомобіля $Q_s(T_e) = 0,08 \cdot T_e - 2,18$	0,9781	7,12	1,84	0,71
Понад 250000 км (понад 10 років терміну) пробігу експлуатації автомобіля $Q_s(T_e) = 0,0012 \cdot T_e^2 - 0,308 \cdot T_e + 28,10$	0,9839	7,29	1,95	0,87

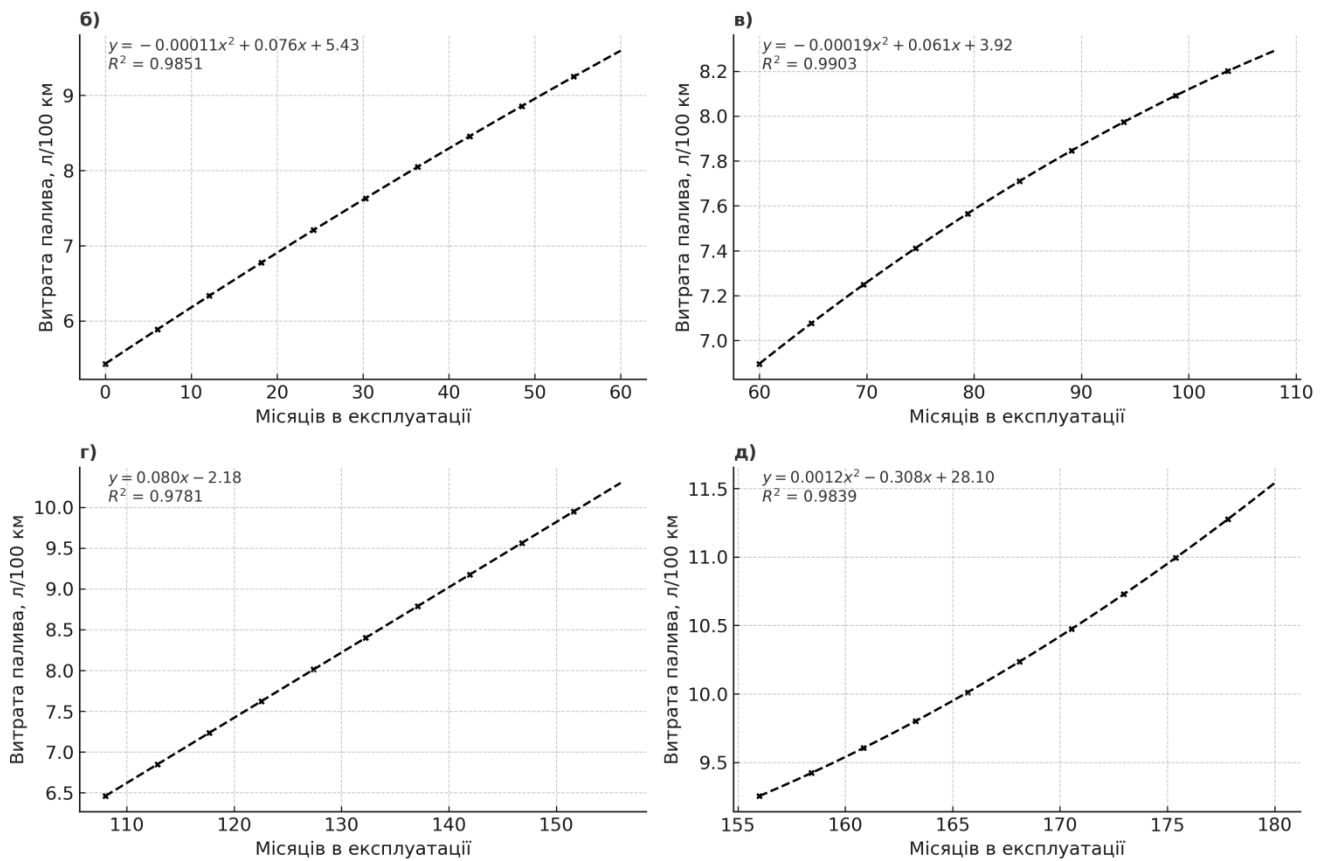


Рис. 6.11. Залежність споживання палива від тривалості використання автомобіля (до 200 тис. км).

Аналіз впливу тривалості експлуатації автомобіля на витрати палива показав, що існує певне відхилення між фактичним споживанням пального у перший місяць роботи транспортного засобу та теоретичним значенням, визначеним рівнянням при значенні  $x=0$ . Це дозволяє зробити висновок, що аналітична залежність витрат палива від строку експлуатації автомобіля може бути представлена узагальненою формулою.

$$Q_s(T_e) = -0,00011 \cdot T_e^2 + 0,076 \cdot T_e + Q_{s0} \quad (6.9)$$

Крім того, на основі аналізу форми графіків у всіх чотирьох інтервалах експлуатації виявлено подібність конфігурації кривих, що свідчить про однаковий характер зміни коефіцієнтів а та б у квадратичному рівнянні. Відмінності спостерігаються переважно в початкових значеннях функції.

У зв'язку з цим можна вважати доцільним використання єдиного узагальненого рівняння (6.9) для розрахунку коефіцієнта корекції лінійної витрати палива  $k_t$ , що враховує вплив тривалості експлуатації на фактичне споживання:

$$k_t = \frac{-0,00011 \cdot T_e^2 + 0,076 \cdot T_e + 1,037 Q_{s0}}{Q_{s0}} = 1,037 + \frac{-0,00011 \cdot T_e^2 + 0,076 \cdot T_e}{Q_{s0}} \quad (6.10)$$

Таким чином, обсяг споживання палива автомобілем у певному місяці його експлуатації може бути визначений за допомогою наступного розрахункового виразу:

$$Q_s = Q_{s0} \cdot k_t \quad (6.11)$$

## 6.5 Аналіз впливу змін у режимі експлуатації транспортного засобу на рівень споживання пального

У цьому розділі розглядається, як варіації в режимі експлуатації автомобіля впливають на обсяг споживаного палива. Дослідження охоплює як кількісні, так і якісні характеристики функціонування транспортного засобу в різних умовах. Основна мета полягає у виявленні залежності паливної ефективності від змін у частоті використання, ступені навантаження та умов руху.

Підходи до обчислення витрат пального для двох різних циклів тестування мають певні відмінності. У випадку з циклом WTVC загальний рівень споживання палива визначається як середньозважене значення, розраховане з урахуванням норм витрат у міському, приміському та магістральному режимах із застосуванням різних вагових коефіцієнтів. Відповідні коефіцієнти для аналізованих транспортних засобів наведено в таблиці 6.7. Натомість методика СНТС передбачає розрахунок паливних витрат шляхом ділення загального обсягу спожитого пального на кількість пройдених кілометрів без використання вагових коефіцієнтів.

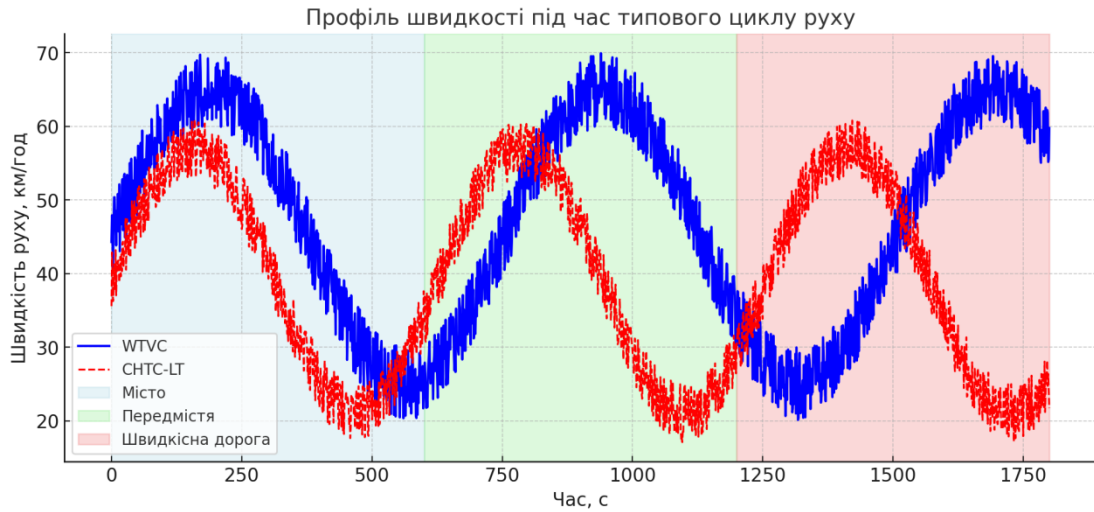


Рис. 6.12. Порівняння циклів випробувань легкового та вантажного автомобіля WTVC і СНТС-LT

Таблиця 6.7. Вагові коефіцієнти для тестованих автомобілів.

Легковий автомобіль	Дорожні умови		
	Місто	Передмістя	Швидкісна дорога/Шосе
Малотоннажний вантажний автомобіль	0,4	0,4	0,2

Для того щоб з'ясувати причини різниці у витраті палива під час виконання різних випробувальних циклів, експериментальні дослідження було організовано з урахуванням чотирьох основних режимів функціонування автомобіля: режим холостого ходу, прискорення, гальмування та рух з постійною швидкістю.

**Холостий хід.** У цьому режимі двигун працює на мінімальних обертах, близьких до оптимальних, що забезпечує найнижчий рівень витрат палива без навантаження.

**Прискорення.** Під час розгону спостерігається значне збільшення подачі пального та підвищення температури в камері згоряння, що негативно позначається на тепловій ефективності мотора й призводить до зростання споживання пального.

Гальмування. Коли водій знижує швидкість та використовує гальма, система керування двигуном суттєво зменшує або повністю припиняє подачу пального, що є одним із методів економії палива.

Рух із сталою швидкістю. У цьому режимі двигун функціонує рівномірно, а рівень витрат пального залежить головним чином від кількості обертів двигуна та ступеня навантаження.

Аналіз впливу кожного з цих режимів дозволив встановити їхню участь у загальному обсязі витрат палива та виявити ключові чинники, що спричиняють відмінності між тестовими циклами.

Встановлено, що витрати пального у циклі СНТС-LT були на 8,88% меншими порівняно з WTVC. Оскільки пробіг у зазначених циклах становив відповідно 15,88 км (СНТС-LT) та 63,85 км (WTVC), для об'єктивного зіставлення абсолютних показників споживання пального було виконано масштабування: відстань у циклі СНТС-LT доведено до 63,85 км, а тривалість випробування — до 6642 секунд (замість початкових 1800 секунд). За результатами такого уніфікованого аналізу, загальна витрата палива становила 7,91 л для WTVC та 7,21 л для СНТС-В.

Як видно з рисунка 6.13 споживання пального в усіх режимах у циклі СНТС-LT було нижчим, ніж у WTVC, за винятком режиму холостого ходу.

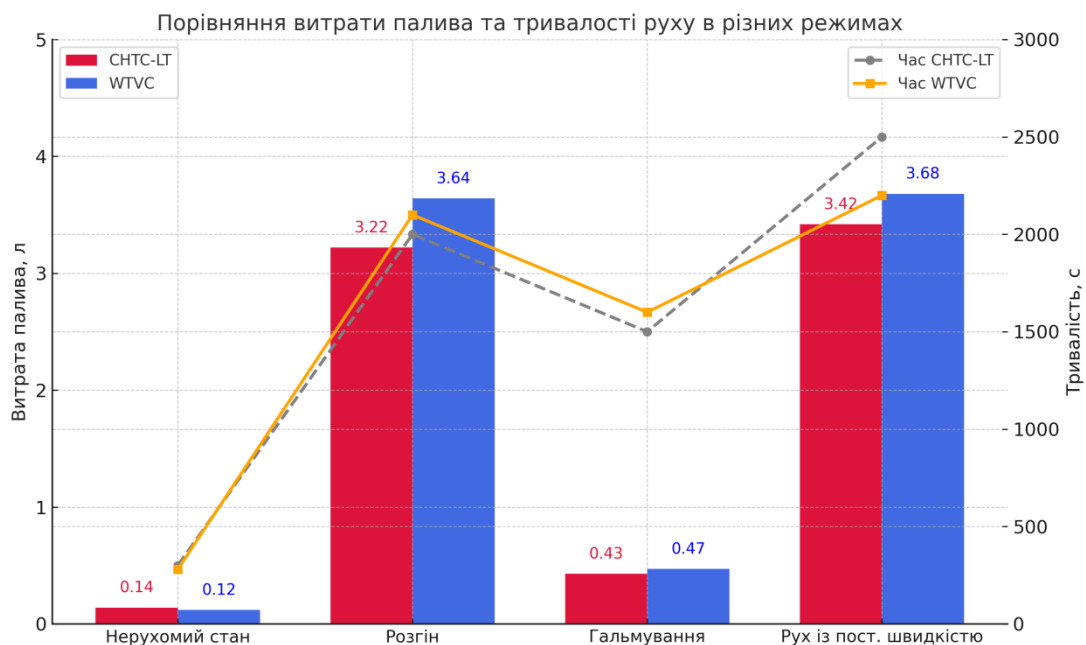


Рис 6.13. Розподіл споживання палива легкових та вантажних автомобілів за циклами WTVC і CHTC-LT.

На рисунку 6.14 представлено рівень споживання пального в кожному з режимів окремо. Загалом інтенсивність витрати палива у випробувальних циклах CHTC-LT та WTVC виявилася подібною при більшості умов експлуатації. Винятком став режим руху з постійною швидкістю, де через вищу середню швидкість в циклі WTVC було зафіксовано помітно більшу витрату палива.

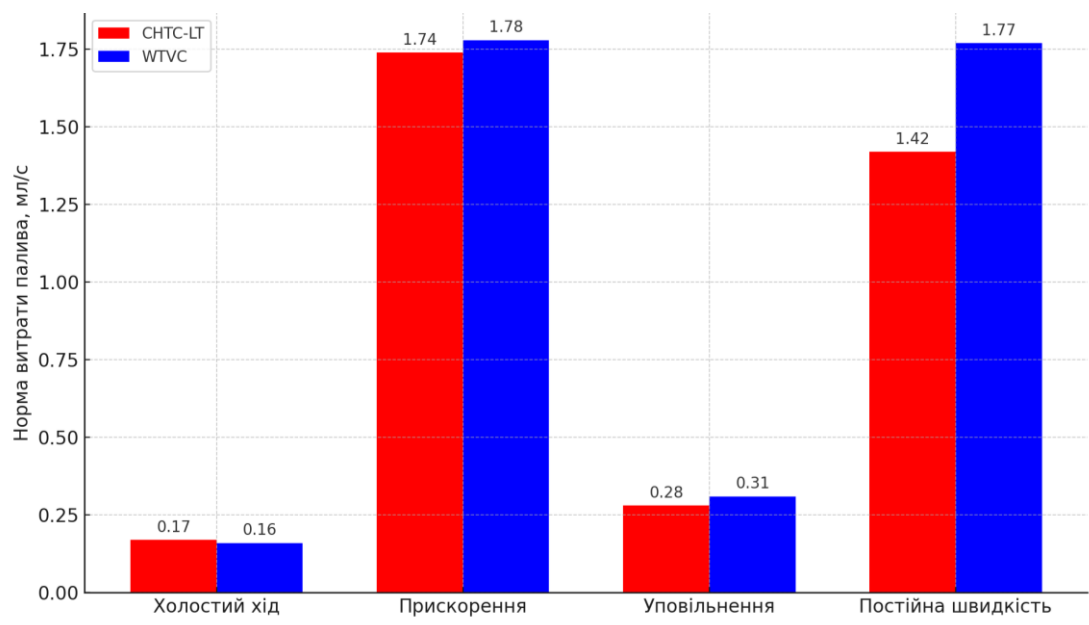


Рис. 6.14. Швидкість споживання палива легкових та вантажних автомобілів за різними умовами експлуатації (WTVC і CHTC-LT).

Основними факторами, що обумовили нижче споживання пального в циклі СНТС-ЛТ (у перерахунку на л/100 км), стали зменшення тривалості фази розгону та зниження витрат пального під час стабільного руху на постійній швидкості.

## 7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 7.1 Вимоги до оснащення дорожніх транспортних засобів первинними засобами пожежогасіння

Технічний стан автомобільного транспорту має відповідати вимогам чинних державних стандартів, нормативів з пожежної безпеки, Правил дорожнього руху, положень з охорони праці на транспорті, технічних регламентів експлуатації, екологічних норм, інструкцій виробників, а також реєстраційної та іншої нормативної документації. Згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 08.10.1997 № 1128 «Про забезпечення транспортних засобів первинними засобами пожежогасіння», кожен транспортний засіб має бути укомплектований вогнегасниками.

Для легкових автомобілів передбачено один порошковий вогнегасник типу ВП-2. Двовісні вантажівки комплектуються або порошковим ВП-2, або вуглекислотним ВВК-5, а багатовісні — порошковим ВП-5. Автобуси обладнуються одним повітряно-пінним вогнегасником ВПП-9 та одним вуглекислотним ВВК-7.

У транспорті для перевезення пасажирів вогнегасники встановлюють залежно від кількості місць:

- до 8 пасажирів — ВП-2;
- до 30 — ВП-2 (або ВП-5) та ВВК-5;
- понад 30, а також транспорт для вахтових перевезень — ВП-5 з ВП-2 або ВП-5 з ВВК-5.

Автоцистерни, призначені для перевезення нафтопродуктів та інших небезпечних речовин, повинні мати два порошкові вогнегасники ВП-5 і один вуглекислотний ВВК-7. У причіпах-цистернах обов'язкове розміщення двох ВП-5 та одного ВВК-7: один

встановлюється на шасі, решта — на кузові або самій цистерні. Великогабаритні самоскиди мають бути оснащені одним вогнегасником ВП-5.

Мобільні майстерні, лабораторії та транспорт типу «фургон», встановлені на шасі, мають комплектуватися двома ВП-2 або поєднанням ВП-2 з ВВК-7.

Усі автомобілі мають розміщувати вогнегасники в кабіні в зоні досяжності водія. Якщо розміщення здійснюється поза кабіною, необхідно забезпечити захист від атмосферних впливів, сонця та забруднень. У легкових авто вогнегасник монтується під сидінням водія зліва спереду або під переднім пасажирським кріслом, не створюючи перешкод для налаштування крісла чи ризику травмування. У вантажному транспорті можливе розміщення вогнегасника у задній частині кабіні або її кутах.

В автобусах вогнегасники слід встановлювати так, щоб вони були доступні через передні двері, зберігалися в цілості та могли бути проконтрольовані водієм. Найбільш доцільні місця — передній кут салону на рівні вікон або під правим переднім сидінням пасажирів. У цистернах допустимо кріпити вогнегасник на передньому торці або лівому боці, на висоті не вище 1,8 м.

Дозволено горизонтальне або нахилене кріплення корпусу вогнегасника. У приладах закачувального типу індикатор тиску повинен бути добре видимим для оперативного контролю. Під час перетину водойм вантажівками допускається короткочасне перебування вогнегасників у воді. Заборонено зберігати вогнегасники у важкодоступних місцях — таких як багажники, кузови тощо. Зазвичай вогнегасники встановлюються на транспорті ще на етапі виробництва.

Кронштейн для кріплення повинен забезпечувати надійність утримання пристрою під час руху, ударів або аварій. Конструкція кріплення, що входить до комплексу постачання вогнегасника, повинна бути погоджена з автовиробником або розробником

## 7.2 Підвищення захисних властивостей житла

### **Готовність цивільної оборони та засоби інформування населення**

Рівень підготовки цивільної оборони до виконання покладених на неї завдань визначається її спроможністю організувати та реалізовувати комплекс дій, спрямованих на захист громадян у межах усієї країни. Одним із ключових заходів є забезпечення оперативного отримання населенням сигналів, вказівок і розпоряджень від органів виконавчої влади та структур, відповідальних за цивільну безпеку. В Україні функціонує розгалужена мережа радіомовлення і трансляційних центрів, яка забезпечує ефективну передачу таких повідомлень.

У періоди загрози кожне підприємство, установа, навчальний заклад, сільськогосподарське господарство, а також кожна оселя повинні мати постійно увімкнені приймачі радіо, телевізори або гучномовці, налаштовані на загальнонаціональні або регіональні програми. Навіть переносні радіоприймачі мають бути наготові — з урахуванням наявності джерел живлення. Місцеві трансляційні пункти підприємств і організацій мають працювати у цілодобовому режимі. Це дозволить оперативно реагувати на загрозу, отримавши відповідні інструкції.

Раніше основним сигналом небезпеки був «Повітряна тривога», що супроводжувався звуками сирен — по ньому слід було негайно укриватися в захисних спорудах. Сьогодні для привернення уваги населення застосовуються різноманітні звукові сигнали: сирени, гудки транспорту, ручні або електричні сирени. Це є сигнал «Увага всім!», почувши який потрібно негайно увімкнути радіо, телевізор або гучномовець і налаштувати на офіційне мовлення для отримання подальших вказівок.

Для інформування осіб, які перебувають поза зоною дії ЗМІ — у полі, на будівництві або в лісі — застосовують мобільні гучномовці, телефонний зв'язок або навіть сповіщення через людей на транспорті чи пішки.

У зв'язку з розвитком сучасних технологій та зростанням швидкостей повітряних об'єктів (літаків, ракет), система оповіщення має бути максимально оперативною — застарілі підходи вже не забезпечують необхідної ефективності.

## **Захист від радіаційного та хімічного зараження**

Одним із найнебезпечніших факторів у надзвичайних ситуаціях є радіоактивне забруднення, яке здатне охопити території, не зазнавши прямого впливу аварії — наприклад, внаслідок переносу радіоактивних частинок вітром. Радіаційне зараження невидиме і не викликає миттєвих фізичних симптомів, тому його можна зафіксувати лише за допомогою спеціальних приладів — дозиметрів, рентгенометрів тощо.

У разі аварії на підприємствах, що використовують сильнодіючі отруйні речовини (СДОР), можливе як безпосереднє ураження персоналу та населення поблизу, так і утворення зони хімічного зараження, яка залежить від напрямку і сили вітру, особливостей рельєфу та рослинності.

Населення, що проживає поблизу потенційно небезпечних об'єктів (хімічні заводи, холодильні установки, водопровідні станції тощо), повинно бути поінформованим про можливі загрози та шляхи реагування.

Хімічне зараження зазвичай охоплює зону розливу СДОР і навколишню територію, на якій поширюються їх пари. Ця зона поділяється на дві частини: критично небезпечну та загальну зону зараження. Концентрація шкідливих речовин зменшується в міру віддалення від місця події, але захисні заходи необхідно вживати повсюди.

### **Захист житла**

У разі забруднення повітря радіоактивним пилом або парами СДОР важливо герметизувати житлові приміщення. Для цього слід ущільнити вікна та двері, закрити вентиляційні отвори, димоходи, скористатися ущільнювальними матеріалами (гума, повсть, поролон тощо). Щілини у стінах дерев'яних споруд заповнюють конопаткою, у кам'яних — замазують штукатуркою. Скло у вікнах можна покрити замазкою, а за потреби — замінити розбиті шибки.

Окрім цього, варто зміцнити будівлі від проникаючої радіації. Вікна можна закласти мішками з піском або цеглою, стіни обсіпати землею до 1,8 м заввишки. На дах рекомендується насипати додатковий шар ґрунту. У підвалах ще в мирний час варто передбачити можливість укриття, зокрема шляхом облаштування перекриттів, які витримують засипку товщиною 60–90 см.

## Пожежна безпека

З метою запобігання виникненню та поширенню пожеж слід заздалегідь подбати про низку профілактичних дій. Наприклад, слід зняти легкозаймисті штори з вікон і замінити їх на паперові чи тканинні, просочені антипіренами — розчинами борної кислоти або бури. Добре також встановити дерев'яні віконниці, пофарбовані або оброблені вогнетривкими речовинами, а скло покрити розчином вапна або крейди.

Легкозаймисті речі (меблі, картини) бажано прибрати до шаф, валіз чи у внутрішні стіни. Горючі речовини (бензин, гас) потрібно винести з будинку.

Непридатні до використання дерев'яні споруди варто демонтувати, а дерев'яні перекриття та горища обробити глиняним або вапняним розчином. Утеплювальні матеріали на горищі, як-от тирсу чи мох, слід замінити на вогнестійкі — пісок, шлак або глину.

Також потрібно забезпечити наявність засобів гасіння — води у резервуарах, піску в ящиках, перевірити наявний пожежний інвентар: багри, відра, драбини тощо. Варто переконатися у справності пожежних кранів і вогнегасників.

Кожен мешканець повинен знати, де розташовані основні комунікації і як їх відключити у разі аварії. Залишаючи оселю, не можна залишати ввімкнені електроприлади, газові або гасові плити. Особливо уважними потрібно бути у періоди підвищеної загрози. Крім того, кожен має знати основи гасіння пожеж і вміти діяти швидко та рішуче.

## ВИСНОВОК

Кваліфікаційна бакалаврська робота присвячена підвищенню ефективності використання автомобілів та передбачає всебічне дослідження ключових аспектів автомобільної галузі й експлуатації транспортних засобів. Структура роботи передбачає кілька основних розділів, кожен з яких вирішує конкретні завдання та доповнює загальне дослідження.

В межах роботи було здійснено: загальну характеристику, технологічний розрахунок, технологічне планування, будівельну частину автотранспортного підприємства “Богдан-Авто” яке займається технічним обслуговуванням та ремонтом автомобілів.

Проведено вибір спеціалізованого пост-обладнання поточного ремонту (ПР), визначено його раціональне розміщення в межах зони обслуговування. Розроблено схематичне планувальне рішення даної виробничої ділянки.

Техніко-економічна частина зосереджена на практичних методах удосконалення технічного обслуговування автотранспорту, оптимізації стилю керування, впровадженні новітніх технологій, зокрема систем контролю тиску в шинах. Такі заходи спрямовані на підвищення паливної ефективності та експлуатаційних характеристик автомобілів.

У науково-дослідному розділі виконано аналіз експериментальних даних, що дає змогу оцінити вплив зовнішніх факторів на витрати пального та глибше зрозуміти поведінку транспортного засобу за різних умов експлуатації.

Розділ, присвячений охороні праці та безпеці в умовах надзвичайних ситуацій, розглядає питання забезпечення безпечної експлуатації автомобілів. Особлива увага приділяється нормативам щодо оснащення транспортних засобів засобами пожежогасіння та дотриманню стандартів безпеки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с.
2. О.Л. Ляшук, М.Г. Левкович, Д.В. Міронов, В.О. Тесля. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт». – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2023. – 60 с.
3. Технічний контроль стану дорожніх машин / Малишев В., Кущевська Н., Петренко Т, Докуніхін В. - Університет "Україна", 2022. 252 с.
4. Кисликов В.Ф., В.В. Лущик Будова і експлуатація автомобілів. Підручник - Либідь м.Київ, 2018 – 400с.
5. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с.
6. Сукач М.К. Технічний сервіс машин. Навч. пос.. Гриф МОНМСУ - Ліра-К, 2017 – 288 с.
7. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів - Львівська політехніка 2017, - 324 с.
8. Шапко В.Ф. Автомобільні двигуни. Основи теорії та характеристики поршневих двигунів внутрішнього згоряння: Навчальний посібник. - Кременчук: КНУ, 2011. - 194 с.
9. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технологічного обладнання для автомобільного транспорту: Навч. посібник / Коробочка О.М., Скорняков Е.С., Сасов О.О. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2007 – 252 с.
10. Кукурудзяк, Ю. Ю. Технічна експлуатація автомобілів. Організація технологічних процесів ТО і ПР навчальний посібник / Ю. Ю. Кукурудзяк, В. В. Біліченко. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 198 с.
11. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К.: Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).62
12. Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. B. Sokil, O. Lyashuk, M. Sokil, Y. Vovk, I. Lebid, I. Hevko, M. Levkovych, R.

Khoroshun, A. Matviyishyn. - COMMUNICATIONS, 2022. - Vol. 24, № 3, P. 247-258. (Scopus).

13. Sakhno, V.P., Yashchenko, D.M., Marchuk, R.M., Marchuk, N.M., Lyashuk, O.L.. Research of a truck train movement when driving semi-trailer by slow downing wheels of one axis pin on the mode. International Journal of Automotive and Mechanical Engineering Open Access Volume 17, Issue 1, 1 January 2020, Pages 7749-7757 <https://www.scopus>.

14. Information Technologies Use in the Study of Functional Properties of Wheeled Vehicles. Lyashuk O., Stashkiv M., Lytvynenko Iaroslav, Sakhno V., Khoroshun R. CEUR Workshop Proceedings. 3rd International Workshop on Information Technologies: Theoretical and Applied Problems, ITAP 2023. Ternopil 22 November 2023 до 24 November 2023. 3628, с. 370-381. <https://www.scopus>.

15. Міронов Д.В., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Гупка А.Б., Слободян Л.М., Гевко Б.Р., Хорошун Р.В. Розробка моделі узагальненого діагностичного показника технічного стану ходової частини автомобіля з використанням математичних методів теорії планування експерименту. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – № 2 (21). Луцьк: 2023. - С. 135 – 144.

16. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 276 с.

17. Comprehensive Assessment Of Technical Condition Of Vehicles During Operation Based On Harrington's Desirability Function. Aulin V., Rogovskii I., Lyashuk O., Titova L., Hrynkiw A., Mironov D., Volianskyi M., Rogatynskyi R., Solomka O., Lysenko S. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Technology Center. Ukraine. Том 1. Випуск 3(127), 2024. с. 37-46.

18. Rogatynskyi, R., Lyashuk, O., Nevko I., Horoshyn, R., & Shevchuk, V. (2023). Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, 28, 115-122. <https://doi.org/https://doi.org/10.32447/20784643.28.2023.11> 63

19. Ляшук О. Л., Рогатинський Р. М., Гевко І. Б., Хорошун Р. В., Кашканова Г. Г., Антонюк О. П. Модель проходження повороту автомобілем . Вісник машинобудування та транспорту, ВНТУ.- No2(18) 2023.- С. 91-97.

20. Синтез підвіски автотранспортних засобів/ І.Б. Гевко, О.Л. Ляшук, Р.М. Рогатинський, А.Й. Матвіїшин, Р.В. Хорошун/ Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. -№ 8(39)\_I, 2023.-С. 153-164.

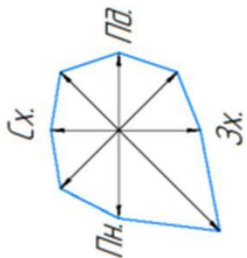
21. Liashuk O., Nevko I., Hud V., Khoroshun R., Nevko B., Matviishyn A., Sipravska M. Stands for car suspension research. Bulletin of Lviv National Environmental University. Agroengineering Research, No. 26 (2022). С 93-103.

22. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semitrailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>. (Scopus).

23. Ляшук О. Л., Клендій В. М., Хорошун Р. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Тернопіль: Вид. ТНТУ, 2018. 302 с.

24. В.В. Аулін, О.Л. Ляшук, А.В. Гриньків, С.В. Лисенко, Д.В. Міронов, Л.М. Слободян, Р.М. Рогатинський Оптимальний комплекс операцій технічного обслуговування і ремонту для підвищення надійності вузлів, систем та агрегатів мобільних машин Збірник наукових праць. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. Випуск № 8(39)\_II. - Кропивницький. - 2023. - С. 175- 189.

25. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / укл.: Стручок В. С. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.



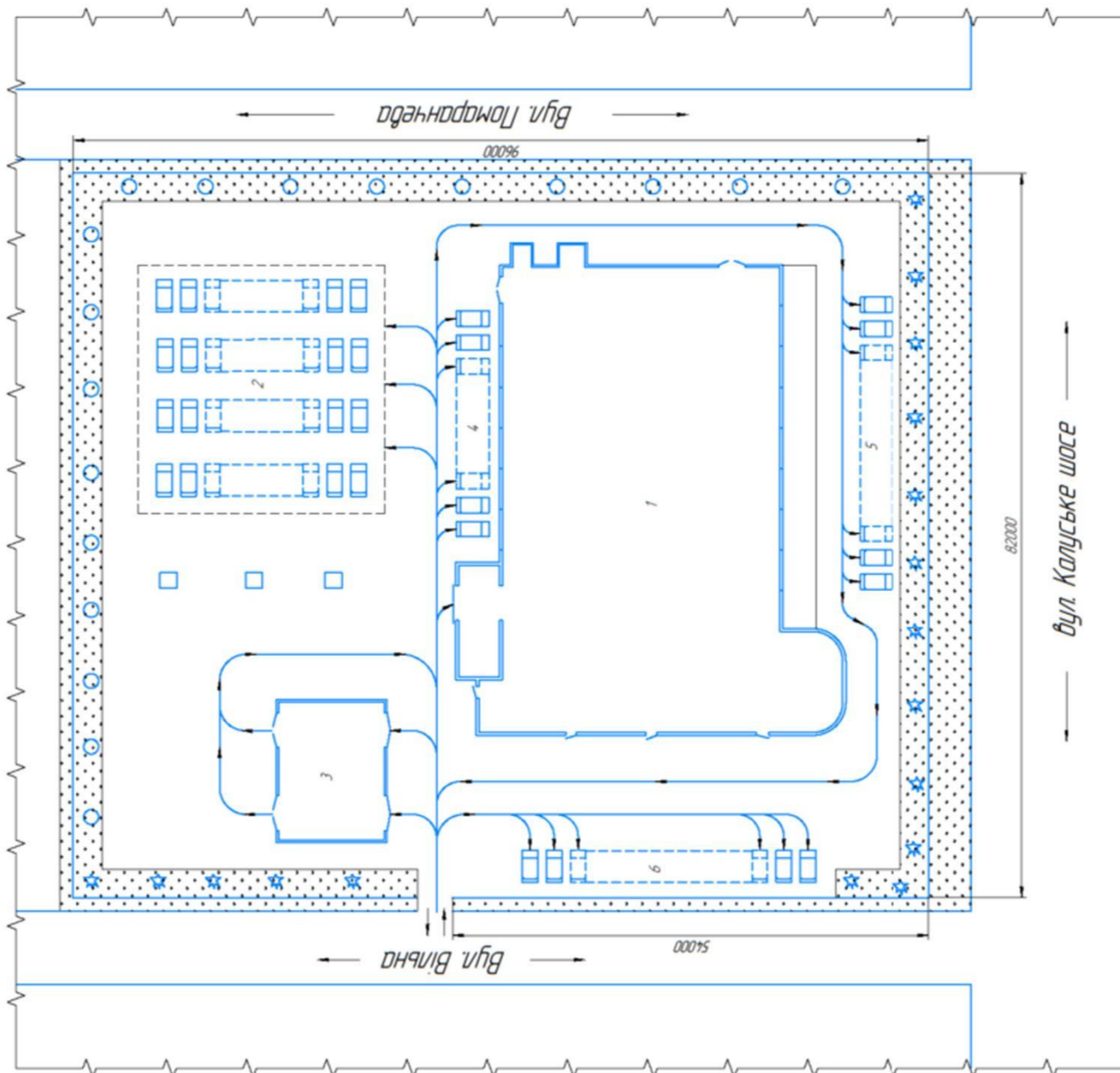
№	Назва	Площа, м <sup>2</sup>
1	Адміністративно-виробничий корпус	1750
2	Склад навіл автомобіль	784
3	Місце-Екстрасервіс	200
4	Відпочитковий автомобіль	210
5	Відкритий автомобіль	220
6	Стоянка для працівників	224

**Умовні позначення**

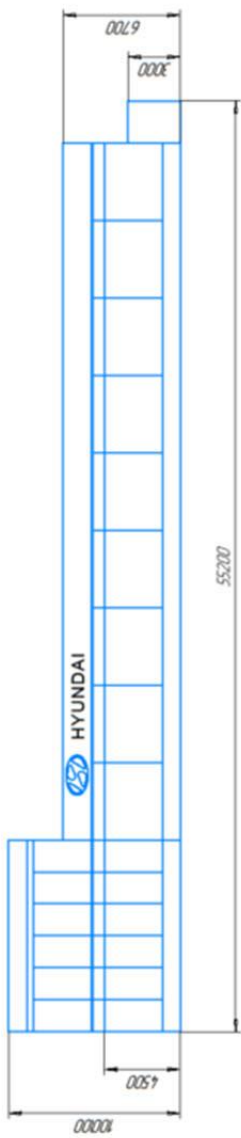
- - Листяні дерева
- ☆ - Хвойні дерева
- - Газон
- - Напрямок руху АТЗ
- - Пожежні гидранти

**Показники генерального плану**

1. Площа території, га - 0,394,2
2. Площа забудови, м<sup>2</sup> - 1274.
3. Коефіцієнт щільності забудови - 0,32.
4. Коефіцієнт озеленення - 0,15.



вул. Калуське шосе

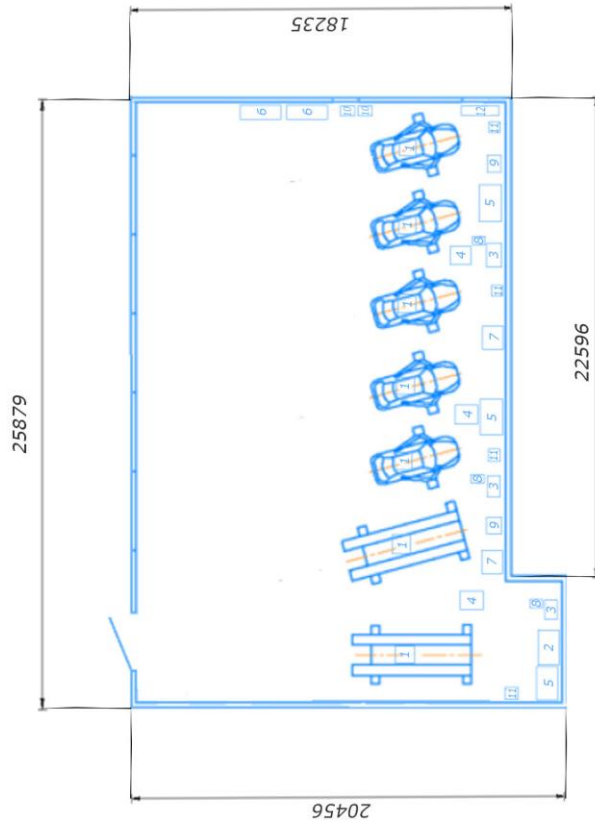


Поз	Назва ділянки	Площа, м²
1	Зона ТД / ПР	405
2	Міжкілометр	390
3	Діс	110
4	Склад газопроводу	27
5	Склад запчастин	29
6	Шматкопит	55
7	Конструктор	6
8	Дзвінок підтримки	12
9	Кладовка	11
10	Туалет	12
11	Душова	14
12	Пральня	12
13	Радіозаказ	14
14	Коридор	45
15	Шуфля	10
16	Службова прийняття	12
17	Складовий кімнат	14
18	Вхідні ліфти	54
19	Офіс	14

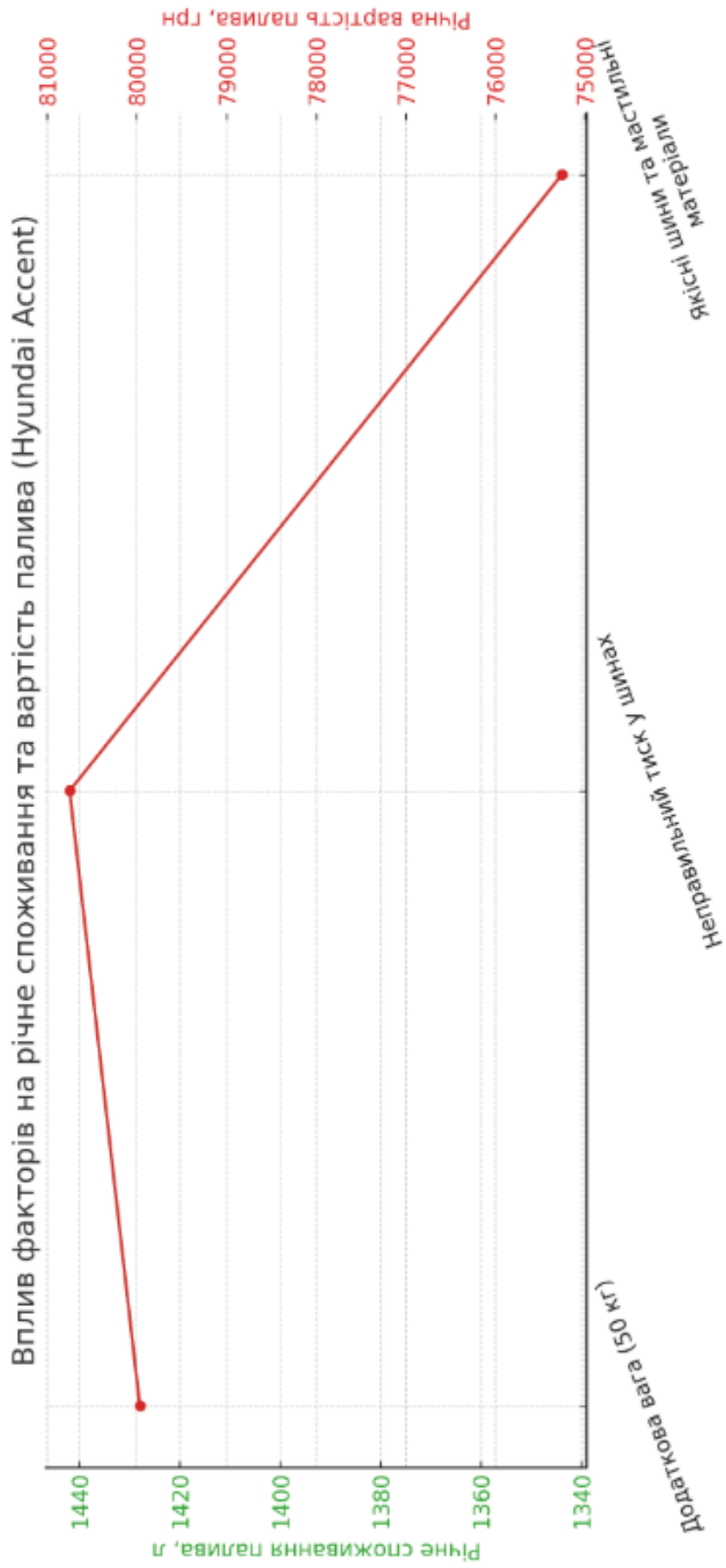


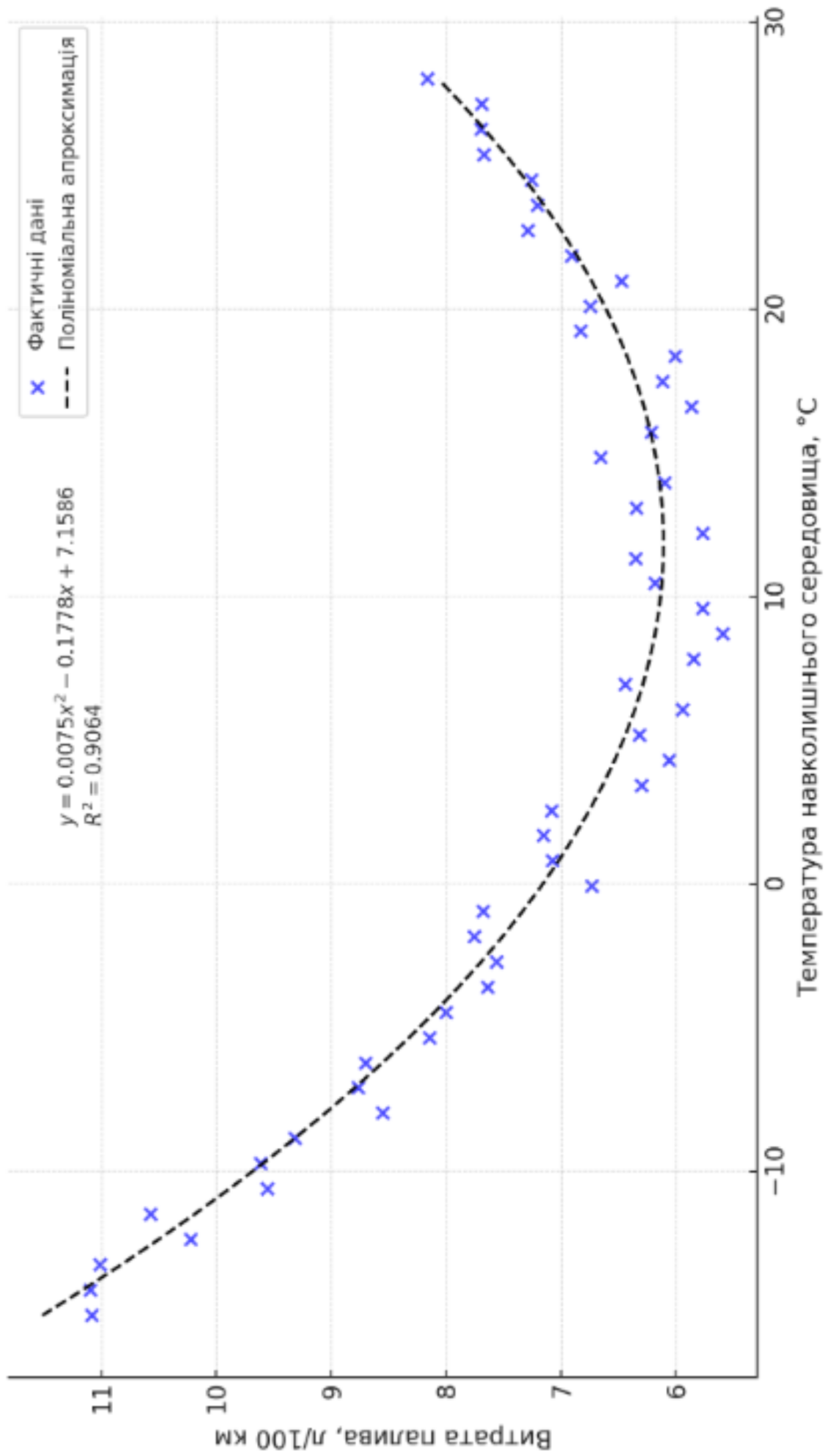
Додаток С

Поз.	Назва обладнання	Площа м <sup>2</sup>
1	Верстак слюсарний	3,6
2	Пересувний стіл	2,5
3	Ящик для ганчір'я	0,4
4	Візок для деталей	0,46
5	Підйомник	51,45
6	Гідролічна стійка	1,5
7	Установка для зливу маст.	1,2
8	Шкаф	0,92
9	Гідролічний кран	0,85
10	Гайковерт пневм. ланний	0,6
11	Щітка пневматична	0,37
12	Солідолопатіач	0,2



Код	Назва	Площа	Вартість
1	Верстак слюсарний	3,6	
2	Пересувний стіл	2,5	
3	Ящик для ганчір'я	0,4	
4	Візок для деталей	0,46	
5	Підйомник	51,45	
6	Гідролічна стійка	1,5	
7	Установка для зливу маст.	1,2	
8	Шкаф	0,92	
9	Гідролічний кран	0,85	
10	Гайковерт пневм. ланний	0,6	
11	Щітка пневматична	0,37	
12	Солідолопатіач	0,2	





Профіль швидкості під час типового циклу руху

