

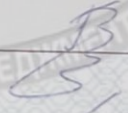
Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

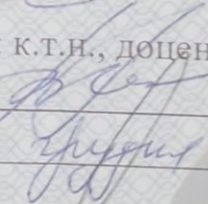
на тему:

«Вдосконалення ефективності робіт з діагностування та технічного обслуговування газобалонних автомобілів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи підприємця „Комар Віталій Анатолійович ” село Нова Ободівка Вінницької області»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1АТ-22м  
спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

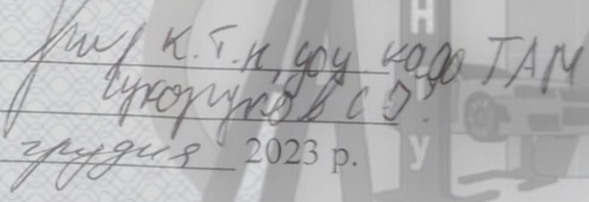
  
\_\_\_\_\_ Мартошенко Б.В.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

  
\_\_\_\_\_ Кашканов В.А.

«04» \_\_\_\_\_ 2023 р.


Опонент:

  
\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. каф. АТМ  
Цимбал С.В.  
«8» \_\_\_\_\_ 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

  
«11» \_\_\_\_\_ 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 рік



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

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
Галузь знань – 27 – Транспорт  
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт  
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

«19» 09 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Мартошенку Богдану Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Вдосконалення ефективності робіт з діагностування та технічного обслуговування газобалонних автомобілів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи підприємця „Комар Віталій Анатолійович ” село Нова Ободівка Вінницької області»

керівник роботи Кашканов Віталій Альбертрович, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом ВНТУ від «18» вересня 2023 року № 247.

2. Строк подання студентом роботи: 04.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – автомобілі з газобалонним устаткуванням; об'єкт дослідження – процес діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

1 Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів.

2 Підвищення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів.

3 Розрахунок необхідних параметрів для функціонування посту діагностики та обслуговування автомобілів.

4 Визначення ефективності запропонованих рішень.

5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1-3 Тема, мета та завдання дослідження.



4 Кількість встановлених систем ГБО.

5 Ринок сервісних послуг СТО.

6 Розподіл сигналу на реалізації.

7 Взаємозв'язок параметрів математичної моделі з діапазонами частот.

8 Визначення параметрів математичної моделі.

9 Блок-схема автоматизованого пошуку несправностей газового обладнання.

10 Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО.

11 Технологічні розрахунки СТО.

12 Планування посту.

13 Висновки роботи.

### 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Кашканов В.А., доцент кафедри АТМ	19.09.23	04.12.23
Визначення ефективності запропонованих рішень	Огневий В.О., доцент кафедри АТМ	07.11.23	27.11.23
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Березюк О.В., професор кафедри БЖДПБ		

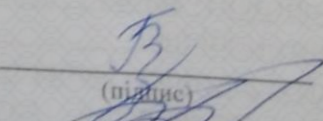
7. Дата видачі завдання « 19 » вересня 2023 р.

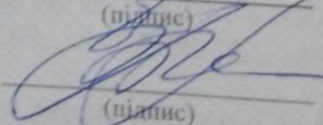
### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

Керівник роботи

  
(підпис)

  
(підпис)

Мартошенко Б.В.

Кашканов В.А.



## АНОТАЦІЯ

УДК 656.1

Мартошенко Б.В. Вдосконалення ефективності робіт з діагностування та технічного обслуговування газобалонних автомобілів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи підприємця «Комар Віталій Анатолійович» село Нова Ободівка Вінницької області. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт, освітня програма – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ: 2023. 117 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 32 назви; рис.: 18; табл. 21.

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджено та запропоновано теоретичні й практичні рекомендації для станцій технічного обслуговування, спрямовані на підвищення ефективності робіт з діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів. Загальна частина роботи включає аналіз діяльності ФОП «Комар Віталій Анатолійович» у селі Нова Ободівка Вінницької області, вибір методу для підвищення ефективності робіт, розрахунок необхідних параметрів для функціонування посту з пропозицією щодо організації посту, розроблення алгоритму впровадження запропонованого методу та економічне обґрунтування ефективності запропонованих рішень.

Графічна частина складається з 15 слайдів

У розділі, присвяченому охороні праці та безпеці в надзвичайних ситуаціях, виконано аналіз умов праці під час роботи на ПЕОМ. На основі цього аналізу були розроблені організаційно-технічні рішення з питань гігієни праці та виробничої санітарії. Також були визначені заходи для забезпечення безпеки праці, включаючи електробезпеку та заходи з пожежної безпеки.

Ключові слова: газобалонний автомобіль, двигун, ГБО, математична модель, обслуговування, діагностування.



## ABSTRACT

UDC 656.1

Martoshenko B.V. Improvement of Efficiency in Diagnosing and Servicing CNG Vehicles at the Private Entrepreneur "Komar Vitaliy Anatoliyovych" Automotive Service Station in Nova Obodivka Village, Vinnytsia Oblast. Master's Qualification Work in Specialty 274 – Automobile Transport, Educational Program – Automobile Transport. Vinnytsia: VNTU, 2023. 117 p.

In Ukrainian. Bibliography: 32 references; figures: 18; tables: 21.

This master's qualification work explores and proposes theoretical and practical recommendations for technical service stations aimed at improving the efficiency of diagnosing and servicing compressed natural gas (CNG) vehicles. The general part of the work includes an analysis of the activities of the Private Entrepreneur "Komar Vitaliy Anatoliyovych" in Nova Obodivka Village, Vinnytsia Oblast, the selection of a method to enhance work efficiency, the calculation of necessary parameters for the functioning of the station with proposals for its organization, the development of an algorithm for implementing the proposed method, and the economic justification of the effectiveness of the proposed solutions.

The graphical part consists of 15 slides.

In the section dedicated to labor protection and safety in emergencies, an analysis of working conditions during computer work is carried out. Based on this analysis, organizational and technical solutions on labor hygiene and industrial sanitation were developed. Measures to ensure labor safety, including electrical safety and fire safety measures, were also identified.

Keywords: CNG vehicle, engine, CNG system, mathematical model, servicing, diagnostics.



**ЗМІСТ**

<b>ВСТУП</b> .....	3
<b>РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ ГАЗОБАЛОННИХ АВТОМОБІЛІВ</b> .....	5
1.1 Загальна характеристика підприємства ФОП Комар Віталій Анатолійович.....	5
1.2 Актуальність діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів в умовах паливного ринку України 2023р.....	8
1.3 Методи налаштування ГБО 4-го покоління .....	10
1.4 Основні висновки до розділу 1 та задач дослідження.....	16
<b>РОЗДІЛ 2. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ ГАЗОБАЛОННИХ АВТОМОБІЛІВ</b> .....	18
2.1 Зчитування діагностичної інформації та її попереднє опрацювання .....	18
2.2 Математична модель процесу діагностування газобалонних систем .....	25
2.3 Вдосконалення методу для покращення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів. ....	32
2.4 Основні висновки до розділу 2 .....	36
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПОСТУ ДІАГНОСТИКИ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ.</b> .....	38
3.1 Вибір та обґрунтування вхідних даних.....	38
3.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ.....	41
3.3 Розрахунок чисельності робітників.....	47
3.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ.....	49
3.5 Планування робочого посту для діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів.....	51
3.6 Розроблений алгоритм діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів.....	53
3.7 Основні висновки до розділу 3 .....	63

<b>РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ</b> .....	64
4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень .....	64
4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань .....	67
4.3 Розрахунок економічної ефективності.....	71
4.4 Основні висновки до розділу 4 .....	72
<b>РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b> .....	73
5.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії .....	73
5.2 Технічні рішення з промислової безпеки .....	78
5.3 Пожежна безпека.....	80
5.4 Основні висновки до розділу 5 .....	82
<b>ВИСНОВОК</b> .....	83
<b>ДОДАТКИ</b> .....	88



## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

У сучасних умовах паливного ринку України, з поверненням ПДВ 20% та довоєнних акцизів на всі види палива 1 липня 2023р. [27], що призвело до підняття цін на рідке паливо в середньому на 8-10 грн. , на газ ціни піднялись на 2-4 грн. – зріс попит на встановлення ГБО на автомобілі. Це створює підвищений попит на сервіси на фахівців необхідних для встановлення газового устаткування, а фахівцям необхідні ефективні методи діагностики та обслуговування газобалонних автомобілів.

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

Матеріали роботи є результатом досліджень, проведених у рамках таких програм, концепцій та наказів як: «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року» (Розпорядження Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р., №430-р); «Про затвердження Правил експлуатації колісних транспортних засобів» ( Наказ Міністерства інфраструктури України від 26.07.2013р., №550). Дослідження є частиною основних наукових напрямків кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького національного технічного університету та були виконані відповідно до плану науково-дослідних робіт ВНТУ на 2022-2023 рр.

**Мета і завдання дослідження** – надати рекомендації що вдосконалення процесу діагностування газового обладнання автомобіля в умовах станції технічного обслуговування, що дозволяє об'єднати обслуговування автомобіля та покращити ефективність налаштування ГБО.

Задачі, які необхідно розв'язати для досягнення поставленої мети:

1. Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів;
2. Підвищення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів.



3. Розрахунок необхідних параметрів для функціонування посту діагностики та обслуговування автомобілів.

4. Визначення ефективності запропонованих рішень.

5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

**Об'єкт дослідження** – процес діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів.

**Предмет дослідження** – алгоритми діагностування та обслуговування газобалонних систем автомобіля.

**Методи досліджень.** Математичне моделювання і теорія цифрової обробки сигналів.

**Новизна отриманих результатів.**

Отримав подальший розвиток метод діагностування газобалонних систем автомобіля шляхом аналізу осцилограм сигналів.

**Практичне значення одержаних результатів.** Отримані результати мають потенціал застосування на станціях технічного обслуговування для підвищення ефективності робіт з діагностування та обслуговування автомобілів.

**Вірогідність отриманих результатів** забезпечується завдяки правильній постановці завдань дослідження, послідовному та систематичному використанню математичних методів, спрямованих на їх розв'язання.

**Апробація результатів роботи.** Деякі положення роботи доповідались та обговорювались на XVI-тій Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», - 23-25 жовтня 2023.

**Публікації.** Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікації [23].



# РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ ГАЗОБАЛОННИХ АВТОМОБІЛІВ

## 1.1 Загальна характеристика підприємства ФОП Комар Віталій Анатолійович

ФОП Комар Віталій Анатолійович знаходиться за адресом: с. Нова Ободівка, вул. Призаводська. 27, Гайсинський район, Вінницька обл. Україна, 24357. Підприємство було засноване 19 грудня 2017 року, в невеличкому гаражі та спеціалізувалося на ремонті автотранспортних засобів, але в зв'язку з збільшенням попиту на газобалонне обладнання, ФОП став офіційним партнером фірми STAG в Україні, в результаті чого відбулось розширення підприємства, збільшилась кількість послуг, які могло надати підприємство.

Послуги які надає підприємство:

- Планове ТО.
- Ремонт та діагностика ДВЗ:
- Ремонт та діагностика підвіски:
- Ремонт та діагностика гальмівної системи:
- Ремонт та діагностика електронного та електричного обладнання автомобіля:
- Роботи з системами діагностування:
- Встановлення та ремонт ГБО:
- Налаштування ГБО:
- Продаж запчастин для автотранспортних засобів;
- Продаж комплектуючих для ГБО;
- Консультація клієнтів.

Огляд виробничо-технічної бази:



На території підприємства знаходиться робоче приміщення розміром 5м на 6м, склад для зберігання запасних запчастин та місцем для зберігання автотранспортних засобів, загальна площа території становить 120 м<sup>2</sup>. Робоче приміщення це цегляна будівля з парою воріт шириною 2,5 м та висотою 2,3 м та 3 пластикових вікон розмірами 1,2\*0,9 м. В цьому приміщенні знаходиться робоче місце в якому виконуються роботи з ремонту, обслуговування автомобілів та діагностики. Персонал підприємства 2 чоловік.

Перелік обладнання СТО зображено на таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Перелік інструменту, що використовується на СТО

Назва інструменту	Модель
Підйомник 2-х стійковий	PWR-240A-380 POWERLIFT
Зварювальний апарат	Патон ProMIG-200-15-2
Інструментальний візок з інструментом	MAX V33107
Обладнання для діагностики системи OBD-II	Autocom CDP+ / Delphi DS150e, Thinkcar ThinkScan MAX
Компресор	AK50-170-ITALY AIRKRAFT
Набір викруток	Intertool 18 предметів (VT-3350)
Мультиметр	PROTESTER PM64
Стенд для діагностики газових форсунок	ЕДІК
Набір динамометричних ключів	TOPTUL
Кутова шліф машина	MAKITA GA5030 720 W
Гідравлічний прес	GT0705 INTERTOOL
Набір молотків	Tagred TA1422
Дриль ударний	Makita HP1640
Столярний верстак	Holzmann WT 06



За день на СТО обслуговується від 4 до 6 автомобілів, за 5 робочих днів в тиждень в середньому встановлюється до 4 систем ГБО.

Більшість автомобілів, що приїжджали на встановлення газобалонного обладнання, мали інжекторну систему живлення, тобто, встановлювалось ГБО 4 покоління. При аналізі загальної кількості встановлених газових систем за останні роки, можна зазначити, що 4 покоління газобалонних систем користується найбільшим попитом, відношення кількості встановлених систем ГБО 4-го покоління до 2-го зображено на рисунку 1.1 :

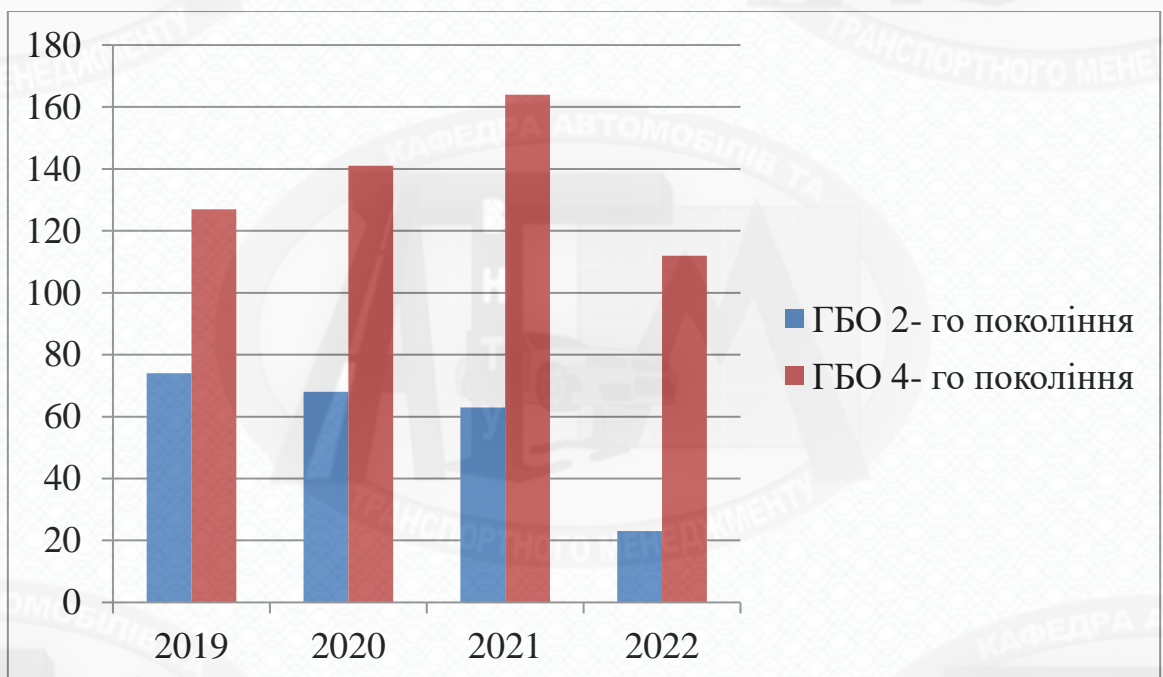


Рисунок 1.1 – Кількість встановлених систем ГБО за останні роки

Спостерігається тенденція на збільшення попиту на газове паливо від власників інжекторних автомобілів. Результатом цього стало збільшення об'єму робіт з газобалонним обладнанням. Зі збільшенням об'єму робіт виявились недоліки методу діагностування, що використовувався на підприємстві:

1. Недостатня точність – недостовірна точність та неправильна інтерпретація опрацьованих даних;
2. Не врахування технічного стану компонентів – майже всі системи діагностування засновані на отриманні електричних систем, в програми для



діагностування необхідно заносити дані технічного обслуговування механічних компонентів.

3. Залежність від виробника обладнання – більшість сканерів та програмного забезпечення можуть працювати лише з певної фірмою виробником газових компонентів.

4. Недостатня кількість інформації – більшість програм для діагностики виявляють очевидні проблеми, залишаючи без уваги менш помітні відхилення від норми.

5. Вартість обладнання та програмного забезпечення – висока вартість ліцензійного обладнання та програмного забезпечення фінансово не досяжна для невеликих підприємств.

## **1.2 Актуальність діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів в умовах паливного ринку України 2023р.**

У сучасних умовах паливного ринку України, з поверненням ПДВ 20% та довоєнних акцизів на всі види палива 1 липня 2023р. , що призвело до підняття цін на рідке паливо в середньому на 8-10 грн. , на газ ціни піднялись на 2-4 грн. зріс попит на встановлення ГБО обладнання, що призвело до збільшення автосервісних підприємств, що надають послуги зі встановлення. У таблиці 1.1 наведемо класифікацію цих підприємств.

Всі типи підприємств надають послуги з встановлення та ремонту ГБО, але не всі надають документи для оформлення в МРЕО, та не є представниками брендів.

Порівнявши всі види підприємств можна виділити різницю в трьох пунктах – ціна, якість та рівень обслуговування ( рисунок 1.2 ). Зрозуміло, що найвищий рівень обслуговування надають дилерські структури та автомобільні центри, але і високий рівень цін, який собі не всі можуть дозволити, тому більшість клієнтів з нижчим рівнем доходу надають перевагу СТО.



Таблиця 1.2 – Класифікація підприємств, що встановлюють ГБО.

Види підприємств автосервісів	Характеристика послуг
Дилерські структури. Автомобільні центри, що представляють дилерські структури.	Здійснюють встановлення та ремонт ГБО, як офіційний представник бренду.
СТО, що є офіційними представниками фірм, що виготовляють комплектуючі до ГБО.	Офіційно встановлюють та ремонтують ГБО, видають документацію, яка необхідна для оформлення додаткового типу палива в МРЕО.
СТО, що не є офіційними представниками.	Встановлюють та ремонтують ГБО.

Кількість автомобілів з ГБО постійно збільшується в автопарку українських власників, так лише за період від 1 січня 2023 до 19 травня 2023 року було зареєстровано 67062 автомобіля з газобалонним обладнанням, а загальна кількість офіційно зареєстрованих автомобілів на газовому паливі.



Рисунок 1.2 – Рівень обслуговування та якість наданих послуг

Кількість автомобілів з ГБО постійно збільшується в автопарку українських власників, так лише за період від 1 січня 2023 до 19 травня 2023 року було



zareєстровано 67062 автомобіля з газобалонним обладнанням, а загальна кількість офіційно зареєстрованих автомобілів на газовому паливі понад 1.6 млн. транспортних засобів.

В середньому на внутрішньому вторинному ринку в місяць продається 22 тисячі автомобілів зі встановленим ГБО, більшість цих автомобілів оснащені системою ГБО з розподільним впорскуванням газового палива в кожний циліндр, тобто ГБО 4 покоління.

### **1.3 Методи налаштування ГБО 4-го покоління**

Методи налаштування ГБО можна поділити на декілька типів:

1. Статистичне налаштування – налаштування параметрів ГБО на основі характеристик ДВЗ.
2. Динамічне налаштування – автоматичне налаштування ГБО, яке вносить правки в залежності від отриманих показників під час руху автомобіля.
3. Метод тестування – підбір оптимальних налаштувань, спираючись на результати тест-драйву.
4. Налаштування під час руху – спеціаліст виконує налаштування ГБО під час руху автомобіля.
5. Автоматичне регулювання – програмне забезпечення виконує автоматичне налаштування на основі отриманих даних від електронного блоку керування.

Для налаштування ГБО необхідно відслідковувати такі показники:

Оберти двигуна на хвилину – зазвичай двигун працює на газовому паливі в діапазоні 800-4000 обертів на хвилину.

Паливна суміш – вказує на співвідношення об'єму газового палива до об'єму повітря, та відслідковується за допомогою лямбда зонду( датчик кисню), при ідеальній суміші показник лямбда = 1, відбувається повне згорання паливної суміші, та мінімальна кількість викидів. Якщо показник лямбда більший за 1 або



менший, це вказує, що паливна суміш збагачена, або збіднена відповідно, і система ГБО потребує налаштування[6].

Температура охолоджуючої рідини – за допомогою охолоджуючої рідини газове паливо змінює свій агрегатний стан, тому ефективно налаштувати ГБО без потрібної температури не вийде.

Тиск газу в редукторі – для коректної роботи двигуна на газовому паливі необхідно підібрати тиск при якому не буде похибок в роботі ДВЗ.

Система діагностики OBD-II – при налаштуванні ГБО в електронному блоку керування мають бути відсутні помилки, та автомобіль має бути справним[6].

Отже ознайомившись з методами та показниками які необхідні для налаштування ГБО, розглянемо метод, що використовують на підприємстві [28].

Спосіб налаштування включає в себе елементи статистичного, автоматичного та методу тестування.

Для налаштування нам необхідне таке обладнання:

- Ноутбук;
- Спеціальне програмне обладнання;
- Кабель для діагностики;
- Достатня кількість палива.

Програмне забезпечення можна безкоштовно отримати на сайтах виробників обладнання або їх офіційних представників. Кабель для діагностики можна придбати або виготовити власноруч.

Перед тим, як розпочати налаштування ГБО необхідно переконатись, що автомобіль справний, відсутні несправності в системі живлення та запалювання та наявний бензин та газове паливо.

Необхідно прогріти ДВЗ до його робочої температури ( приблизно 80 – 95 С) , вимкнути всі можливі споживачі такі, як система освітлення, кондиціонер, аудио-систему та підключити кабель для налаштування ГБО до ЕБУ та ПК чи ноутбука[8].



Після підключення та входу в інтерфейс програмного забезпечення (розглядатимемо на прикладі програмного забезпечення STAG), необхідно виставити головні параметри (рисунок 1.3):

- кількість циліндрів;
- тип двигуна – атмосферний чи турбований;
- тип датчиків з якого отримуються данні;
- мінімальний час імпульсу;
- фільтр сигналу обертів;
- Підключення датчику кисню.

The screenshot displays two configuration panels. The top panel, titled 'Engine parameters', includes the following settings: 'Number of cylinders' set to '5 cylinders', 'Engine type' set to 'Standard', 'Injection type' set to 'Standard', 'Source of RPM signal' set to 'Petrol injection pulses', 'Min. pulse time' set to '1,5' ms, and 'RPM signal filter' which is unchecked. The bottom panel, titled 'Sensors and actuators', shows 'Lambda sensor 1' and 'Lambda sensor 2', both set to 'Not connected'.

Engine parameters	
Number of cylinders	5 cylinders
Engine type	Standard
Injection type	Standard
Source of RPM signal	Petrol injection pulses
Min. pulse time	1,5 [ms]
RPM signal filter	<input type="checkbox"/>

Sensors and actuators	
Lambda sensor 1	Not connected
Lambda sensor 2	Not connected

Рисунок 1.3 – Налаштування основних параметрів автомобіля.

Далі необхідно налаштувати газовий контролер та виставити такі показники, наведено на рисунку 1.4:

- Температура перемикання на газове паливо;
- Оберти двигуна при яких буде використовуватись газове паливо;
- Час включення ГБО;
- Показник відключення циліндру;
- Функція „теплий запуск “;



Switch-over to gas		Petrol switch-over	
Fuel type	LPG	Min. gas RPM	500 [rpm]
Switch-over threshold	600 [rpm]	Max. gas RPM	4000 [rpm]
Switch-over time	2 [s]	Pressure error delay	300 [ms]
Reducer filling time	0,3 [s]	Intelligent press. drop service	Active
Switch-over temp.	40 [°C]	Min. gas temp.	0 [°C]
Cylinder switch-over	200 [ms]	Max. load on gas	95 [%]
Fuel overlapping	0,0 [ms]	Sensors and actuators	
Hot start	<input type="checkbox"/>	Gas injector type	VALTEK 30 3 Ohm
Auto-forced gas	<input type="checkbox"/>	Reducer temp. sensor	AC TYP R03
Min. red temp (hot start)	30 [°C]	Gas temp. sensor	CT-02-2K (included in kit)
Max. eng. off (hot start)	0 [h]	Extra-inj. off threshold	0,9 [ms]
Switching to gas sound	<input checked="" type="checkbox"/>	Extra-inj. handling	Cutting out of extra-inj.
Gas level drop sound	<input type="checkbox"/>	Inj. control type	Standard
At unloaded engine	<input type="checkbox"/>	Gas level indicator	Config.
Calibration parameters		OBD	
Operational pressure	1,43 [bar]	Continuous codes erasing	
Minimum pressure	0,84 [bar]	<input type="checkbox"/>	
Gas temp.	18 [°C]		

Рисунок 1.4 – Налаштування газового контролера

- Показник максимального навантаження на газу;
- Час помилки по тиску;
- Тип газового палива;
- Робочий тиск редуктора;
- Тип газових форсунок;
- Функція „ екстра – вприскування ”;
- Прогрівання газових форсунок;
- Показник рівню газу має бути встановлений згідно з маркуванням.

Для більш детального та просунутого налаштування необхідно користуватись вкладкою додаткових налаштувань, зображено на рисунку 1.5.

Потім необхідно перейти до опції „ авто налаштування ” та виконати активацію кнопки „ старт ”.

Програмне забезпечення розпочне автоматичне калібрування в якій помаранчева лінія тиску газового палива повинна знаходитися в межах від 1 до 1,4 коефіцієнта.



<b>Emergency starts</b>		<b>Leaning on cold engine</b>	
Allowed	0 <input type="checkbox"/>	Max. engine temp.	40 <input type="checkbox"/> [°C]
Performed	0 <input type="button" value="Clear"/>	Max. RPM	4000 <input type="checkbox"/> [RPM]
<b>Pressure release</b>		Max. gas injection time	20,0 <input type="checkbox"/> [ms]
Switch-over threshold	1,6 <input type="checkbox"/> [bar]	Active	<input type="checkbox"/>
Pulse frequency	5 <input type="checkbox"/> [1/s]	<b>Cold VAG</b>	
<b>Petrol portion</b>		Status	
Min. petrol inj. time	0,0 <input type="checkbox"/> [ms]	Max. engine temp.	60 <input type="checkbox"/> [°C]
Min. RPM	0 <input type="checkbox"/> [RPM]	Sensitivity (1 - max.)	5 <input type="checkbox"/> [kPa]
Petrol adding time	0,0 <input type="checkbox"/> [ms]	Active	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Injectors heating</b>			
Injectors heating	<input type="checkbox"/>		
Activation temperature	10 <input type="checkbox"/> [°C]		
<b>Other</b>			
Auto adaptation (inactive)	<input type="button" value="Config."/>		
Pre-filling system	<input type="checkbox"/>		
Switch off solenoid valve	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ignition signal connected	<input checked="" type="checkbox"/>		
Exit from 'cut-off' by petrol	<input type="checkbox"/>		

Рисунок 1.5 – Вкладка додаткових налаштувань.

Якщо показник буде вищим за 1,4 то це свідчить про занадто малий отвір дюз форсунок, то необхідне збільшення дюз шляхом розсвердлення жиклерів або добору інших. У випадку коли показник коефіцієнта нижчий за 1, то отвір дюз занадто великий, можливе вирішення проблеми запаювання жиклерів, та свердління нового отвору дюз, або заміна жиклерів чи форсунок.

Також для стабілізації положення лінії графіку можливе ручне налаштування тиску газового палива на газовому редукторі, виконати це можна самому, для цього необхідний ключ-шестигранник, дивлячись на діаграму та повертати регулюючий гвинт проти годинникової стрілки для збільшення тиску палива, та за годинниковою для зменшення тиску [9].

Це буде завершенням авто калібрування, ці параметри краще зберегти за допомогою відповідної кнопки.

Тепер необхідно побудувати паливні карти ( рисунок 1.6) та їх відкоригувати.



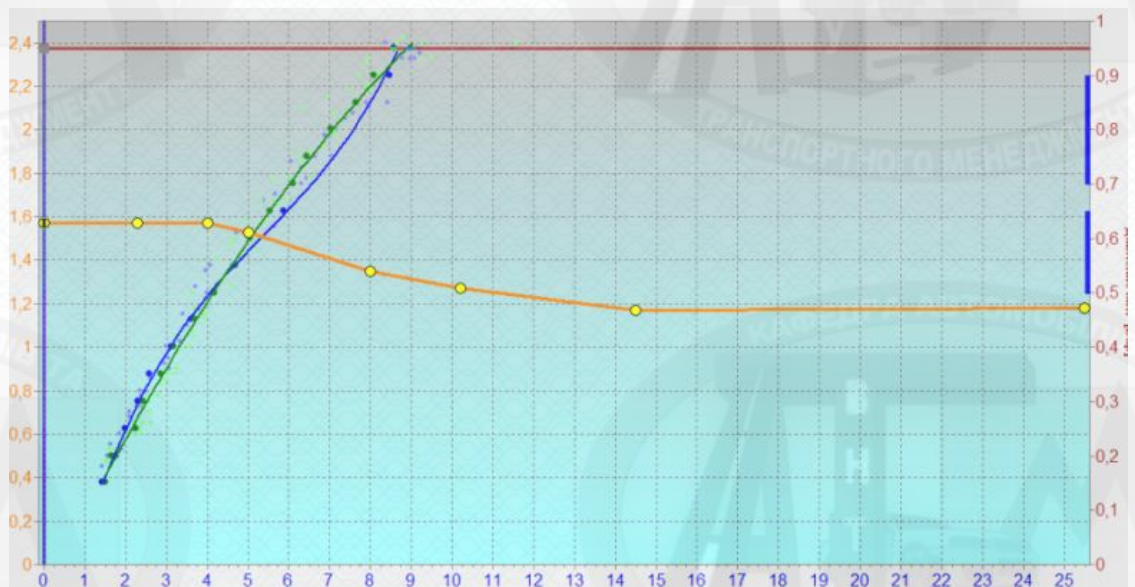


Рисунок 1.6 – Паливна карта

Підключаємо ноутбук до електронного блоку ГБО (для зручності спостереження за побудуванням), виконуємо заїзд до 10 км на бензині, дотримуючись таких правил: рівномірний рух, без різкого прискорення та гальмування, передача має бути підвищеною.

Під час руху будуть з'являтися сині точки, по яких буде будуватися синя крива, це є паливної картою бензину. Потім необхідно переключитися на газове паливо та повторити маршрут, після чого з'явиться зелена крива – газова паливна карта.

Потрібно, щоб криві максимально збігались, це можна перевірити візуально, чи перейти в вкладку „відхилення“, допустимим вважається відхилення в 7-10%.

Якщо відхилення більші ніж 10%, то необхідно збільшити чи зменшити показник коефіцієнта. Це можна зробити за допомогою комп'ютерної миші, а також клавіш клавіатури (↑↓←→). Тепер необхідно зберегти зміни, та можна вважати, що газобалонне обладнання було відрегульовано.

Метод, що використовується на підприємстві має як переваги, так і недоліки, їх наведено в таблиці 1.3



Таблиця 1.3 – Переваги та недоліки методу, що використовують на підприємстві.

Переваги:	Недоліки:
Легкість налаштування;	Неточне налаштування карт;
Не займає багато часу;	Можливість перебудови паливних карт, що може призвести до помилок в роботі ДВЗ;
Потребує небагато обладнання;	Втрата потужності ДВЗ.
Не потребує особливих знань;	
Безкоштовне програмне забезпечення від виробника;	
Кабель для налаштування можливо зробити власноруч.	
Можливість виконати самостійно.	

#### 1.4 Основні висновки до розділу 1 та задач дослідження

Проведений аналіз можливості виконання налаштування газобалонного обладнання автомобіля в умовах станції технічного обслуговування показує є що налаштування може бути покращене за рахунок впровадження нових методів та способів діагностування. Такий підхід повинен покращити результат налаштування, зменшити час необхідний для діагностування автомобіля, покращити ефективність обслуговування, принести більшу кількість клієнтів , що у свою чергу підвищить доходи підприємства.

Задачі, які необхідно вирішити в даній роботі:

1. Виконати науково-технічне обґрунтування вдосконалення ефективності робіт з діагностичного та технічного обслуговування газобалонних автомобілів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів.

2. Підвищення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів.



3. Розрахунок необхідних параметрів для функціонування посту діагностики та обслуговування автомобілів.
4. Визначення ефективності запропонованих рішень.
5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.



## РОЗДІЛ 2. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ ГАЗОБАЛОННИХ АВТОМОБІЛІВ

### 2.1 Зчитування діагностичної інформації та її попереднє опрацювання

Технічний стан газового обладнання автомобіля можна охарактеризувати параметром, який описується діагностичним сигналом, ці сигнали зчитуються зі всіх компонентів системи (рисунок 2.1).

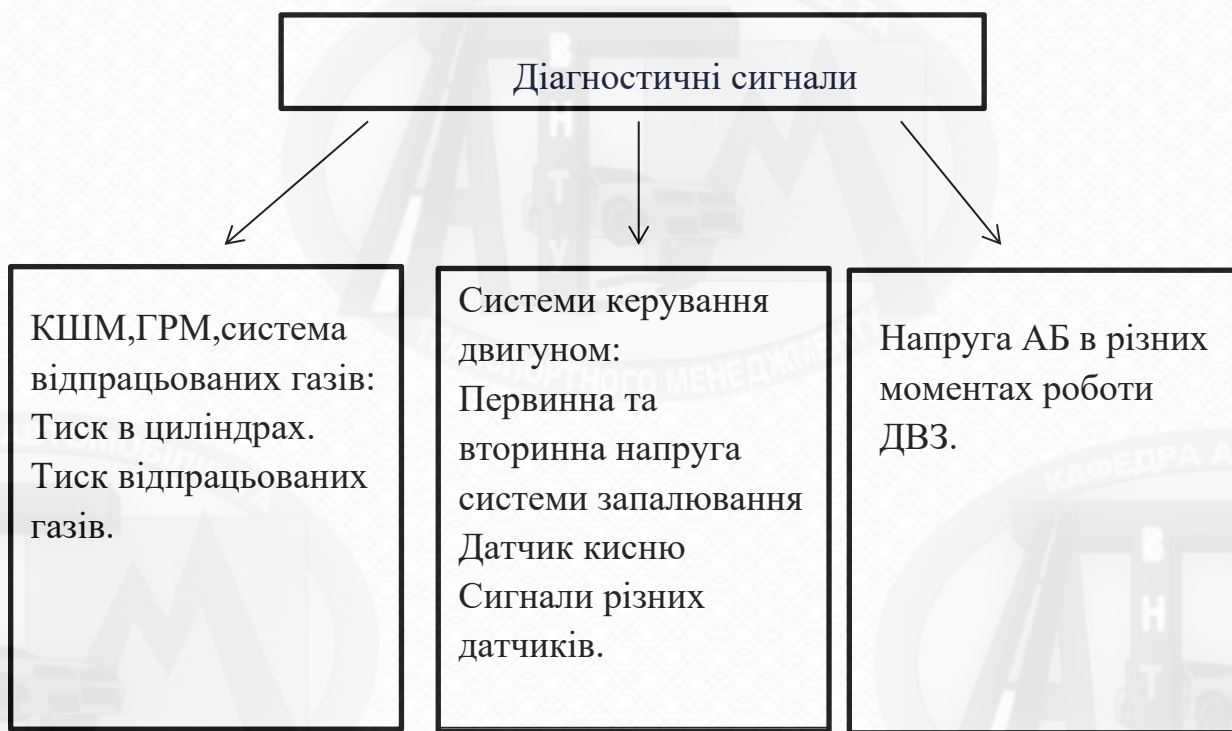


Рисунок 2.1 – Компоненти з яких отримуються діагностичні сигнали

Параметри системи ГБО залежать від параметрів системи керування ДВЗ, які пов'язані з циклами роботи двигуна. Головна характеристика робочого цикла в періодичній повторюваності, більшість систем двигуна мають такі процеси. Це системи і механізми, які пов'язані з циклами роботи двигуна: система запалювання; система впорскування газового та бензинового палива;



кривошипно-шатунний та газорозподільний механізм; електричні сигнали пов'язані з роботою двигуна.

При зчитуванні діагностичних сигналів є деякі припущення, які полягають в тому, що є певний проміжок часу в якому сигнали не перервні та зчитуються з характерних точок діагностування. Вважається що кожен сигнал є обмеженим в часі  $t \in [0, t_{max}]$ , таким чином відбувається фіксування та первинна обробка вхідних даних.

Як приклад розглянемо сигнал який подається на газову форсунку в момент впорскування палива. На рисунку 2.2 зображено сигнал, що надходить на газову форсунку, Точка А – характеризує рівень напруги, що надходить до форсунки; точка В – характеризує відкриття драйвера в електронному блоку керування; точка С – характеризує рівень падіння електричної напруги; точка D – початок закриття драйвера; точка E – обмеження струму, починається плавний спад рівня напруги; точка F – фактичне закриття драйвера; точка G – закриття форсунки.

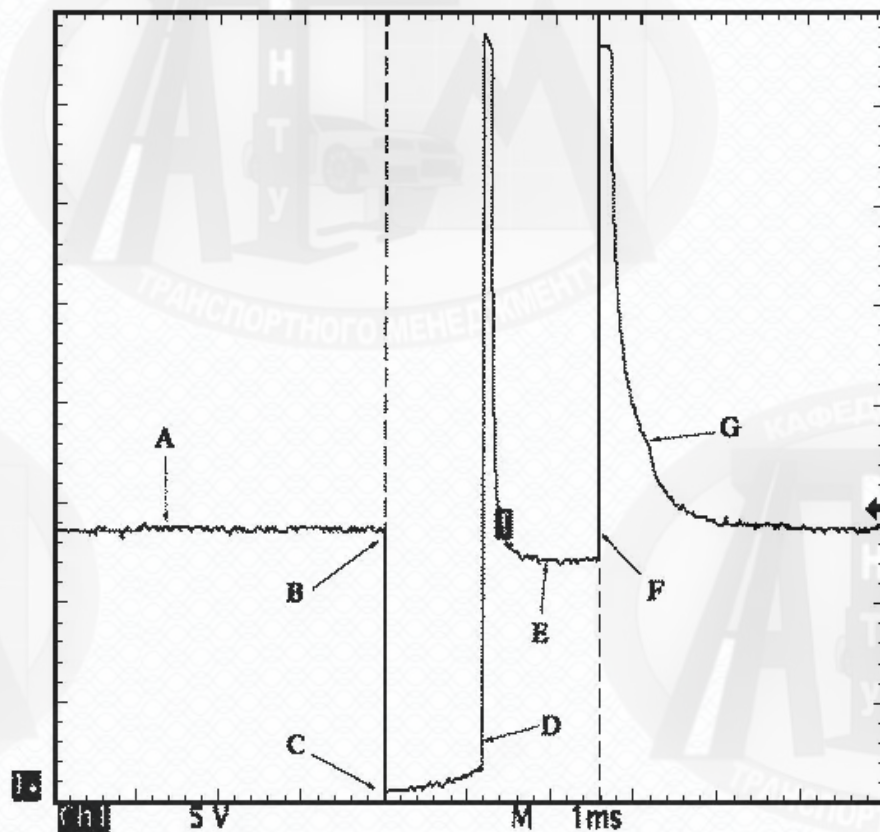


Рисунок 2.2 – Сигнал, що надходить на газову форсунку.



Напруга у системі впорскування палива з часом змінюється, тому прийнято її вважати функцією часу. Сигнал впорскування є досить довготривалим, для того, щоб провести аналіз даного сигналу необхідно його розділити на окремі реалізації. Кожна реалізація є певною частиною сигналу у роботі системи впорскування палива газовими форсунками під час робочого циклу одного циліндра. Кожну окрему реалізацію позначимо  $U_z^m(t)$ ,  $m$  – номер циліндра двигуна,  $z$  – номер реалізації в цьому циліндрі. Інтервал часу  $t_z^m$ , що відповідає одній окремій реалізації називається інтервалом аналізу [10].

Дослідження будь-якої системи автомобіля можна проводити в двох режимах – при постійній частоті обертання колінчастого валу або при змінній частоті обертання. Враховуючи, що автомобільний двигун в більшості працює на змінній частоті обертання колінчастого валу, то і більшість несправностей можуть виникати на режимах зміни частоти обертів.

Умова стаціонарності є однією з характеристик сигналу. Для перевірки умови стаціонарності необхідно визначити абсолютну та відносну похибку інтервалу часу:

$$\Delta = |t_z^m - t_{z-1}^m|, \quad \varepsilon = \left| 100 \cdot \left( 1 - \frac{t_z^m}{t_{z-1}^m} \right) \right|, \quad (2.1)$$

Сигнал системи впорскування палива вважається як стаціонарний якщо:

$$\Delta \leq \Delta_{\partial}, \quad \varepsilon \leq \varepsilon_{\partial}, \quad (2.2)$$

де  $\Delta_{\partial}$ ,  $\varepsilon_{\partial}$  - допустимі значення абсолютної і відносної похибки.

Протягом певного інтервалу часу  $U_{sum}(t)$  формується сукупність реалізацій, до складу якої входить певна кількість повних циклів двигунів. При постійній кількості обертів колінчастого валу стаціонарним вважається будь-який сигнал пов'язаний із циклами роботи двигуна:



$$\lim_{sum \rightarrow p} U_{sum}(t) = const, \quad (2.3)$$

де  $p$  – кількість повних циклів обертів двигуна.

Сигнал який ми досліджуємо має окремі реалізації – постійні та періодичні. Важливо визначити час при котрому почне роботу певна з реалізацій при роботі окремого циліндра ДВЗ. Визначити цей час необхідно для правильного розподілу сигналу на окремі реалізації. Позначимо цей час  $t_{mz}$ . Якщо частота обертання колінчастого валу постійна:

$$t_{mz} = z \cdot \bar{T}_0 + \bar{t}_0^m \cdot (m - 1), \quad (2.4)$$

де  $z=(1 \dots p)$  – номер повного циклу двигуна;

$\bar{T}_0$  – усереднена тривалість одного циклу двигуна, мС;

$\bar{t}_0^m$  – усереднена тривалість однієї реалізації в  $m$  циліндрі, мС.

Розподіл будь-якого сигналу на реалізації можна зобразити за допомогою часової діаграми (рисунок 2.3).

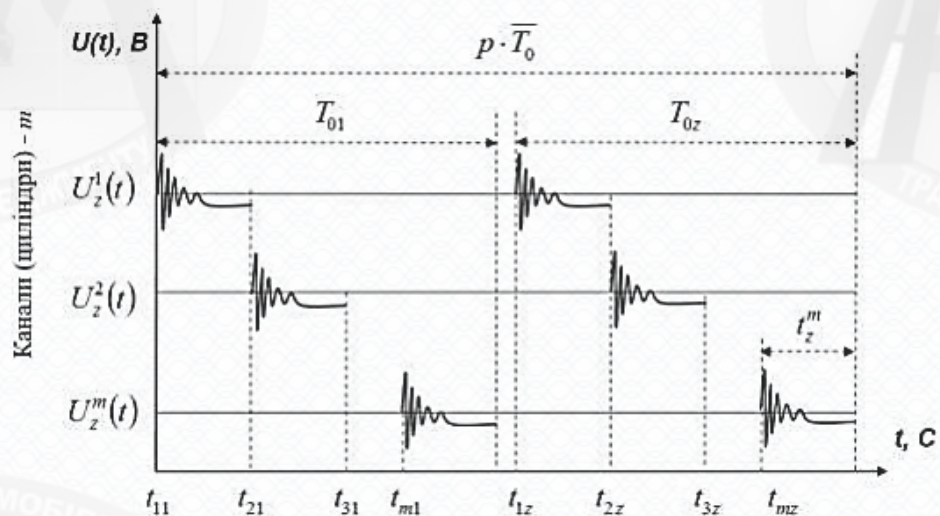


Рисунок 2.3 – Діаграма розподілу сигналу на окремі реалізації.



Період повного циклу двигуна  $T_{0z}$  визначається певним інтервалом часу  $[t_{m(z-1)}, t_{mz}]$ . Усереднений період визначається при постійній кількості обертів колінчастого вала:

$$\bar{T}_0 = \frac{1}{z} \sum_{i=1}^z T_{0zi}, \quad (2.5)$$

В двох режимах можливо розглянути паралельно послідовну обробку діагностичного сигналу:

А) Постійна кількість обертів колінчастого вала. Умова стаціонарності процесу виконується при  $(T_1 \approx T_2 \approx \dots \approx T_{0i} \approx \dots \approx T_{0z} \approx \bar{T}_0)$ .

$$U(t) = \begin{cases} U_z^1(t), \bar{T}_0 \cdot (z-1) \leq t \leq \bar{T}_0 \cdot (z-1) + \bar{t}_0^1 \\ U_z^2(t), \bar{T}_0 \cdot (z-1) + \bar{t}_0^1 \leq t \leq \bar{T}_0 \cdot (z-1) + \bar{t}_0^1 + \bar{t}_0^2 \\ \dots \\ U_z^m(t), \bar{T}_0 \cdot (z-1) + \sum_{j=1}^{m-1} \bar{t}_0^j \leq t \leq \bar{T}_0 \cdot (z-1) + \sum_{j=1}^m \bar{t}_0^j \end{cases} \quad (2.6)$$

де  $z$  – довільна кількість ( $z \rightarrow \infty$  при необмеженому часі спостереження)

Б) змінна частота обертів колінчастого вала. Умова стаціонарності процесу не виконується  $(T_1 \neq T_2 \neq \dots \neq T_{0i} \neq \dots \neq T_{0z} \neq \bar{T}_0)$ .

$$U(t) = \begin{cases} U_z^1(t), \sum_{j=1}^{z-1} T_{0ij} \leq t \leq \sum_{j=1}^{z-1} T_{0ij} + t_z^1 \\ U_z^2(t), \sum_{j=1}^{z-1} T_{0ij} + t_z^1 \leq t \leq \sum_{j=1}^{z-1} T_{0ij} + t_z^1 + t_z^2 \\ \dots \\ U_z^m(t), \sum_{j=1}^{z-1} T_{0ij} + \sum_{j=1}^{m-1} t_z^j \leq t \leq \sum_{j=1}^{z-1} T_{0ij} + \sum_{j=1}^m t_z^j \end{cases}, \quad (2.7)$$

Для повного опрацювання сигналу та точності результатів необхідно витримати умову стаціонарності сигналу в часі. Можлива не вірність результатів, якщо сигнал буде не стаціонарним, і тоді обробка сигналу стане не достовірною, це показано на вище приведених умовах.



Під час опрацювання діагностичного сигналу потрібно працювати не з однаковими інтервалами часу, а приймати інтервал часу за який двигун виконує певний цикл роботи, як приклад вприскування палива в один циліндр  $t_z^m$ . За допомогою матриці з розмірністю  $m \times z$ , в якій  $z \rightarrow \infty$ , можливо зобразити сукупність окремих повних циклів роботи ДВЗ.

$$F(t) = \begin{pmatrix} U_1^1(t) & U_2^1(t) & \dots & U_z^1(t) \\ U_1^2(t) & U_2^2(t) & \dots & U_z^2(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ U_1^m(t) & U_2^m(t) & \dots & U_z^m(t) \end{pmatrix}, \quad (2.8)$$

Можна ввести умовне позначення  $i$ -му досліджуваному каналі ( $i \in [1, m]$ ), для функції, що несе опис процесу в одному з робочих циліндрів:

$$Q_i(t) = (U_1^i(t) \ U_2^i(t) \ \dots \ U_z^i(t)), \quad (2.9)$$

Тоді залежність (2.8) буде мати вигляд:

$$F(t) = \begin{pmatrix} Q_1(t) \\ Q_2(t) \\ \dots \\ Q_m(t) \end{pmatrix} \quad (2.10)$$

Сигнал під час діагностування не можна досліджувати лише однією реалізацією під час одного циклу роботи ДВЗ. Результати такого дослідження будуть не вірні і можуть бути хибними. Для більшої достовірності результатів потрібно використовувати певну множину реалізацій. Протягом певного часу ця множина зчитуватиметься і її потрібно буде усереднити, відслідковується пропорція, чим більша кількість реалізацій, тим більш достовірний результат діагностики.

Для прикладу розглянемо усереднення деякої кількості реалізацій сигналів вприскування палива в один циліндр.



Для виконання умов стаціонарності потрібні постійні оберти колінчастого вала ДВЗ. Усереднену функцію реалізації сигналу для одного циліндру визначають за формулою:

$$\overline{U_0^m(t)} = \frac{1}{z} \int U_i^m(t) dt, \quad (i \in [1, z]). \quad (2.11)$$

Виконання діагностики при постійних обертах колінчастого вала ДВЗ недостатньо, необхідно виконувати діагностування на різних режимах роботи двигуна для більш точного діагностування та визначення несправностей.

Із збільшенням частоти обертів колінчастого вала зменшується інтервал аналізу відповідної реалізації сигналу, і навпаки, інтервал аналізу збільшується зі зменшенням частоти обертів колінчастого вала. В таких випадках умови стаціонарності не виконуються і застосовувати прямо усередині сигналу стане не можливо. Різний проміжок часу можуть мати окремі реалізації сигналу, тоді для їх усереднення необхідно звести ці показники до базового часового проміжку.

Прийmemo  $t_0^m$  і  $t_i^m$  – інтервали аналізу  $m$ -го циліндра для будь-яких двох реалізацій ( $t_0^m \neq t_i^m$ ), які описуються відповідними функціями  $U_0^m(t)$  і  $U_i^m(t)$ .

Прийmemo інтервал аналізу  $t_0^m$  як базовий ( $t_0^m = \frac{2\pi}{w_0}$ ), тоді масштабування сигналів матиме вигляд:

$$U_0^m(t) = U_i^m(\Theta_i \cdot t), \quad t_0^m = \Theta_i \cdot t_i^m, \quad (2.12)$$

де  $\Theta_i$  – масштабний коефіцієнт.

При  $|\Theta_i| < 1$ , то сигнал розтягується, а якщо  $|\Theta_i| > 1$  – стискається. Після перетворення, стане таким:

$$U(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} A_k \exp \left\{ j \frac{2\pi \cdot k}{t_0^m} t \right\} = \sum_{k=-\infty}^{\infty} A_k \exp \left\{ j \frac{2\pi \cdot k}{t_1^m \cdot \Theta_i} t \right\}. \quad (2.13)$$



Приведення  $t_i^m$  до  $t_0^m$  здійснюється в реальному часі, необхідно паралельно обробляти данні з кожного каналу, що значно ускладнює реалізацію вхідної частини. Схема послідовно – паралельної обробки діагностичного сигналу окремих реалізацій зображено на рисунку 2.4.

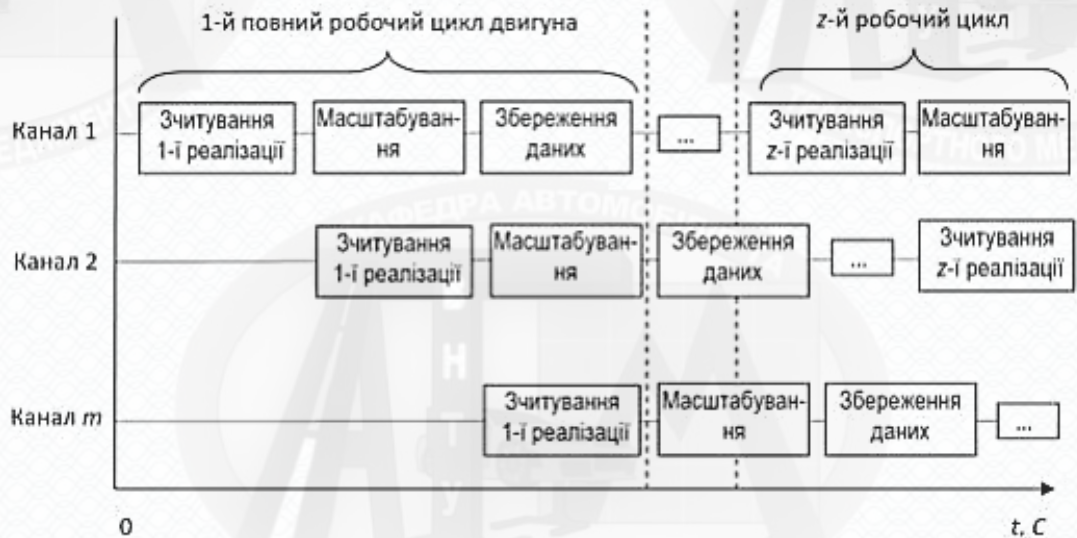


Рисунок 2.4 – Послідовно-паралельна обробка вхідних даних

Після  $z$ -ї кількості робочих циклів двигуна, що діагностується, та з кожного циліндру буде отримано  $z$  кількість реалізацій, всі інтервали аналізу буде приведено до базових для всіх реалізацій. Завдяки цьому можна визначити усереднену реалізацію в кожному циліндрі. Після визначення усереднення реалізації у множину визначених реалізацій можуть доєднатись реалізації з зовнішніми заводами, прийняти вважати такі реалізації хибними і аномальними. Тому перед подальшим опрацюванням сигналів необхідно відфільтрувати та видалити хибні реалізації, лише потім проводити процедури усереднення реалізацій.

## 2.2 Математична модель процесу діагностування газобалонних систем

Процес діагностування будь-якої системи газового обладнання потрібно виконувати згідно з математичною моделлю. Математична модель є теоретичним



описом наукового підходу для визначення стану певної системи ГБО. Для опису діагностичної системи використовують математичну модель, яка зображена на рисунку 2.5.

Під час діагностування необхідно працювати з вхідними та вихідними параметрами, ці параметри визначають чи справний стан системи, що діагностується. Процес отримання діагностичних параметрів досить не простий, тому для цього використовують різні способи, один з таких способів – експериментальний. Суть цього методу полягає в виконанні певних дій з об'єктом дослідження, та реакція об'єкта на ці дії.

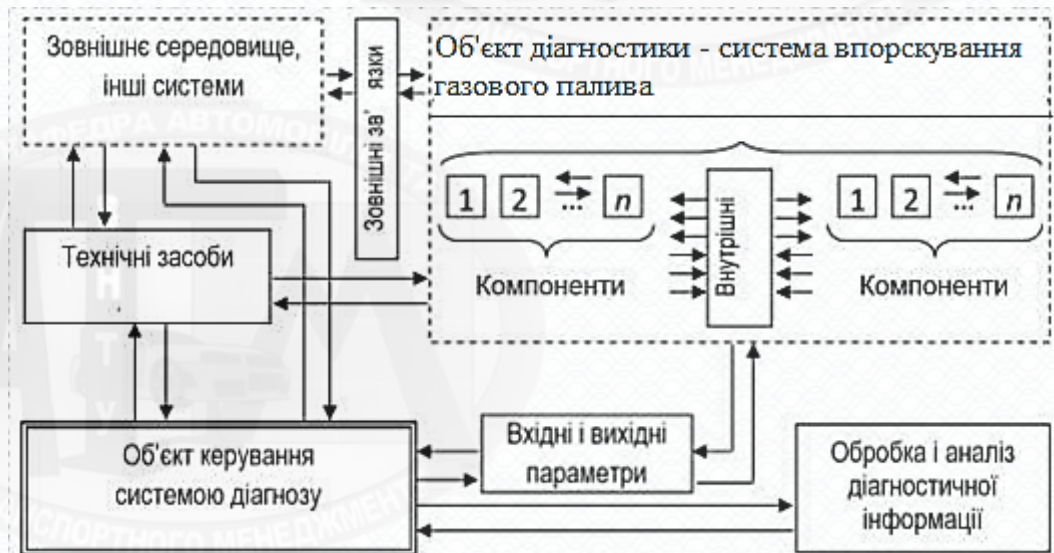


Рисунок 2.5 – Функціональна схема діагностичної системи визначення технічного стану системи впорскування газového палива.

Математична модель описує процеси які відбуваються в об'єкті діагностування при справному та несправному стані. Математичну модель можна виразити в аналітичній табличній формі або графічній формі. Дотримання певних обмежень важливе при побудуванні математичних моделей, а саме мінімальна кількість елементарних перевірок, та оптимальна кількість параметрів які потрібно отримати, для можливого визначення технічного стану автомобіля.

Математичні моделі описують у двох станах – явні та неявні. Зазвичай при розробці неявної математичної моделі описується лише один стан системи, і це



справний, всі інші стани системи описуються правилами, притримуючись яких можна отримати справні системи виходячи із справжнього стану. В явному стані математична модель передбачає опис справного стану, а опис інших можливих станів передбачає типові несправності даної системи.

Для того, щоб створити математичну модель визначення технічного стану певного вузла автомобіля можливе використання методу порівнювання сигналу, що досліджується із сигналами, які отримувались раніше. Для цього методу необхідно створити базу даних та внести взірцеві сигнали та сигнали несправностей системи, що діагностується, тоді діагностичну модель можна зобразити за допомогою матриці, яка міститиме опис кожного технічного стану системи:

$$M = \begin{pmatrix} X_0 \\ X_1 \\ \dots \\ X_k \end{pmatrix}, \quad (2.14)$$

За допомогою параметрів  $X_0, X_1, X_2 \dots X_k$  можна охарактеризувати технічний стан системи. Параметр  $X_0$  характеризує справний стан системи, кожен наступний параметр характеризуватиме несправності або їх поєднання.

Тоді параметр  $X_i$  буде функцією багатьох змінних:

$$X_i = \varphi(F_1, F_2, \dots, F_n), \quad (2.14)$$

де  $F_1, F_2, \dots, F_n$  – характеризують кожен окрему несправність.

Завдання математичної моделі вирішувати задачі зі встановлення взаємозв'язку між діагностуванням системи та параметрами математичної моделі.

Перед створенням математичної моделі(рисунк 2.6) необхідно описати попередні умови:

1) Дані для опрацювання подаються лише у цифровій формі;



2) Описати функціональні процеси можливо амплітудно – частотними характеристиками;

3) Для визначення несправності порівнюються частотні характеристики несправності сигналу який досліджується з сталим сигналом, що міститься у базі даних.

Як приклад розглянемо спектральні характеристики сигналу газової форсунки. Для характеристика технічного стану системи використовують графік спектральної щільності, якщо у системі виникають несправності, то змінюються частотні характеристики сигналу. Кожна несправність призводить до появи аномалій у визначених діапазонах частот у графіку спектральної щільності потужності.

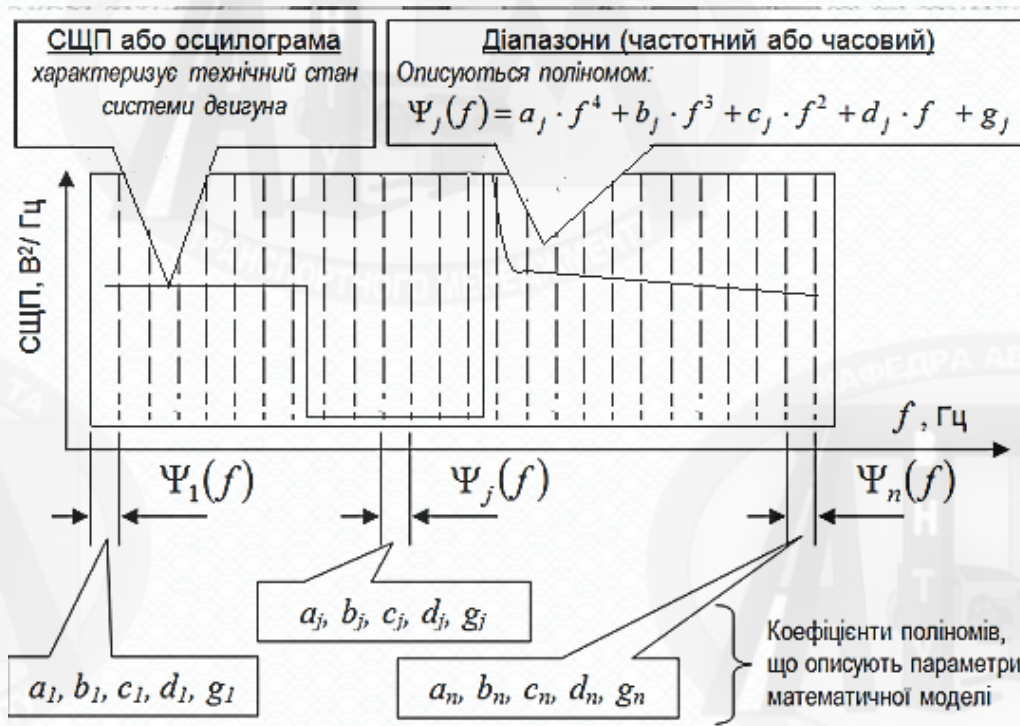


Рисунок 2.6 – Визначення параметрів математичної моделі

За допомогою кривою зображають графік спектральної щільності потужності, ця крива є описом технічного стану системи яку діагностують. Тобто для визначення несправності потрібно порівняти криву спектральної щільності



потужності яку отримали в результаті діагностики з кривими які наявні в базі даних.

Для комфорту порівняння розділимо графік спектральної щільності потужності на окремі частотні діапазони, несправності які можуть з'явитись в системі вносять зміну в криву лише в певному діапазоні та кожна типова несправність впливає на графік по – різному. Тобто кожна окрема несправність вносить індивідуальні аномалії в окремі діапазони.

При розподілу графіку на окремі діапазони ми отримаємо множину діапазонів кожен з яких описуватиметься окремим графіком, і кожен такий діапазон можна назвати поліномом. Тобто ми отримаємо матрицю полігонів:

$$X_i = \begin{pmatrix} \Psi_1(f) \\ \Psi_2(f) \\ \dots \\ \Psi_n(f) \end{pmatrix}, \quad (2.16)$$

Інтерполяція – це процес опису окремих діапазонів за допомогою поліномів, для описів діапазонів частоти виберемо поліном четвертого порядку. Тоді кожен поліном зобразимо у вигляді функції:

$$\Psi_j(f) = a_j \cdot f^4 + b_j \cdot f^3 + c_j \cdot f^2 + d_j \cdot f + g_j. \quad (2.17)$$

Тоді формула (2.16) матиме вигляд:

$$X_i = \begin{pmatrix} \Psi_1(f) = a_1 \cdot f^4 + b_1 \cdot f^3 + c_1 \cdot f^2 + d_1 \cdot f + g_1 \\ \Psi_2(f) = a_2 \cdot f^4 + b_2 \cdot f^3 + c_2 \cdot f^2 + d_2 \cdot f + g_2 \\ \dots \\ \Psi_n(f) = a_n \cdot f^4 + b_n \cdot f^3 + c_n \cdot f^2 + d_n \cdot f + g_n \end{pmatrix}. \quad (2.18)$$

Залежність (2.18) можна спростити та представити у вигляді матриці коефіцієнтів поліномів[5]:



$$X_i = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 & d_1 & g_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 & g_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_n & b_n & c_n & d_n & g_n \end{pmatrix}. \quad (2.19)$$

Матриця коефіцієнтів має можливість описати будь-який стан системи та будь-яку типову несправність. Використання цього методу є зручним для формування бази даних в якій будуть зберігатись коефіцієнти поліномів.

Під час процесу діагностування для системи яка діагностується також буду визначені коефіцієнти поліномів, визначенні коефіцієнти відразу будуть поєднуватись із коефіцієнтами в базі даних. Оскільки в базу даних будуть занесені коефіцієнти усіх типових несправностей, то під час процесу автоматичного порівняння знайдеться матриця коефіцієнтів яка найбільш схожа на матрицю коефіцієнтів, що діагностується.

Для того, щоб була можливість для порівняння окремих частотних діапазонів сигналу який досліджується із частотними коефіцієнтами наявними в базі даних необхідно розрахувати коефіцієнт кореляції:

$$r_y = \frac{1}{|\Omega_j, \Omega_{j+1}| \cdot \sigma_{\text{дос}} \sigma_{\text{баз}}} \int_{\Omega_j}^{\Omega_{j+1}} (\Psi_{j\text{дос}}(f) - \overline{\Psi_{j\text{дос}}}) \cdot (\Psi_{j\text{баз}}(f) - \overline{\Psi_{j\text{дос}}}) df, \quad (2.20)$$

де  $i$  – номер параметра  $X_i$  з бази даних ( $i \in [1, k]$ );

$J$  – номер діапазону частот у графіку СЦП ( $j \in [1, n]$ );

$n$  – кількість діапазонів частот графіка СЦП;

$k$  – кількість параметрів  $X_i$  математичної моделі;

$\Omega_j$  – початок  $j$ -го діапазону частот;

$\sigma_{\text{дос}} \sigma_{\text{баз}}$  – стандартні відхилення  $j$ -го діапазону частот;

За отриманням результатів будемо матрицю коефіцієнтів кореляцій ( $k \times n$ ):



$$R_{\psi} = \begin{pmatrix} r_{01} & r_{02} & \dots & r_{0n} \\ r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & r_{kn} \end{pmatrix}, \quad (2.21)$$

Кожен рядок приведеної матриці несе опис як корелює досліджуваний сигнал з одним із параметрів математичної моделі, кожен параметр описує типову несправність системи яка діагностується. Прийнято вважати, що сигнал який досліджується корелює з одним рядком матриці в випадках коли коефіцієнт кореляції даного рядка більший певного допустимого значення.

Таким чином матриця коефіцієнтів кореляції, що ми отримали дасть можливість встановити відповідність стану системи, що діагностується в даний час з одним зі станів які збережені в базі даних.

Такий підхід зможе максимально автоматизувати діагностування стану певної системи та зменшить вплив людського фактору при виявленні причини несправності.

Описана вище математична модель та метод автоматичного визначення несправностей систем автомобіля буде доповнюватись під час процесу експлуатації. Під час виконання діагностування ми отримаємо певний стан системи, що описуватиметься коефіцієнтами, якщо отримана матриця коефіцієнтів вже наявна в базі даних, то система автоматично визначить несправність або вкаже, що автомобіль справний, в такому випадку процес діагностування завершено.

Можливий випадок отримання матриці коефіцієнтів, яка не наявна у базі даних, тоді потрібно визначити несправність іншим шляхом, а отриману матрицю занести до бази даних з описом несправності.

Тому можна зробити висновок, що описана математична модель та спосіб автоматичного діагностування є відкритим і може поновлюватись в процесі експлуатації.



### 2.3 Вдосконалення методу для покращення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів.

Для покращення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів пропонуємо алгоритм автоматичного діагностування з мінімальним людським фактором. Процес буде включати в себе інтелектуальне опрацювання яка виконується із застосування спеціального програмного забезпечення.

Цей спосіб передбачає зменшення витрати часу на діагностування газобалонної системи, оскільки від працівниками потрібно буде лише приєднати діагностичне обладнання та отримати відповідну діагностичну інформацію про стан системи. Потім на персональному комп'ютері відповідне програмне забезпечення опрацює отриману інформацію, проведе систематизацію фільтрувань та надасть цифрову відповідь.

Для коректного функціонування програмного забезпечення потрібні відповідні датчики з яких вона отримуватиме сигнали та необхідна база даних для збереження отриманих сигналів та опрацьованої інформації.

Для діагностування газобалонних систем необхідно отримувати данні які отримає ЕБК автомобіля від систем керування двигуном та доукомплектування певними датчиками газової установки.

Від систем керування двигуна необхідні сигнали з таких датчиків:

- Датчик положення колінчастого вала і частоти його обертання;
- Датчик розташування розподільного вала;
- Датчик кисню (лямбда – зонд);
- Датчик температури охолоджувальної рідини.

Сигнали з цих датчиків можливо отримати шляхом підключення до системи діагностики OBD–II, або продублювати ці сигнали для газового обладнання.

Доукомплектувати систему можна кількома датчиками тиску по всій газовій магістралі для контролю за герметичністю. Створення бази даних для збереження сигналів та опрацьованих даних у процесі формування автоматичної моделі



діагностування газобалонних систем автомобіля. Оскільки система характеризується множиною певних типових несправностей, які можуть виникнути під час експлуатації автомобіля, то кожна несправність має бути описана та збережена в цій базі даних. Процес формування бази даних буде зображений у вигляді блок-схеми на рисунку 2.7 .

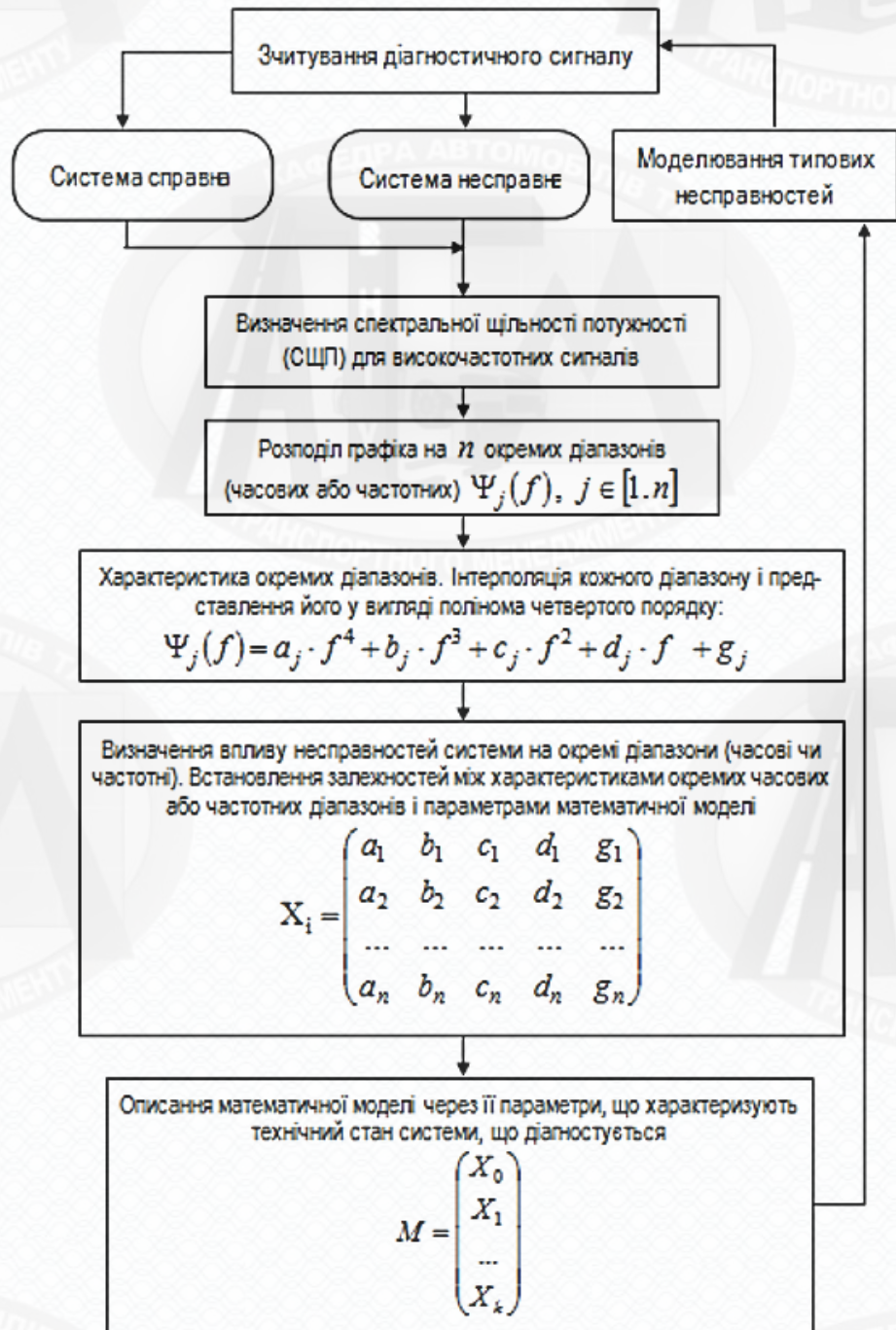


Рисунок 2.7 - Блок-схема створення інформаційної бази даних параметрів



На першому етапі із системи відбувається отримання діагностичного сигналу, система в цей час знаходиться або в справному, або не в справному стані.

Для кожного сигналу визначається характеристика його сигналу. Якщо сигнал містить високочастотні складові, то необхідно визначити спектральні характеристики у вигляді спектральної щільності потужності, якщо в сигналі відсутні високочастотні складові, то визначити не потрібно.

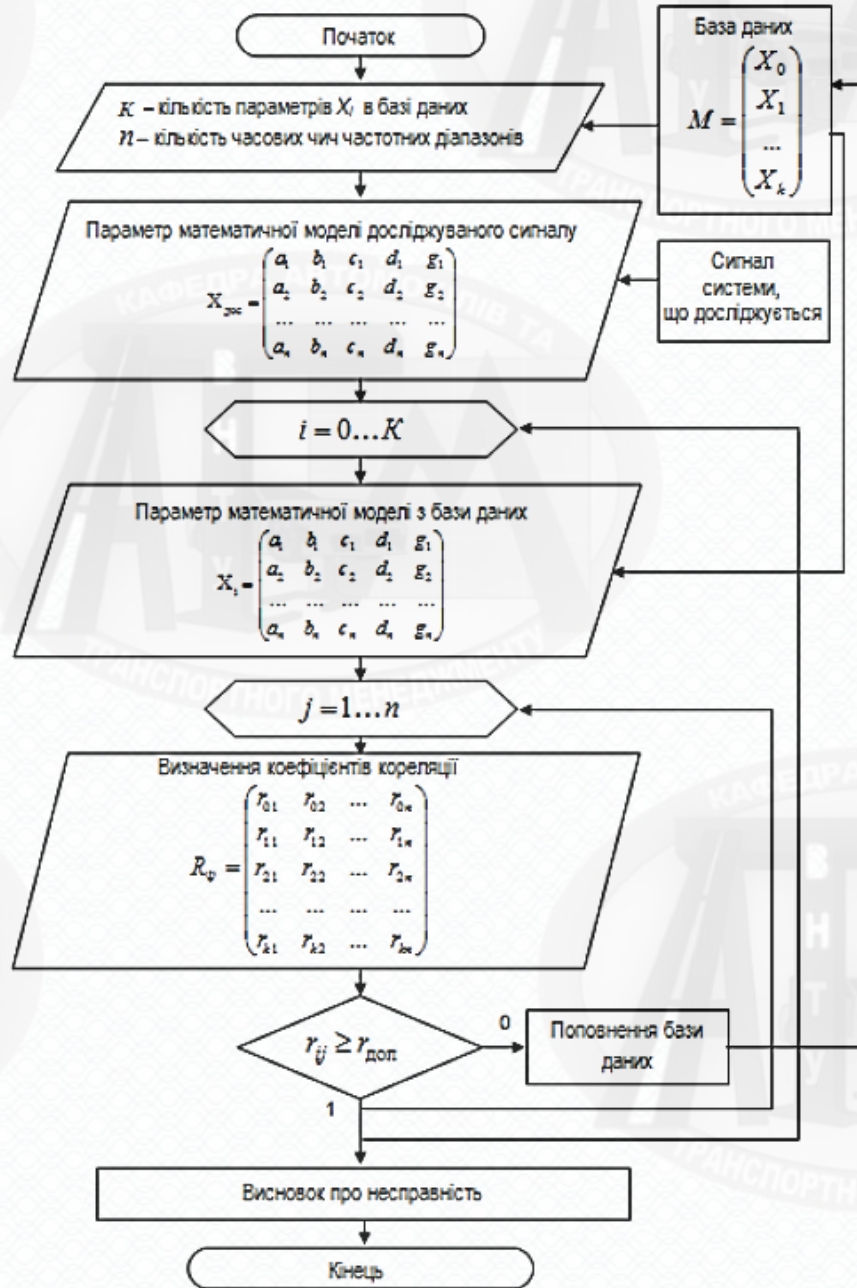


Рисунок 2.8 - Блок-схема автоматизованого порівняння параметрів математичної моделі та поповнення бази даних



На другому етапі сигнал необхідно розділити на окремі діапазони, поява аномалій на певному діапазоні буде характеризувати певну несправність системи.

На третьому етапі необхідно зберегти несправності в базу даних, це можна зробити використовуючи спосіб інтерполяції і описати кожен діапазон як поліном четвертого порядку з відповідними коефіцієнтами.

Отже в результаті ми отримаємо множину коефіцієнтів у вигляді матриць (рисунок 2.8) , кожна з матриць описуватиме певну несправність системи або її справний стан (рисунок 2.9) .

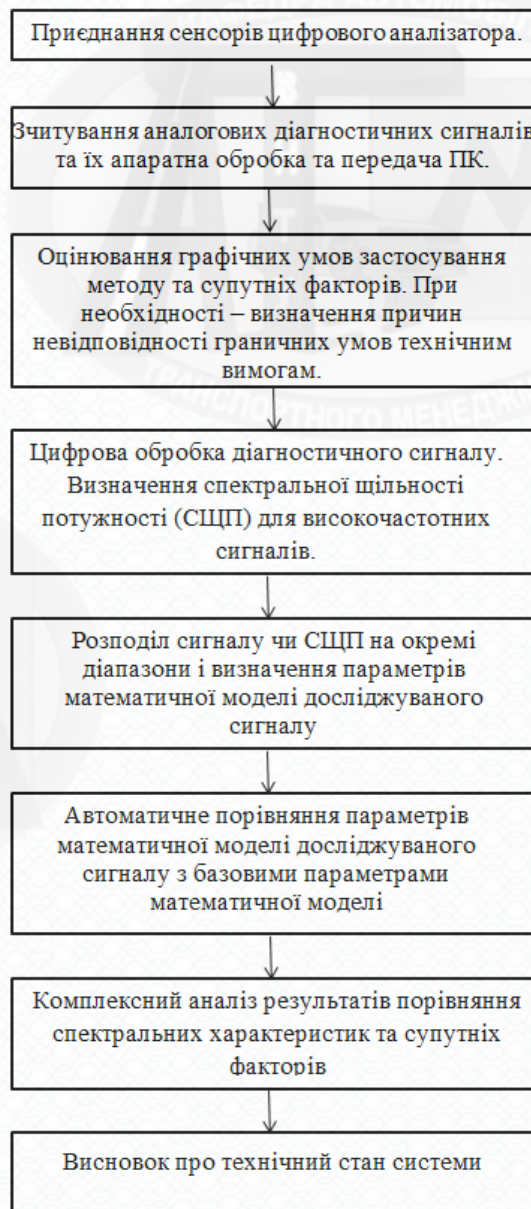


Рисунок 2.9 – Блок-схема алгоритму автоматизованого діагностування



Кількість матриць у базі буде постійно доповнюватиметься, що зменшить час на діагностування, пришвидшить процес обслуговування автомобіля, та збільшить кількість автомобілів, які зможуть обслуговуватись на підприємстві.

Час потрібен для обслуговування автомобіля зменшиться, що дасть змогу обслуговувати більшу кількість автомобілів за день.

Inj. time [ms]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3000	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	0
2500	5	3	3	3	1	1	1	1	1	1	3	3	0
2000	9	7	6	6	1	1	1	1	1	1	5	5	0
1500	9	7	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	5	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
500	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RPM [RPM]													

Рисунок 2.10 – Меню налаштування часу впорскування палива в залежності від обертів ДВЗ.

Значно спроститься процес налаштування часу впорскування палива (рисунки 2.10) та збільшиться точність налаштування, оскільки стан паливної суміші та всього обладнання буде постійно відслідковуватись, що збереже динаміку автомобіля, запобігти проблемам із ДВЗ, які можливі при русі на збідненій чи збагаченій паливній суміші та зробити ГБО ще більш економічно вигідним.

## 2.4 Основні висновки до розділу 2

У розділі було досліджено та описано використання математичної моделі для підвищення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів в умовах станції технічного обслуговування. Аналіз проведений в



рамках цього дослідження, дозволив зрозуміти, що матриця коефіцієнтів кореляції дозволяє створити систему, що оптимізує процес діагностики газобалонних автомобілів, дозволить досягти високої точності у виявленні несправностей та відхиленні показників від норм, має потенціал у розвитку, за рахунок постійного оновлення даних в процесі експлуатації та суттєво знижує людський фактор на результат виявлених несправностей.



### РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК НЕОБХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПОСТУ ДІАГНОСТИКИ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ.

#### 3.1 Вибір та обґрунтування вхідних даних

Для прикладу визначимо параметри необхідні для функціонування зони ТО і ПР міської СТО із 1 постом і кількістю автомобіле-заїздів в рік – 1250. На рисунку 3.1 показана блок-схема виконання розрахунків трудомісткості робіт ТО і ПР на СТО.

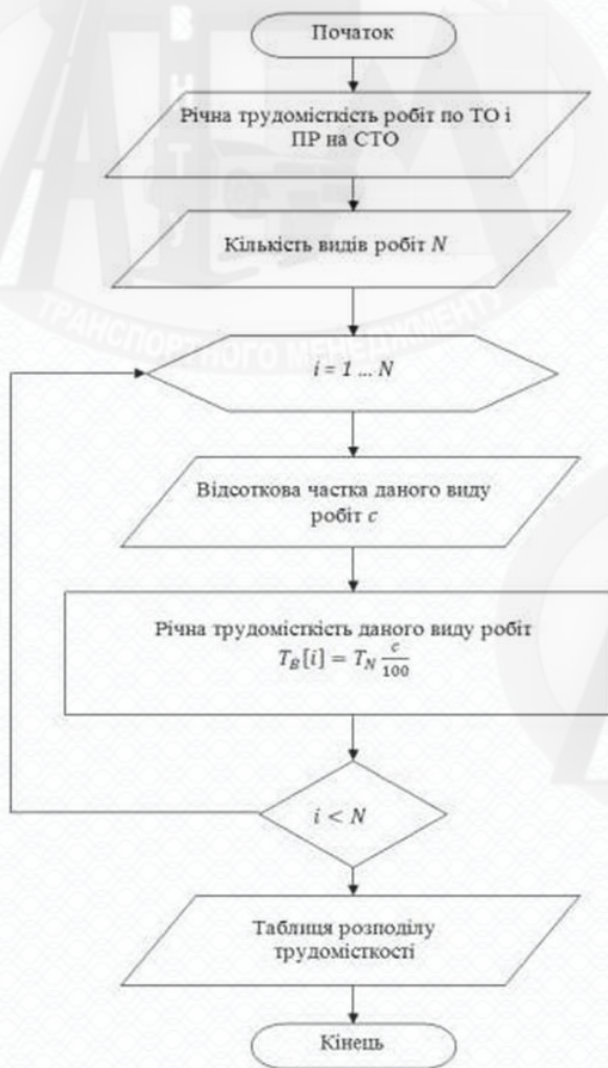


Рисунок 3.1 – Блок-схема розрахунків трудомісткості робіт ТО і ПР



В якості програмного продукту можуть бути вибрані електронні таблиці Microsoft Office Excel або програмні середовища Delphi чи Microsoft Visual Studio з мовами програмування Pascal та C++ відповідно.

Особливістю розрахунку виробничої програми станцій технічного обслуговування є те, що заїзди автомобілів на СТО для виконання всіх видів робіт носять імовірнісний характер.

Середньорічний пробіг  $L_{c-p}$  автомобілів залежить від індивідуальних умов експлуатації та кліматичного району. Для районів, в яких середньорічна кількість днів із плюсовою температурою становить 230 днів:  $L_{c-p} = 14000$  км.

Як в міському так і в дорожньому СТО виробнича програма характеризується трудомісткістю ТО і ПР автомобілів. Для міської СТО трудомісткість ТО і ПР залежить від марки автомобіля. Через різноманітність автомобільного парку автомобілів, що експлуатуються на даний час в Україні, то рекомендується всі автомобілі, що обслуговуються на міській СТО, поділити на три групи: особливо малого класу, малого класу і середнього класу.

Розподіл автомобілів на групи виконується згідно із статистичними даними, зібраними за минулі роки.

Тип СТО – міська, універсальна.

Існуюча загальна кількість постів на СТО:  $X_{СТО} = 1$ .

Статистичним способом визначимо кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО, згідно статистичним даним за минулий рік було зареєстровано  $N_{ТО і ПР}^p = 1250$  (авто.  $\frac{\text{авт.}}{\text{рік}}$ ) автотранспортних засобів для виконання робіт ТО і ПР.

Для одного автомобіля частота заїзду для виконання робіт з ТО і ПР становить:  $n_{ТО і ПР}^p = 2$  ( $\frac{\text{рази}}{\text{рік}}$ ).

Кількість обслуговуваних автомобілів  $A_{\text{авт}}$  буде меншою, оскільки один автомобіль заїжджає на СТО кілька разів:

$$A_{\text{авт}} = \frac{N_{ТО і ПР}^p}{n_{ТО і ПР}^p}, \quad (3.1)$$



де  $n_{\text{ТО і ПР}}^p$  – частота заїздів одного автомобіля на СТО для виконання ТО і ПР протягом року.

$$A_{\text{авт}} = \frac{1250}{2} = 625 \text{ (авт.)}.$$

Для міської СТО необхідно виконати розподіл автомобілів на групи. Згідно з середньостатистичними даними за минулий рік та даними інших однотипних СТО міста, розподіл автомобілів може бути виконаний таким чином:

- автомобілі особливо малого класу – 22 %;
- автомобілі малого класу – 42 %;
- автомобілі середнього класу – 36 %.

Середньорічний пробіг автомобілів приймаємо  $L_{c-p} = 14000$  (км), як для регіону в якому середньорічна кількість днів із плюсовою температурою становить 230 днів [31]. Вихідні дані до розрахунку виробничої програми зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Вихідні дані до розрахунку виробничої програми міської СТО

Параметр	Ум.позн.	Од.вим.	Значення
1	2	3	4
Існуюча кількість постів	$X_{n-існ}^{\text{СТО}}$	д.	1
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{\text{ТО і ПР}}^p$	заїздів	1250
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	$n_{\text{ТО і ПР}}^p$	Заїздів в рік	2
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	$A_{\text{авт.}}$	Авто.	625



Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
Автомобілів I групи:	$A_{\text{Авт.}}^I$	Авт.(%)	188
Автомобілів II групи:	$A_{\text{Авт.}}^{II}$	Авт.(%)	250
Автомобілів III групи:	$A_{\text{Авт.}}^{III}$	Авт.(%)	187
Середньорічний пробіг автомобілів	$L_{\text{с-р}}$	Км.	14000
Кліматичний район	ПКЗ	-	Помірно - теплий
Режим роботи СТО			
Кількість робочих днів СТО	$D_p$	дні	305
Тривалість зміни	$t_{\text{зм}}$	Год.	7
Кількість робочих змін	ТО і ПР	С	1
	Приймання і видачі	С	1

### 3.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ

#### 3.2.1 Вибір і коригування нормативів ТО і ремонту

Нормативи трудомісткості ТО і ПР автомобілів індивідуального користування вибираються в залежності від типу СТО, класу автомобілів та виду робіт, що виконуються на СТО.

Розрізняють два види нормативів ТО і ПР на СТО:

- питому трудомісткість на 1000 км пробігу, люд·год/1000;
- разову трудомісткість на один заїзд автомобіля на СТО, люд·год.

Для міських СТО характерні як перший так і другий види нормативів ТО і ПР, для дорожніх – тільки другий [11].

Питома трудомісткість ТО і ПР коректується з використанням коефіцієнтів коректування:



$$t_{\text{ТО і ПР}} = t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{H}} \cdot K_{\text{П}} \cdot K_{\text{З}}, \quad (3.2)$$

де  $K_{\text{П}}$  – коефіцієнт коригування в залежності від кількості робочих постів (потужності) СТО;

$K_{\text{З}}$  – коефіцієнт коригування в залежності від природно-кліматичних умов.

Якщо автомобіль здійснив лише один заїзд на СТО, то така трудомісткість не корегується.

Нормативи ТО і ПР та інших видів робіт для міської СТО вибираємо згідно стандартів[14].

Нормативи питомої трудомісткості ТО і ПР необхідно скоректувати за допомогою коефіцієнтів коректування[12]:

– в залежності від кількості робочих постів СТО. На СТО 1 робочий пост.

$$K_{\text{П}} = 0,95;$$

– в залежності від природно-кліматичних умов. СТО знаходиться в помірно-теплій кліматичній зоні.  $K_{\text{З}} = 0,90$ .

Визначаємо питому трудомісткість для кожної групи автомобілів за формулою (2.2):

$$\text{Для 1 групи: } t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{I}} = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,71 \left( \text{люд} \cdot \frac{\text{год}}{1000} \right);$$

$$\text{Для 2 групи: } t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{II}} = 2,3 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,97 \left( \text{люд} \cdot \frac{\text{год}}{1000} \right);$$

$$\text{Для 3 групи: } t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{III}} = 2,7 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 2,31 \left( \text{люд} \cdot \frac{\text{год}}{1000} \right).$$

Результати розрахунків трудомісткості ТО і ПР зводимо в таблицю 3.2.



Таблиця 3.2 – Нормативи трудомісткості ТО і ПР для міського СТО

Нормативи трудомісткості та коефіцієнти коригування		Ум.позн.	Один.вим.	Для автомобілів		
				1 групи	2 групи	3 групи
Коефіцієнт коригування в залежності від кількості постів СТО		$K_{\Pi}$	-	0,95	0,95	0,95
Коефіцієнт коригування в залежності від природно-кліматичних умов		$K_3$	-	0,9	0,9	0,9
Питома ТО і ПР на 1000 км пробігу (нормативна)		$t_{\text{ТО і ПР}}^H$	$\frac{\text{люд}}{\text{год}} \cdot \frac{1}{1000}$	2,0	2,3	2,7
Питома ТО і ПР на 1000 км пробігу (скоректована)		$t_{\text{ТО і ПР}}$	$\frac{\text{люд}}{\text{год}} \cdot \frac{1}{1000}$	1,71	1,97	2,31
Разова на один заїзд	Приймання і видачі	$t_{\text{п-в}}$	люд · год	0,15	0,2	0,25

Для кожної групи легкових робіт, річний обсяг робіт на СТО визначається окремо, та складається з таких видів робіт[13]:

$T_{\text{ТО і ПР}}$  – роботи ТО і ПР автомобілів;

$T_{\text{п-м(ТО)}}$  – роботи прибирання і миття автомобілів перед виконанням ТО і ПР;

$T_{\text{п-м}}$  – роботи з косметичного прибирання і миття автомобілів, як окрема послуга:

$T_{\text{а-к}}$  – роботи антикорозійної обробки автомобілів;

$T_{\text{п-в}}$  – роботи з приймання та видачі автомобіля клієнтові;

$T_{\text{доп}}$  – допоміжні роботи.

На підприємстві ФОП Комар Віталій Анатолійович не передбачені роботи з прибирання та миття автомобілів, косметичного прибирання та антикорозійної обробки, тому в загальну трудомісткість СТО вони не враховуватимуться.

Річний обсяг робіт ТО і ПР для однієї групи автомобілів визначається по питомій трудомісткості ТО і ПР автомобілів цієї групи на 1000 км пробігу.



$$T_{\text{ТО і ПР}}^i = \frac{A_{\text{авт}}^i \cdot L_{\text{с-р}} \cdot t_{\text{ТО і ПР}}^i}{1000}, \quad (3.3)$$

де  $A_{\text{авт}}^i$  – кількість автомобілів даної групи;

$L_{\text{с-р}}$  – середньорічний пробіг автомобілів, км;

$t_{\text{ТО і ПР}}^i$  – скоректована питома трудомісткість ТО і ПР автомобілів даної групи, люд·год/1000.

$$T_{\text{ТО і ПР}}^{\text{I}} = \frac{188 \cdot 14000 \cdot 1,71}{1000} = 4500,72 \text{ (люд.· год.)};$$

$$T_{\text{ТО і ПР}}^{\text{II}} = \frac{250 \cdot 14000 \cdot 1,97}{1000} = 6895 \text{ (люд.· год.)};$$

$$T_{\text{ТО і ПР}}^{\text{III}} = \frac{187 \cdot 14000 \cdot 2,31}{1000} = 6047,58 \text{ (люд.· год.)}.$$

Річний обсяг робіт приймання і видачі для однієї групи визначається на основі загальної кількості заїздів автомобілів на СТО для виконання різних видів робіт:

$$T_{\text{п-в}}^i = A_{\text{авт}}^i \cdot n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{п}} \cdot t_{\text{п-в}}^i, \quad (3.4)$$

де  $t_{\text{п-в}}^i$  - разова трудомісткість робіт приймання-видачі одного автомобіля даної групи, люд·год.

$$T_{\text{п-в}}^{\text{I}} = 188 \cdot 2 \cdot 0,15 = 56,4 \text{ (люд.· год.)};$$

$$T_{\text{п-в}}^{\text{II}} = 250 \cdot 2 \cdot 0,20 = 100 \text{ (люд.· год.)};$$

$$T_{\text{п-в}}^{\text{III}} = 187 \cdot 2 \cdot 0,25 = 93,5 \text{ (люд.· год.)};$$

Річна трудомісткість робіт  $T_i$  кожного виду для всіх груп автомобілів, що обслуговується на СТО, визначається як сума трудомісткості робіт кожної окремої групи:



$$T_i = T_i^I + T_i^{II} + T_i^{III}, \quad (3.5)$$

$$T_{\text{ТО і ПР}} = 4500,72 + 6895 + 6057,58 = 17453,3 \text{ (люд.· год.)},$$

$$T_{\text{п-в}} = 56,4 + 100 + 93,5 = 249,9 \text{ (люд.· год.)}.$$

Річний обсяг допоміжних робіт на СТО визначається як частина від загального обсягу робіт на СТО:

$$T_{\text{доп}} = (T_{\text{ТО і ПР}} + T_{\text{п-в}}) \cdot \frac{C_{\text{доп}}}{100}, \quad (3.6)$$

де  $C_{\text{доп}}$  – доля(%) допоміжних робіт від загальної трудомісткості(приймається рівним 15...20);

$T_{\text{ТО і ПР}}, T_{\text{п-в}}$  - річна трудомісткість відповідно робіт ТО і ПР та приймання-видачі автомобілів;

$$T_{\text{доп}} = (17453,3 + 249,9) \cdot \frac{20}{100} = 3540,64 \text{ (люд.· год.)}.$$

Орієнтована трудомісткість всіх постових робіт на СТО:

$$T_{\text{Пост}} = T_{\text{ТО і ПР}} \cdot \frac{C_{\text{пр}}^{\text{пост}}}{100} + T_{\text{п-в}}, \quad (3.7)$$

де  $C_{\text{пр}}^{\text{пост}}$  - частка (%) постових робіт від загальної трудомісткості робіт ТО і ПР. Орієнтовно для попередніх розрахунків приймається рівною: 74% – для СТО, в яких існуюча або планова кількість робочих постів менше п'яти; 69% – для більших СТО.

$$T_{\text{Пост}} = 17453,3 \cdot \frac{74}{100} + 249,9 = 14165,342 \text{ (люд.· год.)}.$$



Орієнтовна кількість робочих постів, яка залежить від трудомісткості постових робіт:

$$X_{\text{СТО}} = \frac{T^{\text{Пост}} \cdot K_{\text{н}}}{D_{\text{р}} \cdot c \cdot t_{\text{зм}} \cdot P_{\text{п}} \cdot n_{\text{п}}}, \quad (3.8)$$

де  $T^{\text{Пост}}$  – річна трудомісткість постових робіт, люд.-год.;

$K_{\text{н}}$  - коефіцієнт нерівномірності завантаження постів (приймається рівним 1,15);

$D_{\text{р}}$  - число робочих днів СТО;

$c$  – число робочих змін протягом доби;

$t_{\text{зм}}$  – тривалість робочої зміни;

$P_{\text{п}}$  – середнє число робітників, що одночасно працюють на посту (приймається рівним 1,6...1,9);

$n_{\text{п}}$  - коефіцієнт використання робочого часу поста (приймається рівним: при однозмінній роботі – 0,95; при двозмінній – 0,94).

$$X_{\text{СТО}} = \frac{14165,342 \cdot 1,15}{305 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,95} = 4 \text{ (постів)}.$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 3.3

Таблиця 3.3 – Річна трудомісткість робіт на СТО

Вид робіт	Ум.позн.	Один.вим.	Для автомобілів			Всього
			1-ої групи	2-ої групи	3-ої групи	
Роботи ТО і ПР автомобілів	$T_{\text{ТО і ПР}}$	люд.· год.	4500,72	6895	6047,58	17453,3
Роботи приймання і видачі	$T_{\text{п-в}}$	люд.· год.	56,4	100	93,5	249,9
Всього робіт СТО	$T_{\text{ε}}$	люд.· год.	-	-	-	17703,2



Основну частину загальної трудомісткості робіт на СТО займають роботи ТО і ПР автомобілів  $T_{ТО і ПР}$ , які можуть виконуватись як на постах ТО і ПР так і у виробничих дільницях. Річний обсяг цих робіт необхідно додатково розділити за видами робіт ТО і ПР. Розподіл трудомісткості ТО і ПР виконується згідно стандартів [15] в відсотковому відношенні:

$$T_{в.р.} = T_{ТО і ПР} \cdot \frac{C_{в.р.}}{100}, \quad (3.9)$$

де  $T_{в.р.}$  – розрахункова трудомісткість окремого виду робіт, люд.год.;

$C_{в.р.}$  - відсоткова доля окремого виду робіт від річної трудомісткості робіт ТО і ПР, %.

Показник  $C_{в.р.}$  може змінюватись в залежності від кількості постів СТО.

Результати розрахунків запишемо до табл.3.6.

### 3.3 Розрахунок чисельності робітників

Розрізняють явочну чисельність виконавців робіт  $P_{я}$ , потрібну для виконання добової виробничої програми, і штатну чисельність  $P_{шт}$ , потрібну для виконання річної виробничої програми.

Явочна і штатна чисельність ремонтно-обслуговуючих робітників залежить від обсягу робіт на даній дільниці (зоні, посту) і фонду робочого часу:

$$P_{я} = \frac{T_i}{\Phi_{р.м.}}; \quad P_{шт} = \frac{T_i}{\Phi_{в.р.}}, \quad (3.10)$$

де  $T_i$  – річний обсяг робіт на дільниці( зоні, посту), люд.год.;

$\Phi_{р.м.}$  – річний фонд часу робочого місця ремонтно-обслуговуючих робітників, год.



$\Phi_{в.р.}$  - річний ефективний фонд часу робітника з урахуванням трудових втрат, спричинених хворобою, виконанням державних обов'язків, відпусткою тощо, год.

В залежності від кількості вихідних святкових днів у році, фонд робочого часу визначається за формулою:

$$\Phi_{р.м.} = D_{р.з.} \cdot \tau_{зм} - D_{пс}, \quad (3.11)$$

де  $D_{р.з.}$  – кількість робочих днів у році відповідної зони чи ділянки, дні;

$\tau_{зм}$  – тривалість робочої зміни, год;

$D_{пс}$  – кількість передсвяткових днів, в які тривалість робочої зміни скорочується на одну годину ( $D_{пс}$  рівна кількості святкових днів  $D_{св}$ );

Від кількості днів основної та додаткової відпустки, та пропуску кількості пропусків по хворобі залежить річний ефективний фонд часу робітника:

$$\Phi_{в.р.} = \Phi_{р.м.} - (D_{від}^{осн} + D_{від}^{дод} + D_{пов}) \cdot t_{зм}, \quad (3.12)$$

де  $D_{від}^{осн}, D_{від}^{дод}$  – кількість днів основної та додаткової відпусток;

$D_{пов}$  – кількість пропусків по хворобі та інших поважних причинах.

Чисельність виробничих робітників визначаємо для кожного виду діляничних робіт ПР. Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників зводимо в таблицю 3.4.



Таблиця 3.4. – Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників

Професія робітників	Основна відпустка, дні	Додаткова відпустка, дні	Пропуски з хвороби та ін. причин, дні	при 5-ти денному робочому тижню	
				Фонд часу робочого місяця, год	Фонд часу робітника, год
	$D_{\text{Від}}^{\text{осн}}$	$D_{\text{Від}}^{\text{дод}}$	$D_{\text{пов}}$	$\Phi_{\text{р.м.}}$	$\Phi_{\text{в.р.}}$
Мийники і прибиральники рухомого складу	15	5	5	2135	1939
Слюсарі з ТО і поточного ремонту агрегатів, вузлів, устаткування, мотористи, електрики.	18	5	5		1939

Фонд робочого часу робочого місяця та ефективний фонд часу робітника:

$$\Phi_{\text{р.м.}} = 305 \cdot 7 = 2135 \text{ (год.)}$$

$$\Phi_{\text{в.р.}} = 2135 - (18 + 5 + 5) \cdot 7 = 1939 \text{ (год.)}$$

### 3.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ

Розрахункова мінімальна кількість постів ТО і ПР (діагностування, ТО, регулювальних, розбирально-складальних, кузовних, фарбувальних та ін.), прибирально-мийних постів без застосування механізованих мийних установок, постів приймання-видачі, антикорозійної обробки та передпродажної підготовки автомобілів визначається за формулою:

$$X_i = \frac{T_i \cdot K_n}{D_p \cdot c \cdot \tau_{\text{зм}} \cdot P_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \quad (3.13)$$

де  $T_i$  – річна трудомісткість робіт відповідного виду, люд.-год;



$K_H$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів (приймається рівним 1,15);

$D_p$  – число днів роботи СТО, дні;

$c$  – число робочих змін протягом доби;

$\tau_{зм}$  – тривалість робочої зміни, год;

$P_{п}$  – середнє число робітників, що одночасно працюють на посту;

$\eta_{п}$  – коефіцієнт використання робочого часу поста.

Таблиця 3.5- Вихідні дані розрахунку кількості постів

Параметр	Значення
Коефіцієнт нерівномірності завантаження постів	1.15
Коефіцієнт використання робочого часу	0.95
Чисел. робіт, що одночасно працюють на посту, чол.	1.5

Трудомісткість робіт ТО і ПР автомобілів розподіляємо згідно з стандартів за видами робіт. Кожний вид робіт у свою чергу поділяється за місцем їх виконання на постові і дільничні. Розрахункові показники для кожного виду робіт ТО і ПР зводимо в таблицю 3.6.

Таблиця 3.6 – Розрахункові показники робіт ТО і ПР автомобілів на СТО.

Вид робіт ТО і ПР	Розподіл за видами, люд.- год		Розподіл за місцем виконання									
			Постові роботи					Дільничні роботи				
			Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		К-сть постів в	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників в,чол.		
			%	$T_{ТОіПР}^i$	%	$T_{ТОіПР}^i$		$P_{я}$	$P_{ш}$	$X_{ТОі}^i$	%	$T_{ТОі}^i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Роботи ТО і ПР автомобілів:												
контрольно-діагностичні	25	4363,3	100	4363,3	2,04	2,25	1,24					



Продовження таблиці 3.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Технічне обслуговування в повному обсязі	15	2618	100	2618	1,22	1,35	0,74				
Мастильні	3	523,5	100	523,5	0,24	0,27	0,13				
Ремонт і регулювання гальм	3	523,5	100	523,5	0,24	0,27	0,13				
Електротехнічні	7	1221,7	80	977,4	0,46	0,5	0,35	20	24,4,35	0,114	0,126
Роботи за системою живлення	30	5236	70	3665,2	1,71	1,89	1,73	30	1570,8	0,736	0,81
Акумуляторні	2	349	10	34,9	0,016	0,018	0,099	90	314,1	0,147	0,162
Ремонт вузлів, систем і агрегатів	8	1396,2	50	698	0,327	0,36	0,396	50	698	0,327	0,36
Слюсарно-механічні	7	1221,7						100	1221,7	0,57	0,63
Разом робіт ТО і ПР	100	17453,3	68	13403,8	6,253	6,9	4,815	32	4048,95	1,78	1,962
Приймання і видачі автомобілів			100	249,9	0,117	0,129	0,0031				
Всього робіт СТО				13657,7	6,37	7,029	4,82		4048,95	1,78	1,962

### 3.5 Планування робочого посту для діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів

Впровадження посту для діагностики та обслуговування газобалонних автомобілів є критичним етапом в забезпеченні ефективності та якості виконання робіт з транспортними засобами.

Для розміщення посту необхідне приміщення розміром 5м на 6м, з парою воріт шириною 2,5 м та висотою 2,3 м та 3 пластикових вікон розмірами 1,2\*0,9 м [15]. В робочому приміщенні необхідно розмістити (рисунок 3.2): 1 – Підйомник; 2 – ящик з інструментом; 3 – зварювальне обладнання; 4 – стенд для роботи з



газовими форсунками; 5 – робочий стіл; 6 – клієнтська зона; 7 – ящик з піском та пожежний щит; 8 – вогнегасник; 9 – зона гігієни; 10 – шафа з інструментами.

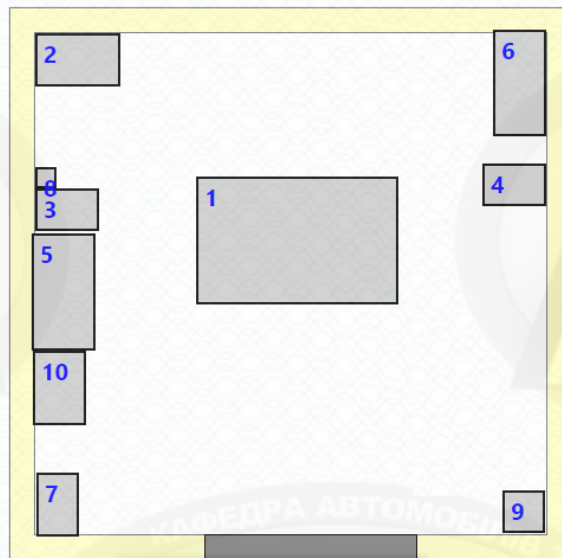


Рисунок 3.2 - Планування посту із розміщенням основного технологічного устаткування;

Для виконання робіт з діагностування та обслуговування необхідне таке обладнання:

Монтажне обладнання: Монтажні стійки та кронштейни для фіксації балонів та інших компонентів ГБО на автомобілі.

Діагностичне обладнання: Діагностичний сканер для перевірки стану автомобіля та системи управління двигуном. Він допомагає виявити потреби в налаштуванні та забезпечує правильну роботу ГБО.

Інструменти для монтажу: Включають гайковерти, ключі, зварювальне обладнання, кріпильні засоби, а також інші інструменти для фіксації та підключення компонентів ГБО.

Обладнання для налаштування: Для правильного налаштування системи ГБО, включаючи кабелі для підключення та програматори.

Електронні пристрої і комп'ютери: Вони використовуються для програмування та калібрування системи ГБО, а також для читання даних діагностики.



Устаткування для свердління і різання: Деякі автомобілі можуть вимагати свердлення отворів для монтажу компонентів ГБО.

Підйомники та стелажі: Для підняття автомобіля, щоб забезпечити доступ до підвіски та інших компонентів.

Запасні частини та аксесуари: Запасні частини та аксесуари, включаючи кріплення, шланги, фітинги і електроніку для ГБО.

### **3.6 Розроблений алгоритм діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів**

Розроблення та впровадження покращеного методу діагностування газобалонних автомобілів ділиться на етапи:

1. Аналіз поточного стану та проблематики – збір інформації про існуючі методи діагностування, аналіз недоліків цих методів та їх обмеження, збір інформації від фахівців та інженерів для розроблення нового методу діагностування.

2. Розробка математичної моделі – розробка математичної моделі для ефективного діагностування ГБО та визначення критеріїв оцінки системи, розробка матриць, що враховуватиме стан системи.

3. Розробка програмного забезпечення.

4. Тестування та коригування – проведення тестів для точності отриманих результатів та корекція програми на основі отриманих результатів.

5. Впровадження та навчання персоналу – інтеграція розробленого методу в робочий процес станції технічного обслуговування та проведення тренінгів для працівників.

6. Моніторинг та підтримка – моніторинг роботи запропонованого методу, розширення бази даних для оптимізації роботи.

Алгоритм діагностування та обслуговування автомобіля запропонованим методом:



1. Підготовчі процеси – збір інформації про авто (марка, модель, тип двигуна, обслуговування газових комплектуючих та інша) та отримання показників з датчиків за допомогою системи OBD-II [14].
2. Аналіз та опрацювання отриманих даних – формування та збереження початкових матриць в базу даних.
3. Діагностування – застосування математичних матриць для аналізу даних та отримання даних діагностування , виявлення можливих проблем в роботі системи газового живлення.
4. Отримання результатів – генерація звіту та рекомендації щодо усунення проблеми.
5. Пошук та ремонт несправностей.
6. Контрольний тест та повторне діагностування .
7. Завершення діагностування та документація – складення фінального звіту та збереження даних до бази даних.

Для виконання робіт з діагностики необхідне певне обладнання:

1. Сканер OBD-II (рисунок 3.3) є пристроєм, який призначений для взаємодії з системою діагностики автомобіля OBD-II. Ця система використовується для моніторингу та діагностики різних параметрів автомобіля для забезпечення його ефективності та екологічності.

Основні завдання сканера OBD-II включають:

Читання кодів помилок (DTC): Система OBD-II генерує коди помилок для ідентифікації проблем у різних частинах автомобіля. Сканер дозволяє зчитувати ці коди, щоб визначити, що саме несправно.

Перегляд параметрів системи: Сканер дозволяє отримувати реальний час інформації про різні параметри автомобіля, такі як температура двигуна, швидкість автомобіля, оберти двигуна тощо.

Очистка кодів помилок: Після виправлення проблеми сканер може бути використаний для очищення кодів помилок і вимкнення індикатора "Check Engine".



Перевірка готовності системи до огляду (I/M readiness): Деякі регіони вимагають, щоб всі системи автомобіля були готові до огляду перед його проведенням. Сканер може допомогти перевірити, чи готові всі необхідні системи.

Моніторинг показників палива: Сканер може відображати дані щодо витрати палива, яка може бути корисною для власників автомобілів у збереженні пального та ефективності їхнього транспортного засобу.

Різновиди сканерів OBD-II можуть варіюватися від простих портативних пристроїв до більш продуктивних інструментів, які можуть підключатися до комп'ютера чи мобільного пристрою через Bluetooth або USB. Також існують різні програми та додатки, які можуть використовувати дані, зчитані з сканера, для детальної діагностики і аналізу роботи автомобіля.;



Рисунок 3.3 – Сканер OBD-II\



2. Електронний осцилоскоп (рисунок 4.4) - це прилад для візуалізації та аналізу змінюваних електричних сигналів у часі. Він широко використовується в електроніці, телекомунікаціях та інших галузях для вимірювань та аналізу сигналів. Основні функції електронного осцилоскопа включають:

Відображення сигналів: ЕО візуалізує електричні сигнали у вигляді графіка на екрані, де ось X представляє час, а ось Y - амплітуду сигналу.

Вимірювання амплітуди: ЕО може вимірювати амплітуду сигналу, тобто його максимальне та мінімальне значення.

Вимірювання частоти: Відображення частоти сигналу, що дозволяє визначити кількість циклів за одиницю часу.

Аналіз форми хвилі: ЕО дозволяє аналізувати форму хвилі, виявляти артефакти, перешкоди та інші аспекти форми сигналу.

Зйомка та збереження сигналів: Можливість зафіксувати та зберігати сигнали для подальшого аналізу чи документування.

Можливості аналізу сигналу: Деякі електронні осцилоскопи мають розширені можливості аналізу, такі як FFT (Fast Fourier Transform) для аналізу частотного спектру сигналу.

Так як із розвитком технологій, виникають нові електронні осцилоскопи з різними функціями та можливостями. Модерні електронні осцилоскопи можуть бути стаціонарними чи портативними, мати сенсорні екрани, можливість підключення до комп'ютерів чи мережі для передачі та аналізу даних, а також інші додаткові функції.;

3. Датчик ізоляції індуктивних навантажень - це пристрій, призначений для вимірювання і контролю ізоляції в електричних системах, особливо коли індуктивні навантаження можуть впливати на нормальну роботу системи. Основні функції такого датчика включають:

Вимірювання ізоляції: Датчик ізоляції вимірює опір ізоляції між електричними провідниками та землею. Це важливо для виявлення будь-яких проблем із замкненням або пошкодженням ізоляції.



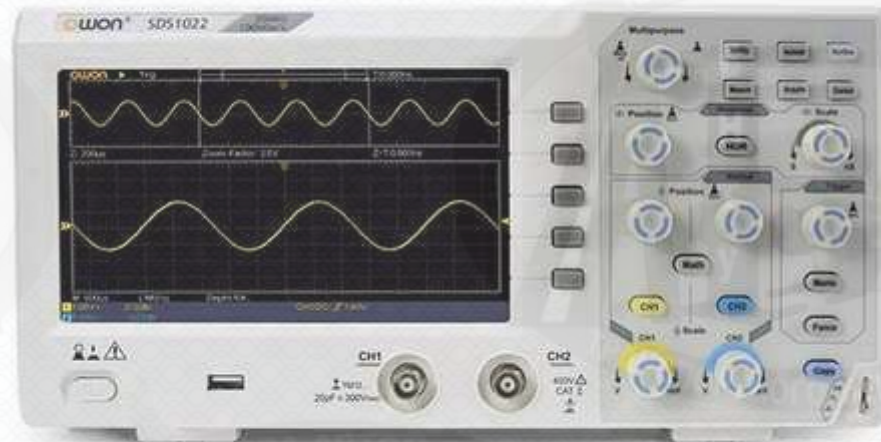


Рисунок 3.4 – Цифровий осцилограф OWON SDS1022

Сповіщення про проблеми: У випадку зниження опору ізоляції до небезпечного рівня датчик може викликати сповіщення або аварійне вимикання для запобігання подальшому ушкодженню обладнання або аварійним ситуаціям.

Контроль ізоляції в індуктивних навантаженнях: Оскільки індуктивні навантаження (наприклад, електродвигуни) можуть створювати високі пульсації струму, що може впливати на ізоляцію, датчик може спеціально аналізувати ізоляцію в цих умовах.

Моніторинг робочого стану системи: Деякі датчики можуть надавати інформацію про робочий стан системи ізоляції в реальному часі, а також історію вимірювань для аналізу тривалості служби та динаміки змін.

Комунікація з системами вищого рівня: Деякі датчики мають можливість взаємодії з системами автоматизації, надсилання даних через мережі, інтеграцію з системами моніторингу, або використання протоколів зв'язку для забезпечення централізованого контролю.

Залежно від конкретних потреб і характеристик системи, датчики ізоляції індуктивних навантажень можуть мати різні конструкції та можливості.;



4. Персональний комп'ютер (ПК) - це електронний пристрій, який призначений для обробки та збереження інформації, виконання програм та взаємодії з користувачем. ПК зазвичай складається з різних компонентів, таких як центральний процесор (CPU), пам'ять, зберігання даних, материнська плата, відеокарта, аудіокарта та інші.

Основні характеристики та компоненти персонального комп'ютера включають:

Центральний процесор (CPU): Виконує обчислювальні операції та є "мозком" комп'ютера.

Пам'ять (RAM): Використовується для тимчасового зберігання даних, які використовуються програмами та операційною системою.

Зберігання даних (наприклад, жорсткий диск або твердотільний накопичувач): Деякий обсяг простору для зберігання операційної системи, програм та файлів користувачів.

Материнська плата: Основна платформа, на якій розташовані інші компоненти ПК та яка забезпечує їх взаємодію.

Відеокарта: Відповідає за обробку графічної інформації та виведення зображення на монітор.

Аудіокарта: Забезпечує обробку звукової інформації та виведення звуку через динамік або навушники.

Мережева карта: Дозволяє з'єднання з локальною мережею чи Інтернетом.

Операційна система (ОС): Програмне забезпечення, яке керує роботою всіх компонентів ПК та надає інтерфейс для взаємодії з користувачем.

Інтерфейси введення-виведення: USB-порти, HDMI, аудіо роз'єми та інші, які дозволяють підключати різноманітні пристрої до комп'ютера.

ПК може використовуватися для різноманітних завдань, таких як робота з текстовим та графічним програмним забезпеченням, відтворення мультимедійного контенту, ігри, веб-серфінг, програмування та багато іншого. Вони можуть бути стаціонарними (настільними) або переносними (ноутбуком (рисунок 3.5));





Рисунок 3.5 – Ноутбук

5. Програмне забезпечення - це сукупність програм, які забезпечують роботу комп'ютерної системи. Воно включає в себе всі види програм, від операційних систем і драйверів до додаткових додатків і ігор. Програмне забезпечення може бути класифіковане за різними критеріями:

Операційні системи (ОС): Операційна система визначає загальний спосіб взаємодії з апаратурою комп'ютера та надає основні сервіси для інших програм.

Додаткові системні програми та драйвери: Це програми, які забезпечують роботу конкретних пристроїв (відеокарти, принтера, тощо) та додаткові функції для операційних систем.

Прикладне програмне забезпечення: Це програми, створені для конкретних завдань або груп завдань, таких як текстові редактори, електронні таблиці, графічні редактори, обробка відео, обробка зображень, бухгалтерія тощо.

Ігрове програмне забезпечення: Спеціалізовані програми для розваг у вигляді відеоігор.

Програмне забезпечення для розробників: Компілятори, інтегровані середовища розробки (IDE), відладчики та інші інструменти, які використовуються для розробки і тестування програмного забезпечення.



Системи управління базами даних (СУБД): Програми для зберігання, організації та обробки даних в базі даних.

Системи управління контентом (CMS): Програми для створення та управління веб-сайтами та іншими цифровими контентами.

Спеціалізовані програмні рішення: Програми, створені для конкретних секторів або галузей, такі як медичне програмне забезпечення, програмне забезпечення для управління проектами тощо.

Програмне забезпечення може бути відкритим або закритим, безкоштовним або комерційним. Розробка програмного забезпечення включає в себе процеси проектування, написання коду, відладки, тестування та розгортання.;

6. Мультиметр (рисунок 3.6) — це електронний вимірювальний прилад, який комбінує кілька функцій для вимірювання різних параметрів в електричних та електронних системах. Він зазвичай має кілька режимів вимірювань, таких як вимірювання напруги, струму, опору, ємності та інших параметрів. Мультиметри використовуються як у професійних областях, так і для домашнього використання.

Основні функції мультиметра включають:

Вимірювання напруги (Voltage): Мультиметр може вимірювати постійну (DC) та змінну (AC) напругу на колах.

Вимірювання струму (Current): Мультиметр дозволяє вимірювати постійний та змінний струм, який протікає через коло.

Вимірювання опору (Resistance): Мультиметр може вимірювати опір електричного компонента.

Вимірювання ємності (Capacitance): Деякі мультиметри можуть визначати ємність конденсаторів.

Тестування діодів (Diode Testing): Мультиметр може визначати наявність та характеристики діодів в електричних схемах.

Тест на напругу (Continuity Test): Перевірка на замкнутість в електричному ланцюгу.



Тестування транзисторів (Transistor Testing): Деякі мультиметри оснащені функцією тестування транзисторів.

Температурне вимірювання: Деякі мультиметри мають можливість вимірювати температуру за допомогою спеціальних датчиків.

Запис даних (Data Logging): Деякі модерні мультиметри можуть записувати дані для подальшого аналізу.

Мультиметри можуть бути цифровими або аналоговими. Цифрові мультиметри надають точні вимірювання та мають ряд додаткових функцій, таких як автоматичний діапазон вимірювань та зручний читабельний дисплей. Вони є найпоширенішим типом мультиметрів на сучасному ринку.



Рисунок 3.6 - Мультиметр

7. Сервер для збереження даних - це високопродуктивний комп'ютер або пристрій, спеціально призначений для забезпечення централізованого, надійного та ефективного зберігання даних. Сервери для зберігання даних грають ключову роль у сучасних інформаційних системах та мережах підприємств.



Основні характеристики сервера для зберігання даних включають:

**Масштабність:** Сервер повинен бути спроектований для можливості розширення в залежності від зростання обсягів даних.

**Надійність:** Сервер повинен забезпечувати високий рівень доступності та надійності, маючи, наприклад, дубльовані блоки живлення та можливість відновлення після відмов.

**Забезпечення даними:** Сервер повинен надавати можливості для регулярного резервного копіювання та захисту даних від втрати або пошкодження.

**Висока швидкість передачі даних:** Спеціальні інтерфейси та технології, такі як RAID (Redundant Array of Independent Disks), SAS (Serial Attached SCSI) або SATA (Serial ATA), можуть забезпечити високу швидкість передачі даних.

**Можливість віддаленого доступу:** Деякі сервери для зберігання даних підтримують можливість віддаленого доступу для забезпечення гнучкості та роботи на відстані.

**Системи управління даними:** Сучасні сервери можуть включати розширені системи управління даними, які надають можливості для ефективного керування та моніторингу даними.

**Сумісність з різними протоколами:** Сервер повинен підтримувати різні протоколи передачі даних, такі як NFS (Network File System), SMB (Server Message Block), або iSCSI (Internet Small Computer System Interface).

**Високий рівень безпеки:** Захист від несанкціонованого доступу, шифрування даних та інші заходи безпеки важливі для серверів для зберігання даних.

Ці сервери можуть бути розгорнуті в рамках локальної мережі підприємства або в хмарних інфраструктурах, залежно від потреб користувача. Вони використовуються для централізованого зберігання файлів, даних баз даних, віртуалізації серверів, архівації і багатьох інших завдань.



### 3.7 Основні висновки до розділу 3

Отже в розділі було розраховано об'єм робіт на підприємстві, необхідну кількість постів та робочих місць. Складено алгоритм впровадження запропонованого методу в робочий процес на СТО, та алгоритм дій для проведення робіт з діагностики газобалонних автомобілів та визначено перелік необхідного для цього обладнання.



## РОЗДІЛ 4. ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ

### 4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень

Для визначення фактичної або повної суми інвестиційних вкладень в методику покращення ефективності діагностування та обслуговування автомобілів оснащених газобалонним обладнанням необхідно розрахувати загальні витрати.

Щоб розрахувати трудомісткість науково-дослідних робіт необхідно врахувати наступні показники: кількість макетів для процесів моделювання, кількість різновидів форм вихідних даних, категорія новизни задач.

Таблиця 4.1 – Вхідна інформація для визначення трудомісткості дослідницької діяльності

Найменування	Ступінь новизни	Складність алгоритму	Вид інформації	Кількість макетів вхідної інформації	Кількість макетів вихідної інформації	Формування баз знань
Параметр	А	Б	БД	2	2	Високого рівня
Нормативні дані визначені на основі вхідної інформації						
	36		$k_{\text{стан}} - 0,7$	$N_{\text{час}} - 125$		$k_{\text{м}} - 1$
				$N_{\text{скл}} - 1,08$		

Трудомісткість всіх робіт визначається за формулою:

$$T_{\text{заг}} = N_{\text{час}} \cdot k_{\text{заг}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{станд}} \cdot k_{\text{станд ПП}}, \text{ [людино дні]}, \quad (4.1)$$

де  $T_{\text{заг}}$  – загальна трудомісткість, людино-дні;

$N_{\text{час}}$  – норма часу, людино-дні;



$k_{\text{станд ПП}}$  – коефіцієнт розробки стандартного ПП (норму часу слід коректувати за допомогою коефіцієнта використання стандартного математичного забезпечення, який становить 1,2 –1,6).

$$T_{\text{заг}} = 125 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,2 = 105 \text{ (людино днів)}$$

Визначення необхідної кількості працівників:

Для визначення необхідної чисельності працівників, необхідних для виконання робіт використовується формула:

$$Ч = \frac{T_{\text{заг}}}{\Phi_{\text{р.ч.}} \cdot \frac{t_{\text{розр.}}}{12}}, \text{ [осіб]}, \quad (4.2)$$

де  $Ч$  – загальна кількість працівників;

$T_{\text{заг}}$  – загальна трудомісткість, людино-дні;

$\Phi_{\text{р.ч.}}$  – річний фонд робочого часу;

$t_{\text{розр.}}$  – термін за який заплановано виконати розробку, місяці.

$$Ч = \frac{105}{250 \cdot \frac{4}{12}} = 1.27 \approx 1 \text{ (особа)}.$$

Необхідно визначити мінімальну тарифну ставку, тобто тарифну ставку першого розряду, що визначається за формулою:

$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{ЗП_{\text{мін}}}{\Phi_{\text{нм}}} \cdot K_{\Gamma}, \text{ [грн]}, \quad (4.3)$$

де  $ЗП_{\text{мін}}$  – мінімальна заробітна плата встановлена чинним законодавством, грн.;

$\Phi_{\text{нм}}$  – номінальний фонд робочого часу для одного працівника, год.

$K_{\Gamma}$  – коефіцієнт галузі.



$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{6700}{162} \cdot 1.25 = 51.7 \text{ (грн.)}$$

Для того щоб розрахувати заробітну плату для працівників інших розрядів, необхідно використовувати відповідні коефіцієнти і наведену нижче методику розрахунку:

$$T_{\text{ст}}^i = T_{\text{ст}}^1 \cdot k_m^i, \text{ [грн]}, \quad (4.4)$$

де  $k_m^i$  – тарифний коефіцієнт для працівника  $i$ -го розряду.

$$T_{\text{ст}}^4 = 51,7 \cdot 1,36 = 70,3 \text{ (грн.)}$$

Визначивши кількість необхідних працівників та їхню заробітну плату можна скласти штатний розклад виробничих робітників.

Таблиця 4.2 – Штатний розклад розробників зайнятих в науково-дослідницькій діяльності:

Посада	Тарифний розряд	Кількість працівників, чол.	Тарифна ставка, грн.	Середня годинна ставка, грн.
Інженер-механік	4	1	70,3	70,3
Штатна працівників	чисельність	1	-	70,3

Розрахунок фонду для основної та додаткової заробітної плати.

До фонду основної заробітної плати входить заробітна плата розрахована в межах встановлених норм по тарифу.

$$ЗП_{\text{осн}} = T_{\text{с.год.}} \cdot \Phi_{\text{вр}} \cdot P_{\text{ш}}, \text{ [год]}, \quad (4.5)$$

$$ЗП_{\text{осн}} = 70,3 \cdot 336 \cdot 1 = 23620,8 \text{ (грн.)}$$



Фонд заробітної плати передбачає різні преміювання, премія нараховується за майстерність та за інтенсивність, і становить 20% і 12% від основної заробітної плати відповідно. Розмір доплат встановлені відповідним законодавством, а розмір премій визначається діючим на підприємстві Колективним договором. Тепер можна сформувати розміри доплат та визначити фонд додаткової заробітної плати:

$$ЗП_{\text{дод}} = 4724,16 + 2834,5 + 4724,16 = 12282,8 \text{ (грн)}.$$

Визначивши основний та додатковий заробітній фонд ми можемо розрахувати плановий фонд заробітної плати:

$$\text{ФОП} = ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{дод}}, \text{ [грн]}, \quad (4.6)$$

$$\text{ФОП} = 23620,8 + 12282,8 = 35903,6 \text{ (грн)}.$$

Розрахунок єдиного соціального внеску здійснюється за формулою:

$$V_{\text{ЄСВ}} = \frac{ВВ_{\text{ЄСВ}}}{100} \cdot \text{ФОП}, \text{ [грн]}. \quad (4.7)$$

де  $ВВ_{\text{ЄСВ}}$  – відсоток відрахувань єдиного соціального внеску, %.

$$V_{\text{ЄСВ}} = \frac{22}{100} \cdot 35903,6 = 7898,8 \text{ (грн)}.$$

#### 4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Сума амортизаційних відрахувань розраховується в залежності від норм амортизаційних відрахувань визначених в Податковому кодексі України та терміну використання в дослідницьких цілях.



$$A_A = \frac{17999 \cdot 20}{100} \cdot \frac{3}{12} = 900(\text{грн}).$$

Витрати на електроенергію спожиту під час проектування:

$$B_c = 1,32 \cdot 36 = 47,52(\text{грн}).$$

Під час проектування також можливі витрати, які становлять від 10% до 12% від основної заробітної плати дослідників.

Маючи результати розрахунків можемо скласти таблицю загальних інвестиційних витрат.

Таблиця 4.3 – Кошторис інвестиційний витрат

Статті витрат	Умовне значення	Сума, грн.	Структура, %.
Заробітна плата основна	$ЗП_{\text{осн}}$	23620,8	50
Заробітна плата додаткова	$ЗП_{\text{дод}}$	12282,8	26
Нарахування на заробітну плату єдиного соціального внеску	$B_{\text{ЄСВ}}$	7898,8	16,2
Амортизаційні відрахування	$A_A$	900	1,89
Витрати на електроенергію	$B_c$	47,52	0,01
Загальновиробничі витрати	$B_{\text{зг}}$	2834,5	5,9
Разом		47584,42	100

Для розрахунку експлуатаційних витрат потрібно врахувати витрати на формування бази знань та ННМ, підтримка працездатності протягом всього періоду дослідження.

Визначимо заробітну плату персоналу пов'язаних з формуванням та розширення бази даних.

$$Z_{\text{обс}} = 12 \cdot M \cdot \beta \left[ \frac{\text{грн}}{p} \right], \quad (4.8)$$

де 12 – число місяців;



$M$  – місячний оклад інженера, грн.;

$\beta$  – частка часу, яку витратитиме працівник на формування та розширення бази даних, в відношенні до обсягу своїх основних робіт, в середньому – 10 – 18%.

$$Z_{\text{обс}} = 12 \cdot 6700 \cdot 0,15 = 12060 \text{ (грн.)}$$

Додаткова заробітна плата складає 12% від оплати інженера – 1450 грн.

Маючи загальний заробітний фонд, можна визначити нарахування на заробітну плату:

$$H_{\text{есв}} = (12060 + 1450) \cdot 0,22 = 2972,2 \text{ (грн.)}$$

Визначимо амортизаційні відрахування:

$$A = \frac{47584,42 \cdot 20 \cdot 12}{100} = 1142 \text{ (грн.)}$$

Необхідно розрахувати можливі втрати на поточний ремонт комп'ютерної техніки:

$$P = \left[ \left( \frac{0,04}{0,1} \right) \cdot C + Z_{\text{обс}} + Z_{\text{д}} \right] \cdot \beta, \text{ [грн. ]}, \quad (4.9)$$

де  $C$  – вартість персональної комп'ютерної техніки.

$$P = (0,4 \cdot 17999 + 12060 + 1450) \cdot 0,15 = 3106 \text{ (грн.)}$$

Тепер визначимо можливі інші витрати, які становлять 5-10% від загальної суми:



$$I_B = (12060 + 1450 + 2972,2 + 1142 + 3106) \cdot 0,08 = 1658 \text{ (грн.)}$$

Визначивши всі витрати, можна скласти кошторис витрат, які необхідні для формування та розширення під час експлуатації бази даних.

Таблиця 4.4 – Кошторис витрат пов'язаних з формування бази знань та забезпечення процесу експлуатації.

Статті витрат	Умовне значення	Сума, грн.	Структура, %.
Заробітна плата обслуговуючого персоналу основна	$Z_{\text{обс}}$	12060	54
Заробітна плата обслуговуючого персоналу додаткова	$Z_{\text{д}}$	1450	6
Нарахування на заробітну плату	$H_{\text{ЄСВ}}$	2972,2	13
Амортизаційні відрахування для програмного продукту	$A$	1142	5
Витрати на ремонт комп'ютерної техніки	$P$	3106	15
Інші витрати	$I_B$	1658	7
Разом	$E_2$	22388,2	100

Використовуючи інвестиційно проектну методику можна розрахувати умовний обсяг робіт з діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів на основі нейронечіткої мережі  $Q$  за формулами:

$$Q_1 = \frac{F \cdot 60 \cdot \beta}{t_1} [\text{ум. од.}], \quad (4.10)$$

$$Q_2 = \frac{F \cdot 60 \cdot \beta}{t_2} [\text{ум. од.}], \quad (4.11)$$

де  $Q_1, Q_2$  – умовний обсяг робіт при використанні існуючого та запропонованого методу;

$t_1$  та  $t_2$  – час виконання певної дії при використанні існуючого та запропонованого методу.



$$Q_1 = \frac{1250 \cdot 60 \cdot 0,15}{15} = 750 \text{ (ум. од.)};$$

$$Q_2 = \frac{1250 \cdot 60 \cdot 0,15}{5} = 2250 \text{ (ум. од.)};$$

#### 4.3 Розрахунок економічної ефективності

Річний економічний ефект від впровадження інвестиційного проекту з методики діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів на основі нейронечіткої мережі:

$$\Delta E = \left( \frac{E_1}{Q_1} - \frac{E_2}{Q_2} \right) \cdot Q_2 \left[ \frac{\text{грн}}{\text{рік}} \right], \quad (4.12)$$

де  $E_1$  – експлуатаційні витрати при використанні діючого підходу, грн./рік;

$E_2$  – експлуатаційні витрати при використанні запропонованого підходу, грн./рік;

$$\Delta E = \left( \frac{19253,85}{750} - \frac{22388,2}{2250} \right) \cdot 2250 = 35373,35 \left( \frac{\text{грн.}}{\text{рік}} \right).$$

Термін окупності розраховується за формулою:

$$T_0 = \frac{B}{\Delta E} [\text{років}]. \quad (4.13)$$

де  $B$  – загальна сума капіталовкладень, грн.

$\Delta E$  – річний економічний ефект використання інноваційної методики, грн.

$$T_0 = \frac{47584,42}{35373,35} = 1,3 \text{ (року)}$$



#### 4.4 Основні висновки до розділу 4

Виходячи із проведених розрахунків можна узагальнити, що запропонована методика діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів є ефективною так, як термін окупності інноваційного підходу складає 1,3 року < 3 років (нормативне значення) і базується на нових цифрових підходах до діагностування.



## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

За ГОСТ-ом 12.003-78 передбачено чотири класи шкідливих та виробничих факторів: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. Небезпеку при роботі в зоні ТО і ПР можуть становити фізичні фактори (машини та механізми що рухаються, незахищені рухомі елементи виробничого обладнання, вироби що рухаються, заготовки, матеріали; підвищена запиленість, рівень шуму, вібрації та ін.) і психофізіологічні (фізичне та розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, емоційні перевантаження).

Під час роботи можуть виникнути ряд шкідливих факторів: інтенсивний високочастотний шум, витік газового палива, високодисперсний аерозоль металів, токсичні гази, ультрафіолетова та інфрачервона радіація.

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

Для зменшення загрози небезпечних факторів при проведенні технологічних процесів і створення в робочій зоні здорового повітряного середовища необхідно [26]:

- ✓ зона ТО і ПР розміщується на першому поверсі;
- ✓ площа на котрому не розміщується обладнання не менша 10м<sup>2</sup>;
- ✓ висота приміщення від 3,5 м;
- ✓ підлога з незгораємих матеріалів, з малою теплопровідністю, стійка до механічних та хімічних дій, не слизька;
- ✓ площа виробничого приміщення на одного працівника не менша за 4,5 м<sup>2</sup>.

#### 5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Мікроклімат на підприємстві залежить від швидкості руху повітря та його прискорення, необхідне встановлення загально обмінної вентиляції, що



забезпечить рівномірне забезпечення повітрям всього приміщення зі швидкість до 0,3м/с [14]. В приміщенні можливі невеликі надлишки тепла до 20 ккал/м<sup>3</sup> в годину і менше. Робоче місце відноситься до категорії Пб, робоче місце постійне, оптимальні та допустимі значення мікроклімату будуть наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Оптимальні та допустимі значення мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура		Вологість		Шв. Руху повітр	
		Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.
Теплий	П б	15-19	15-21	60-75	75	0,2-0,4	0,4
Холодний	П б	16-20	16-27	60-75	70	0,2-0,4	0,2-0,5

Концентрація шкідливих речовин в зоні ТО і ПР не повинна перебільшувати норми наведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони ТО і ПР

Концентрація шкідливих речовин мг/м <sup>3</sup>		
Оксид азоту	Озон	Тверда фаза
2,74±0,18	0,76±0,26	0,7

Граничні концентрації шкідливих газів, парів та пилу в повітрі робочих зон приведено в таблиці 5.3

Таблиця 5.3 – Гранична допустима концентрація шкідливих газів

Забруднюючі речовини	Допустимі	Шкідливі	Недопустимі
Вуглеводні, мг/л	-	0,1-0,3	Більше 0,3
Аерозолі, мг/м <sup>3</sup>	До 0,2	0,2-0,3	Більше 0,3
Пил, мг/м <sup>3</sup>	До 5	5-10	Більше 10
СО <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	До 0,17	0,17-10	Більше 10
СО, мг/л	0,02	0,02-0,03	0,03



Для забезпечення нормального складу повітря робочої зони потрібно регулярно здійснювати щоденне прибирання робочого місця, протирання поверхонь проводити при виключеному обладнанні.

#### 5.1.2 Виробниче освітлення

В виробничому підрозділі необхідно передбачити природне(бокове двохстороннє) та штучне освітлення, коефіцієнт природнього освітлення має бути не менше 1,5%, а штучне освітлення мати показник в 400-500 лк [17]. Значення кількісних показників освітлення наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Значення кількісних показників освітлення.

Характер зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнено	Характеристика фону	Штучне освітлення	Періодичне освітлення
					ЛК	КЕО, %
						Бічне
Тонка робота	0,5 - 1	IV <sub>0</sub>	Великий	Світлий	500	1,5%

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природнього освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою промислових лінійних LED ламп P65 1200 ММ 36W. Висота підвісу ламп над робочою поверхнею 2,5 метра.

#### 5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Нормуються допустимі рівні звукового тиску  $L=20\lg(P1/P0)$ , дб (P1 – середньоквадратичне значення звукового тиску, Па за період часу, що розглядається, і P0 – значення звукового тиску на нижньому порозі чутливості в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц) залежно від частоти, характеру робіт і характеру шуму залежно від характеру робіт і характеру шуму [18].







\*В чисельнику середньоквадратичне значення вібрації,  $\text{м/с} \cdot 10^{-2}$ , в знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено:

1. Застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.
2. Зменшення вібрації на шляху розповсюдження засобами віброізоляції та вібропоглинання.

#### 5.1.4 Виробничі випромінювання

Теплове обладнання, яке використовуються на підприємствах під час робіт, є джерелами інфрачервоного випромінювання. За фізичною природою інфрачервоне випромінювання являє собою електромагнітні хвилі та потік квантових фотонів. Вплив інфрачервоного випромінювання на очі нерідко викликає помутніння рогівки, спазм зіниць, помутніння кришталика, опік сітчатки. Під час опромінення очей випромінюванням інтенсивністю  $4,2 \text{ кВт/м}^2$  температура рогівки досягає близько  $40^\circ\text{C}$  та більше, постійна робота з таким випромінюванням може викликати хворобу – катаракту.

Відповідно з ГОСТ 12.1.005-88, інтенсивність теплового опромінювання працівників від нагрітих поверхонь технологічного устаткування, освітлювальних приладів, інсталяції на постійних і не постійних робочих місцях не повинна перевищувати:

- ✓  $35 \text{ Вт/м}^2$  у разі опромінювання більше ніж 50% тіла;
- ✓  $70 \text{ Вт/м}^2$  у разі опромінювання від 20 до 50% тіла;
- ✓  $100 \text{ Вт/м}^2$  у разі опромінювання до 20% поверхні тіла.

За наявності теплового опромінювання температура повітря:

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 на постійних робочих місцях температура для теплої пори року має бути в межах  $20\text{-}25^\circ\text{C}$  та для холодної пори року  $19\text{-}28^\circ\text{C}$ .

Для запобігання теплових травм температура зовнішніх поверхонь технологічного обладнання не повинна перевищувати  $45^\circ\text{C}$ .



Допустимі значення параметрів випромінювання будуть наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Допустимі значення неіонізуючих електромагнітних випромінювань

Найменування параметра	Допустимі
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні відеомонітора	10В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні відеомонітора	0,3А/м
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати:	
для дорослих користувачів	20кВ/м
для дітей дошкільних установ і що вчаться в середніх спеціальних і вищих учбових закладів	20кВ/м

Для зменшення впливу електромагнітного випромінювання на робітника слід дотримуватися раціонального режиму праці та виконувати різні роботи.

## 5.2 Технічні рішення з промислової безпеки

### 5.2.1 Вимоги безпеки під час виконання робіт

До виконання робіт в зоні ПР і ТО допускаються особи віком від 18 років, які пройшли медичне обстеження та відповідне навчання, мають допуск до виконання відповідних робіт та групу по електробезпеці не нижчу за другу.

При постановці автомобіля на робочий пост на рульове кермо вивішується табличка з надписом : „Працюють люди - двигун не пускати ”.

Автомобіль після заїзду на пост ставиться на стоянкові гальма, включається нижча передача для МКПП, та режим паркінг для АКПП, вимикається запалення та встановлюються упор під колеса в кількості не менше 2-х.

Майже всі роботи з ТО і ПР виконуються при непрацюючому двигуну, виключенням є роботи з системою живлення, електрообладнанням двигуна та гальмівною системою.



Всі роботи з ТО і ПР виконуються зверху, знизу та з боків автомобіля, незручне положення приводить до швидкої втоми працівника та незадовільної якості робіт.

### 5.2.2 Безпечність технологічного обладнання та процесу

Перед виконанням робіт необхідно ознайомитись з відповідними технологічними картами, та виконувати всі роботи згідно послідовності, що вказана в картах та правил безпеки. Робочий пост має бути оснащений всім необхідним обладнанням та інструментом, що потрібний для виконання робіт. Виключається виконання робіт одночасного проведення робіт над та під автомобілем, щоб не виникало нещасних випадків в разі падіння інструмента на працівника під автомобілем. Тому в технологічній карті закріплені ряд робіт за кожним з працівників.

Зняття, транспортування та встановлення агрегатів та запчастин автомобіля вагою понад 20 кг необхідно проводити за допомогою підйомно-транспортних механізмів, обладнаних оснащенням, що забезпечують безпеку виконання цієї роботи.

Габаритні та важкі запчастини та агрегати встановлюються на спеціальні стелажі та мають стійке положення, забороняється спирати на стіни та залишати під ногами.

При роботі з системами, що мають технічні рідини, необхідно її злити в спеціальну тару не допустивши розлиття цієї рідини.

### 5.2.3 Електробезпека приміщення

На станцій технічного обслуговування використовується чотири провідна трифазна електромережа з заземленим нульовим проводом [21].

Якщо мережа чотирипровідна трифазна, то величина напруги такої мережі позначається 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Групи технічних рішень щодо запобігання електротравмам:

а) Технічні рішення із запобігання електротравм від контакту з нормально струмоведучими елементами електроустаткування – що передбачено проектом



для запобігання контакту персоналу з нормально струмоведучими елементами або ж для зменшення тяжкості наслідків при такому контакті;

б) Технічні рішення щодо запобігання електротравмам при переході напруги на нормально неструмовідні елементи електроустаткування;

в) Електрозахисні засоби.

Відповідно з ГОСТ 12.1.013-78 умови роботи у приміщенні без підвищеної небезпеки: підлога бетонна, вологість не підвищена і т. д.

Є неприпустимими:

1. Експлуатація кабелів та проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією; залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими провідниками;

2. Застосування саморобних подовжувачів, які не відповідають вимогам до переносних електропроводок та застосування для опалення приміщення нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання;

3. Користування пошкодженими розетками, розгалужувальними та з'єднувальними коробками, вимикачами та іншими електровиробами, а також лампами, скло яких має сліди затемнення або випинання.

4. Використання електроапаратури та приладів в умовах, що не відповідають вказівкам (рекомендаціям) підприємств-виготовлювачів.

### **5.3 Пожежна безпека**

Станція технічного обслуговування за вибухо-пожежонебезпекою (ДСТУ Б В.1.1-36:2016) відноситься до виробництв категорії Г [16,20]. До категорії Г відносять приміщення в яких знаходяться негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я, а також горючі гази, спалимі рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.



Будівля де знаходиться станція технічного обслуговування за ступенем вогнестійкості (ДБН В.1.1.7-2016) відноситься до IIIa ступеню вогнестійкості, будинки переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса – з металевих незахищених конструкцій. Огороджувальні конструкції – з металевих профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів з негорючим утеплювачем або утеплювачем груп горючості Г1 (низької горючості), Г2 (помірної горючості).

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) та максимальні межі поширення вогню на які орієнтуються наведені у ДБН В.1.1.7-2002 наведено в таблиці 5.8

Таблиця 5.8 Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	Стіни				Коло	сходові площадки, костури, бали, марші сходових кліток	перекріття між поверхами	Елементи суміщених покриттів	
несучі та сходових кліток	само-несучі	Зовнішні несучі	внутрішні несучі (перегородки)	плити, настали				балки, рами	
IIIa	REI 60 M0	REI 30 M0	E 15 M1	E1 15 M1	R 15 M0	R 60 M0	REI 15 M0	RE 15 M1	R 15 M0

Технічні рішення системи для запобігання пожежі розроблені відповідно з „Правил пожежної безпеки для підприємств і організацій автомобільного транспорту України" (НАПБ В.01.054-2015/510).

Оскільки на об'єкті можливі осередки пожеж класів – В та С, то необхідно підібрати універсальні вогнегасники. Під час вибору таких вогнегасників їх мінімальна кількість має дорівнювати більшому значенню з отриманих для кожного класу пожежі окремо.

Для забезпечення локалізації пожежі у приміщенні необхідно:

- вогнегасники типу ВП-12 - 1шт та ВВП-6 - 2шт;



- ящик з піском об'ємом 3 м<sup>3</sup> біля приміщення СТО, бочка з водою, та протипожежні щити та лопати.

#### **5.4 Основні висновки до розділу 5**

В розділі було розглянуто питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, запропоновані технічні рішення з техніки безпеки та проаналізовані умови праці, розглянуто питання виробничої гігієни і сформовано рішення щодо забезпечення безпечної роботи та пожежної безпеки.



## ВИСНОВОК

В даній роботі було проведено аналіз роботи підприємства ФОП „ Комар Віталій Анатолійович ”, спеціалізація якого ремонт автомобілів, встановлення та обслуговування газового обладнання, переважно встановлюють ГБО 2-го та 4-го покоління. Згідно отриманих даних в другому розділі було запропоновано математичну модель, на основі якої можна розробити метод автоматичного діагностування газового устаткування з мінімальним людським фактором, що дасть змогу отримати результат який дозволить вирішити поставлене в роботі актуальне питання – а саме, збільшення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів в умовах станції технічного обслуговування. Час що витрачається на діагностування одного автомобіля зменшиться приблизно в 3 рази, а кількість обслугованих автомобілів збільшиться на 12...15%.

Розраховано та визначено всі необхідні параметри для функціонування зони діагностики та обслуговування газобалонних автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.

Розроблено алгоритм впровадження запропонованого методу в робочий процес станції технічного обслуговування та процесу діагностичних робіт газобалонних автомобілів і з переліком всіх необхідних інструментів.

Виконано теоретичні розрахунки з економічної ефективності запропонованого методу, термін окупності всіх інвестицій складає 1,3 роки, що підтверджує економічну вигідність запропонованого методу.

Розглянуто питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, запропоновані технічні рішення з техніки безпеки та проаналізовані умови праці, розглянуто питання виробничої гігієни і сформовано рішення щодо забезпечення безпечної роботи та пожежної безпеки.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. E. Tavallali, H. R. Rahai A Review on Gaseous Fuel (CNG, LPG, and H<sub>2</sub>) for Automotive Engines: Emissions and Performance. *Energies*. 2018. P. 22-28.
2. Rezin Automotive service management: principles into practice: посібник, Person College Div, 2008, 381 p.
3. Dong M., He D., Banerjee P., Keller J. Equipment health diagnosis and prognosis using hidden semi-Markov models. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 2006. Vol. 30 (7–8). P. 738–749.
4. H. K. S. Panahi, M. A. Ghazikhani, M. R. Herfatmanesh A Comprehensive Study on CNG Direct Injection Engines: Combustion Characteristics, Emissions, and Performance. *Energies*. 2018. P. 12-17.
5. Herrera, G. F. Pinder Mathematical Modeling in Science and Engineering: An Axiomatic Approach: посібник, Wiley, 2012, 264 p.
6. J. Halderman Automotive Technology: Principles, Diagnosis, and Service (Pearson Automotive Series) 6th Edition: посібник, Pearson, 2020, 1776 p.
7. L. Xie, S. Wei, Y. Yang A Review on the Emission Characteristics and Control Techniques of In-Use CNG Vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017. P. 11-18.
8. M. Chandrasekaran, K. Annamalai, R. Mayakrishnan Optimization of Engine Performance and Exhaust Emissions of a CNG Fueled Engine. *Energies*. 2017. P. 32-38.
9. M.A. Uddin, Rizalman Mamat, Obed M. Ali A Comparative Experimental Study on Combustion, Performance, and Emission Characteristics of CNG-Diesel Dual Fuel Engine. *Fuel*. 2015. P. 33-39.
10. Pavlenko I., Ivanov V., Kuric I. et al. Ensuring vibration reliability of turbopump units using artificial neural networks. *Advances in Manufacturing II, Vol. 1 - Solutions for Industry 4.0. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. 2019. P. 165–175.



11. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посіб. : Каравела, 2009. 368 ст.
12. Бахрушин В.Є. Методи аналізу даних. Навч. посібник. Запоріжжя: Класичний приватний університет, 2011. 269с.
13. Бідюк П.І, Терентьев О.М., Просянкіна-Жарова Т.І Прикладна статистика. Навчальний посібник. Вінниця: ПП «ТД»Едельвейс і К», 2013. 290 с.
14. Біліченко В.В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів: навчальний посібник .Вінниця: ВНТУ, 2012. 118 с.
15. Буренніков Ю. А., Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Рухомий склад автомобільного транспорту: робочі процеси та елементи розрахунку. Навч. посібник. Вінниця: ВНТУ, 2009. 267 с.
16. В. І. Ерохов. Газобалоні автомобілі. Конструкція, розрахунок, діагностика ,600 ст
17. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://www.poliplast.ua/doc/dbn\\_v.1.1-7-2002.pdf](http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf)
18. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=7988](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=7988)
19. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.[Електронний ресурс] Режим доступу: <http://document.ua/sanitarninormi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>
20. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
21. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек [Електронний ресурс] Режим доступу: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759)



22. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id\\_doc=65395](http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id_doc=65395)

23. І. В. Павленко, В. І. Симоновський Методи ідентифікації параметрів математичних моделей коливальних процесів: Монографія: Суми. 2020. 145 ст.

24. Кашканов В.А., Мартошенко Б.В. ПРОГРАМНИЙ ПРОЦЕС НАЛАШТУВАННЯ ЧАСУ ВПРИСКУВАННЯ ПАЛИВА ГАЗОВИХ ФОРСУНОК. Матеріали XVI-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» 23-25 жовтня 2023 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] Вінниця: ВНТУ, 2023. Режим доступу: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/book/802>

25. Кукурудзяк Ю. Ю. Розробка та реалізація методу автоматизованого діагностування системи запалювання автомобільного двигуна на основі порівняння спектрів сигналів : дис. канд. техн. наук: Харків. 2005. 205 с.

26. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: Підручник: Вища школа, 2007. 527 с.

27. Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [Електронний ресурс] Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/laborprotection/14\\_nakazy\\_ta\\_rozpor\\_183575/248+58074-detail.html](http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/laborprotection/14_nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html)

28. Повернення ПДВ на паливо з 1 липня. 2023.URL: <https://www.unian.ua/economics/energetics/povernennya-pdv-na-palivo-z-1-lipnya-yak-rist-cin-vpline-na-ukrajinskih-agrarijiv-12312246.html>

29. Процедура налаштування ГБО 4-го покоління – як виконати своїми руками. 2022. URL: <https://motorstate.com.ua/ua/info/protsedura-nalashtuvannia-hbo-4-ho-pokolinnia-iak-vykonaty-svoimy-rukamy>

30. Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, І.І. Тимченко. Автомобільні двигуни : підручник : Арістей, 2007. 476 с.



31. Ю.Ф. Гутаревич, Л.П. Мержиєвська, О.В. Сирота, Д.М. Тріфонов.  
Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні),  
принцип роботи та особливості будови : навч. посіб. : НТУ, 2015. 244 с.



**ДОДАТКИ**



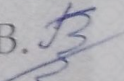

Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного  
менеджменту

Вдосконалення ефективності робіт з діагностування та  
технічного обслуговування газобалонних автомобілів в  
умовах станції технічного обслуговування автомобілів  
фізичної особи підприємця „Комар Віталій Анатолійович  
” село Нова Ободівка Вінницької області

Ілюстративна частина  
Магістерської кваліфікаційної роботи

Галузь знань 27 - <<Транспорт>>  
Спеціальність 274 - <<Автомобільний  
транспорт>>

Виконав студент гр. 1АТ-22м  
Керівник к.т.н., доцент кафедри АТМ

Мартошенко Б.В.   
Кашканов В.А. 

Вінниця – 2023



**Мета і завдання дослідження** – надати рекомендації щодо вдосконалення процесу діагностування газового обладнання автомобіля в умовах станції технічного обслуговування, що дозволяє об'єднати обслуговування автомобіля та покращити ефективність налаштування ГБО. Задачі, які необхідно розв'язати для досягнення поставленої мети:

- 1. Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів;
- 2. Підвищення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів.
- 3. Розрахунок необхідних параметрів для функціонування посту діагностики та обслуговування автомобілів.
- 4. Визначення ефективності запропонованих рішень.
- 5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

**Методи досліджень.** Математичне моделювання і теорія цифрової обробки сигналів.





**Об'єкт дослідження** – процес діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів.

**Предмет дослідження** – алгоритми діагностування та обслуговування газобалонних систем автомобіля.

**Новизна отриманих результатів.**

Отримав подальший розвиток метод діагностування газобалонних систем автомобіля шляхом аналізу осцилограм сигналів.

**Практичне значення одержаних результатів.** Отримані результати мають потенціал застосування на станціях технічного обслуговування для підвищення ефективності робіт з діагностування та обслуговування автомобілів.



# ФОП „ Комар Віталій Анатолійович ”

ФОП Комар Віталій Анатолійович знаходиться за адресом: с. Нова Ободівка, вул. Призаводська. 27, Гайсинський район, Вінницька обл. Україна, 24357. Підприємство було засноване 19 грудня 2017 року, в невеличкому гаражі та спеціалізувалося на ремонті автотранспортних засобів, але в зв'язку з збільшенням попиту на газобалонне обладнання, ФОП став офіційним партнером фірми STAG в Україні.

- Послуги які надає підприємство:
- Планове ТО.
- Ремонт та діагностика ДВЗ:
- Ремонт та діагностика підвіски:
- Ремонт та діагностика гальмівної системи:
- Ремонт та діагностика електронного та електричного обладнання автомобіля:
- Роботи з системами діагностування:
- Встановлення та ремонт ГБО:
- Налаштування ГБО:
- Продаж запчастин для автотранспортних засобів;
- Продаж комплектуючих для ГБО;
- Консультація клієнтів.

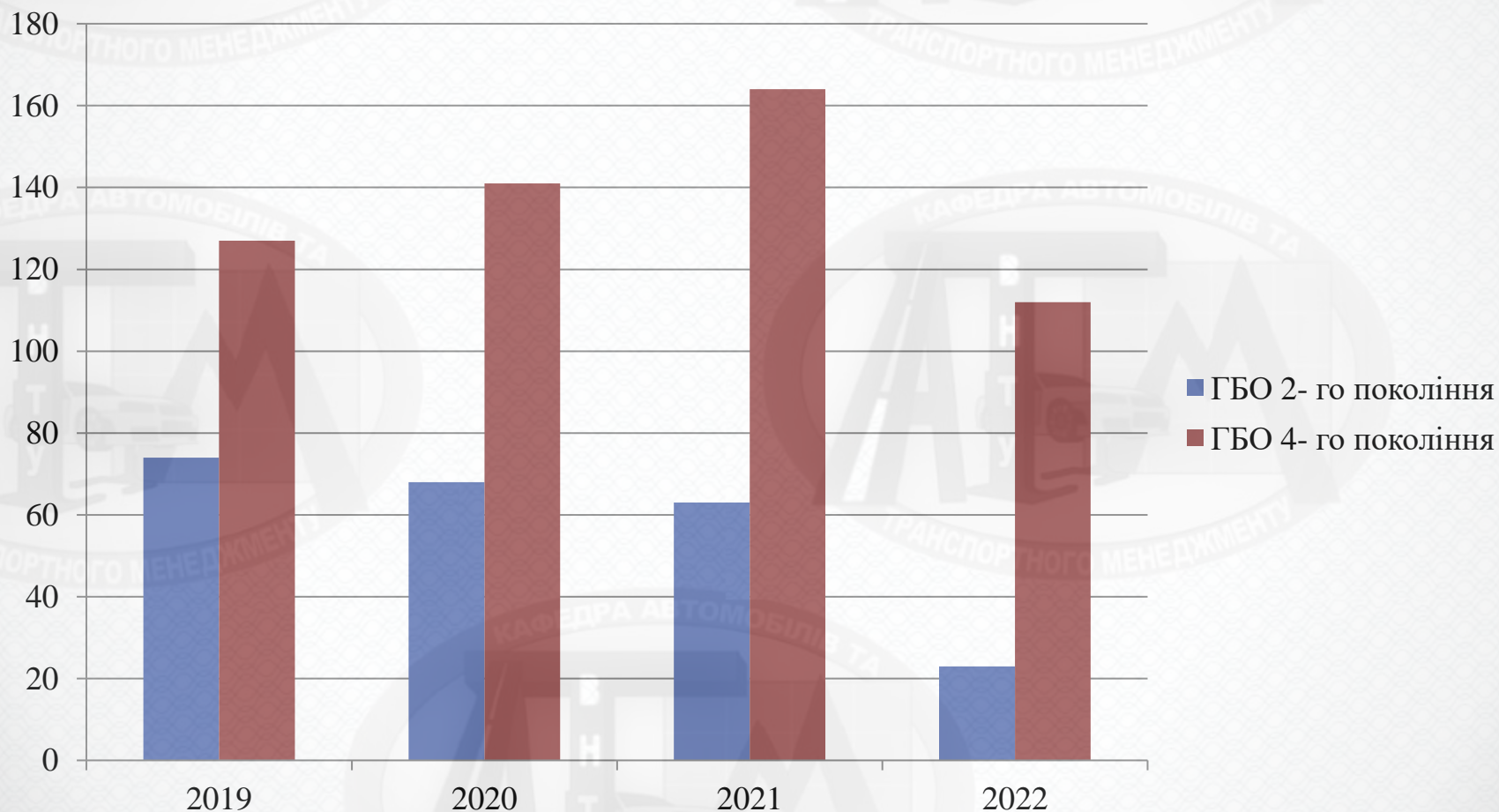


# Перелік обладнання, що використовується на СТО

Назва інструменту	Модель
Підйомник 2-х стійковий	PWR-240A-380 POWERLIFT
Зварювальний апарат	Патон ProMIG-200-15-2
Інструментальний візок з інструментом	MAX V33107
Обладнання для діагностики системи OBD-II	Autocom CDP+ / Delphi DS150e, Thinkcar ThinkScan MAX
Компресор	AK50-170-ITALY AIRKRAFT
Набір викруток	Intertool 18 предметів (VT-3350)
Мультиметр	PROTESTER PM64
Стенд для діагностики газових форсунок	ЕДІК
Набір динамометричних ключів	TOPTUL
Кутова шліф машина	MAKITA GA5030 720 W
Гідравлічний прес	GT0705 INTERTOOL
Набір молотків	Tagred TA1422
Дриль ударний	Makita HP1640
Столярний верстак	Holzmann WT 06



# Кількість встановлених систем ГБО за останні роки





# Недоліки існуючих методів діагностування ГБО.

- 1. Недостатня точність – недостовірна точність та неправильна інтерпретація опрацьованих даних;
- 2. Не врахування технічного стану компонентів – майже всі системи діагностування засновані на отриманні електричних систем, в програми для діагностування необхідно заносити дані технічного обслуговування механічних компонентів.
- 3. Залежність від виробника обладнання – більшість сканерів та програмного забезпечення можуть працювати лише з певної фірмою виробником газових компонентів.
- 4. Недостатня кількість інформації – більшість програм для діагностики виявляють очевидні проблеми, залишаючи без уваги менш помітні відхилення від норми.
- 5. Вартість обладнання та програмного забезпечення – висока вартість ліцензійного обладнання та програмного забезпечення фінансово не досяжна для невеликих підприємств.



# Компоненти з яких отримуються діагностичні сигнали

Діагностичні сигнали

```
graph TD; A[Діагностичні сигнали] --> B[КШМ, ГРМ, система відпрацьованих газів: Тиск в циліндрах. Тиск відпрацьованих газів.]; A --> C[Системи керування двигуном: Первинна та вторинна напруга системи запалювання Датчик кисню Сигнали різних датчиків.]; A --> D[Напруга АБ в різних моментах роботи ДВЗ.];
```

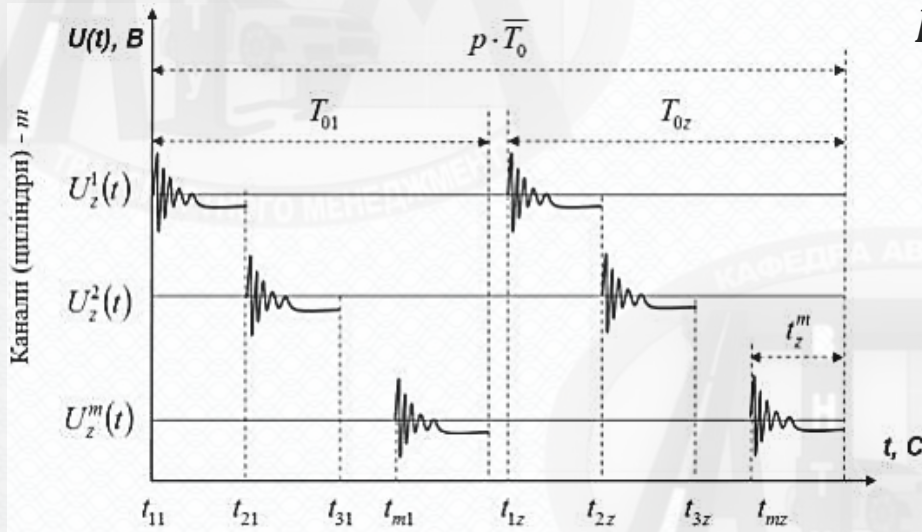
КШМ, ГРМ, система відпрацьованих газів:  
Тиск в циліндрах.  
Тиск відпрацьованих газів.

Системи керування двигуном:  
Первинна та вторинна напруга системи запалювання  
Датчик кисню  
Сигнали різних датчиків.

Напруга АБ в різних моментах роботи ДВЗ.



# Діаграма розподілу сигналу на окремі реалізації



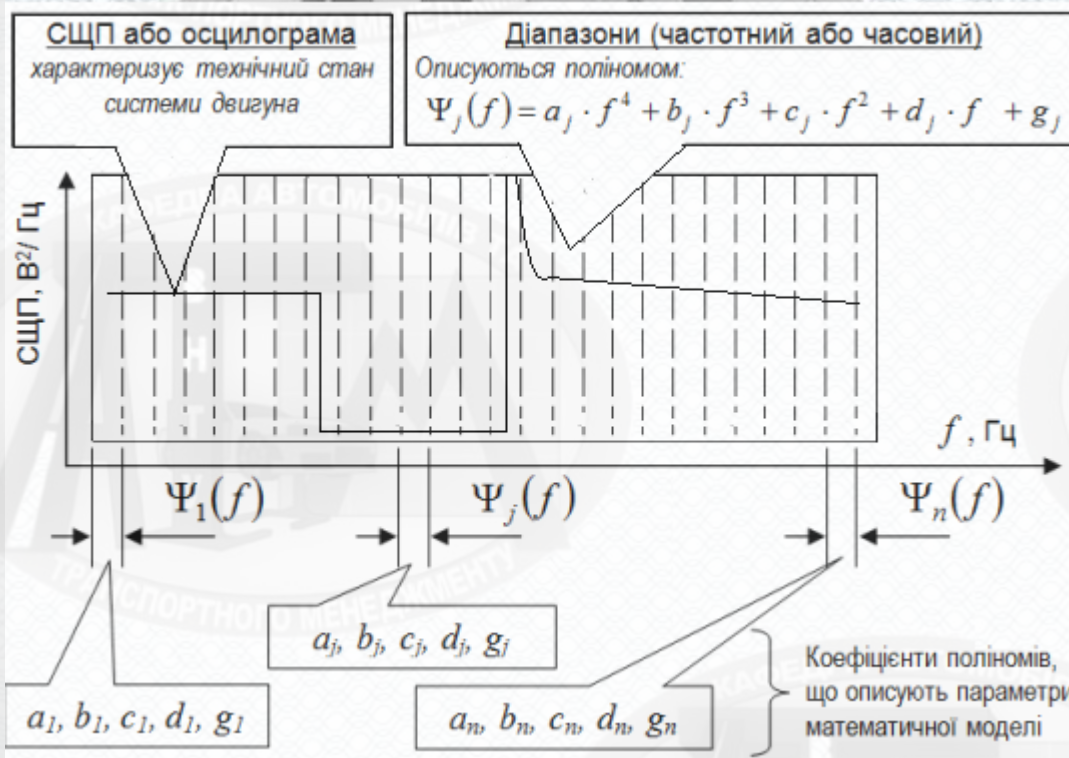
$$F(t) = \begin{pmatrix} U_1^1(t) & U_2^1(t) & \dots & U_z^1(t) \\ U_1^2(t) & U_2^2(t) & \dots & U_z^2(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ U_1^m(t) & U_2^m(t) & \dots & U_z^m(t) \end{pmatrix}$$

Усреднення:

$$\overline{U_0^m(t)} = \frac{1}{z} \int U_i^m(t) dt, \quad (i \in [1, z]).$$



# Визначення параметрів математичної моделі



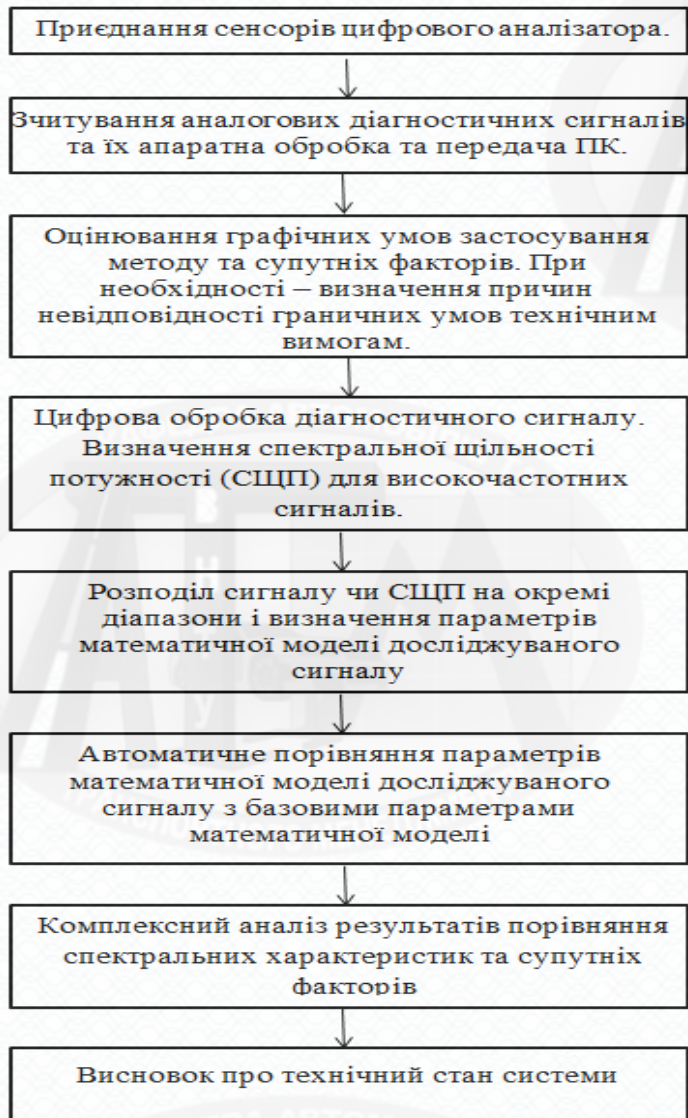
Математична модель технічного стану системи:

$$M = \begin{pmatrix} X_0 \\ X_1 \\ \dots \\ X_k \end{pmatrix},$$

$$X_i = \begin{pmatrix} \Psi_1(f) \\ \Psi_2(f) \\ \dots \\ \Psi_n(f) \end{pmatrix}$$



# Блок-схема алгоритму автоматизованого діагностування





# Вихідні дані до розрахунку виробничої програми СТО

Параметр	Ум.позн.	Од.вим.	Значення
Існуюча кількість постів	$X_{n-icn}^{СТО}$	д.	1
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{ТО і ПР}^P$	заїздів	1250
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	$n_{ТО і ПР}^p$	Заїздів в рік	2
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	$A_{авт.}$	АВТО.	625
Автомобілів I групи:	$A_{Авт.}^I$	Авт. (%)	188
Автомобілів II групи:	$A_{Авт.}^{II}$	Авт. (%)	250
Автомобілів III групи:	$A_{Авт.}^{III}$	Авт. (%)	187
Середньорічний пробіг автомобілів	$L_{с-р}$	Км.	14000
Кліматичний район	ПКЗ	-	Помірно - теплий
<b>Режим роботи СТО</b>			
Кількість робочих днів СТО	$D_p$	дні	305
Тривалість зміни	$t_{зм}$	Год.	7
Кількість робочих змін	ТО і ПР	С	1
	Приймання і видачі	С	1

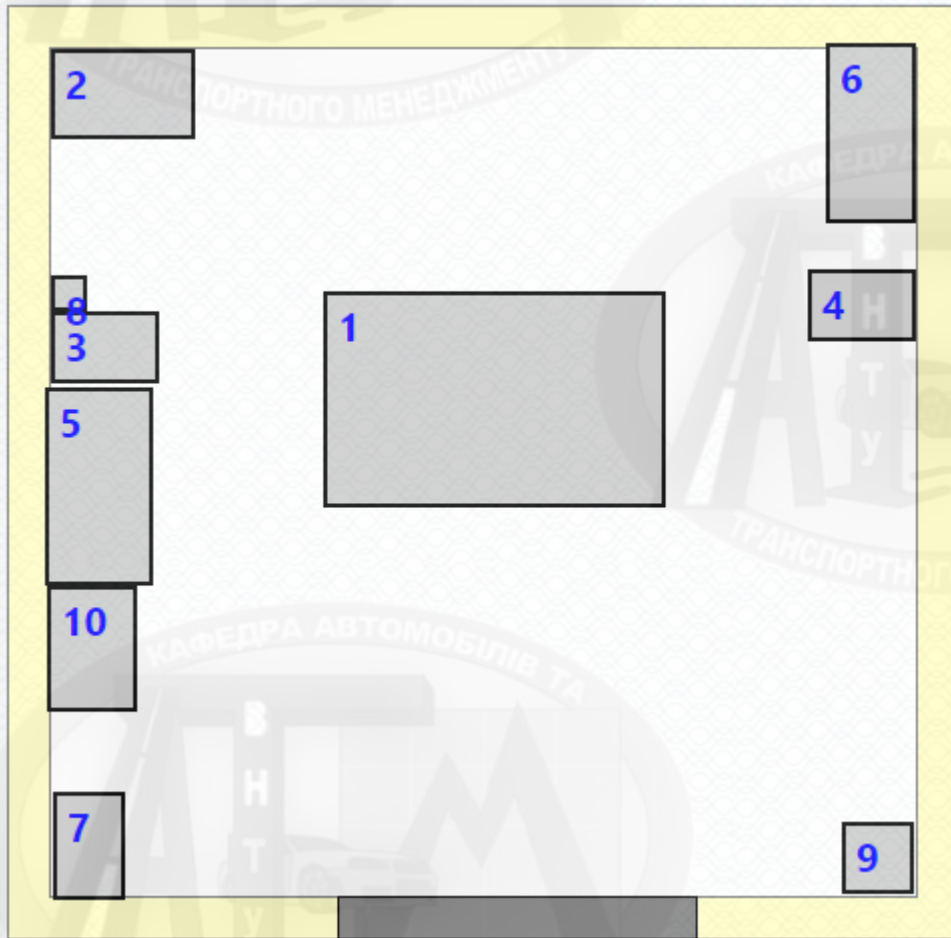


# Розрахункові показники робіт ТО і ПР автомобілів на СТО

Вид робіт ТО і ПР	Розподіл за видами, люд.- год		Розподіл за місцем виконання									
			Постові роботи					Дільничні роботи				
			Трудомісткість, люд.- год		Чисельність робітників,чол.		К-сть постів	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників,чол.		
			%	$T_{ТО і ПР}^i$	%	$T_{ТО і ПР}^i$	$P_я$	$P_ш$	$X_{ТОі}^i$	%	$T_{ТО і ПР}^i$	$P_я$
Роботи ТО і ПР автомобілів:												
контрольно-діагностичні	25	4363,3	100	4363,3	2,04	2,25	1,24					
Технічне обслуговування в повному обсязі	15	2618	100	2618	1,22	1,35	0,74					
Масильні	3	523,5	100	523,5	0,24	0,27	0,13					
Ремонт і регулювання гальм	3	523,5	100	523,5	0,24	0,27	0,13					
Електротехнічні	7	1221,7	80	977,4	0,46	0,5	0,35	20	244,35	0,114	0,126	
Роботи за системою живлення	30	5236	70	3665,2	1,71	1,89	1,73	30	1570,8	0,736	0,81	
Акумуляторні	2	349	10	34,9	0,016	0,018	0,099	90	314,1	0,147	0,162	
Ремонт вузлів, систем і агрегатів	8	1396,2	50	698	0,327	0,36	0,396	50	698	0,327	0,36	
Слюсарно-механічні	7	1221,7						100	1221,7	0,57	0,63	
Разом робіт ТО і ПР	100	17453,3	68	13403,8	6,253	6,9	4,815	32	4048,95	1,78	1,962	
Приймання і видачі автомобілів			100	249,9	0,117	0,129	0,0031					
Всього робіт СТО				13657,7	6,37	7,029	4,82		4048,95	1,78	1,962	



# Планування посту із розміщенням основного технологічного устаткування



1 – Підйомник; 2 – ящик з інструментом; 3 – зварювальне обладнання; 4 – стенд для роботи з газовими форсунками; 5 – робочий стіл; 6 – клієнтська зона; 7 – ящик з піском та пожежний щит; 8 – вогнегасник; 9 – зона гігієни; 10 – шафа з інструментами.



# Алгоритм діагностувальних робіт запропонованим методом

- 1. Підготовчі процеси – збір інформації про авто (марка, модель, тип двигуна, обслуговування газових комплектуючих та інша) та отримання показників з датчиків за допомогою системи OBD-II.
- 2. Аналіз та опрацювання отриманих даних – формування та збереження початкових матриць в базу даних.
- 3. Діагностування – застосування математичних матриць для аналізу даних та отримання даних діагностування, виявлення можливих проблем в роботі системи газового живлення.
- 4. Отримання результатів – генерація звіту та рекомендації щодо усунення проблеми.
- 5. Пошук та ремонт несправностей.
- 6. Контрольний тест та повторне діагностування.
- 7. Завершення діагностування та документація – складення фінального звіту та збереження даних до бази даних.



# Висновки

- В даній роботі було проведено аналіз роботи підприємства ФОП „ Комар Віталій Анатолійович ”, спеціалізація якого ремонт автомобілів, встановлення та обслуговування газового обладнання, переважно встановлюють ГБО 2-го та 4-го покоління. Згідно отриманих даних в другому розділі було запропоновано математичну модель, на основі якої можна розробити метод автоматичного діагностування газового устаткування з мінімальним людським фактором, що дасть змогу отримати результат який дозволить вирішити поставлене в роботі актуальне питання – а саме, збільшення ефективності діагностування та обслуговування газобалонних автомобілів в умовах станції технічного обслуговування. Час що витрачається на діагностування одного автомобіля зменшиться приблизно в 3 рази, а кількість обслугованих автомобілів збільшиться на 12...15%.
- Розраховано та визначено всі необхідні параметри для функціонування зони діагностики та обслуговування газобалонних автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.
- Розроблено алгоритм впровадження запропонованого методу в робочий процес станції технічного обслуговування та процесу діагностичних робіт газобалонних автомобілів і з переліком всіх необхідних інструментів.
- Виконано теоретичні розрахунки з економічної ефективності запропонованого методу, термін окупності всіх інвестицій складає 1,3 роки, що підтверджує економічну вигідність запропонованого методу.
- Розглянуто питання охорони праці та безпеки у надзвичайній ситуаціях, запропоновані технічні рішення з техніки безпеки та проаналізовані умови праці, розглянуто питання виробничої гігієни і сформовано рішення щодо забезпечення безпечної роботи та пожежної безпеки.



ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Вдосконалення ефективності робіт з діагностування та технічного обслуговування газобалонних автомобілів в умовах станції технічного обслуговування автомобілів фізичної особи-підприємця «Комар Віталій Анатолійович» село Нова Ободівка Вінницької області

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту  
(кафедра, факультет)

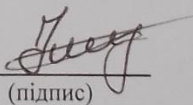
Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 89 % Схожість 11,0 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

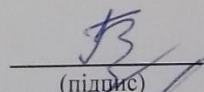
Особа, відповідальна за перевірку

  
(підпис)

Цимбал О.В.  
(прізвище, ініціали)

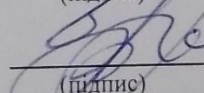
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

  
(підпис)

Мартошенко Б.В.  
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Кашканов В.А.  
(прізвище, ініціали)