

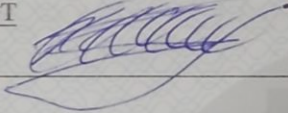
Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

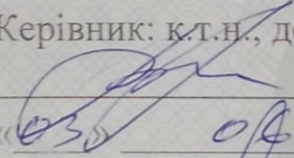
на тему:

«Покращення ефективності виробничого процесу діагностування  
автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю "Слав'янське-5" село  
Цимбалівка Хмельницької області»

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

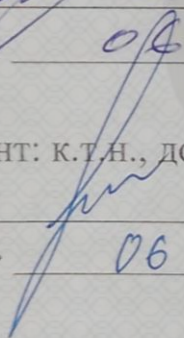
  
Жомірук Р.О.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

  
Кашканов В.А.

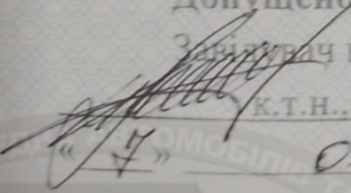
«03» 03 2024 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. ТАМ

  
Сухоруков С.І.

«06» 06 2024 р.

Допущено до захисту

  
Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

«07» 06 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 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.

« 12 » 03 2024 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Жоміруку Рустаму Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Слав'янське-5» село Цимбалівка Хмельницької області,

керівник роботи Кашканов Віталій Альбертович, к.т.н., доцент,  
затверджені наказом ВНТУ від «11» березня 2024 року № 81.

2. Строк подання студентом роботи: 03.06.2024 р.

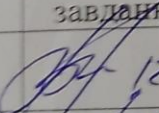
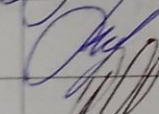
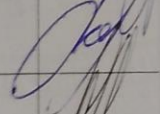
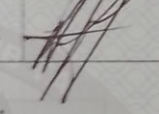
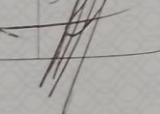
3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до проектування підприємств автомобільного транспорту (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; стан та показники виробничо-технічної бази автотранспортного підрозділу ТОВ «Слав'янське-5», показники роботи автомобілів, напрацювання автомобілів на відмову; об'єкт дослідження – процес діагностування технічного стану автомобіля; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

- 1 Аналіз стану питання діагностування автомобілів в умовах ТОВ «Слав'янське-5».
- 2 Дослідження та формування оптимальних режимів діагностування автомобілів.
- 3 Розробка рішень щодо покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів на ТОВ «Слав'янське-5».
- 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.












5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
- 1-3 Тема, мета, завдання, об'єкт та предмет дослідження.
  - 4 Загальна характеристика підприємства.
  - 5 Характеристика ВТБ автотранспортного підрозділу підприємства.
  - 6 Аналіз складу та роботи автотранспортного парку.
  - 7 Основні задачі технічної діагностики.
  - 8 Формування технологічних процесів діагностування автомобілів в умовах експлуатації.
  - 9 Моделювання оптимальних режимів діагностування.
  - 10 Залежності для визначення оптимальної періодичності діагностування.
  - 11 Визначення критерію оптимальності.
  - 12 Результати визначення оптимальної періодичності діагностування.
  - 13 Методика вибору засобів технічного діагностування автомобілів.
  - 14 Основне підібране діагностичне обладнання.
  - 15 Технологічне планування зони діагностики.
  - 16 Висновки по роботі.

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	 12.03.24	02.06.24
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Поліщук О.В., доцент кафедри БЖДПБ		

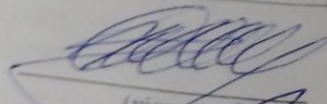
7. Дата видачі завдання « 12 » березня 2024 р.

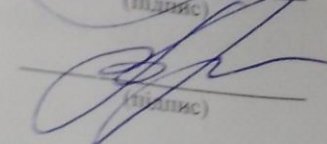
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	12.03-12.04.2024	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	12.03-12.04.2024	
3	Обґрунтування методів досліджень	12.03-12.04.2024	
4	Розв'язання поставлених задач	15.04-29.04.2024	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	30.04-14.05.2024	
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	15.05-30.05.2024	
7	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	15.05-30.05.2024	
8	Нормоконтроль МКР		
9	Попередній захист МКР	31.05-03.06.2024	
10	Рецензування МКР	04.06-05.06.2024	
11	Захист МКР	06.06-10.06.2024	
		11.06.2024	

Студент

Керівник роботи

  
(підпис)

  
(підпис)

Жомірук Р.О.

Кашканов В.А.

## АНОТАЦІЯ

УДК 656.1

Жомірук Р.О. Покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Слав'янське-5» село Цимбалівка Хмельницької області. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт, освітня програма – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ: 2024. 98 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 42 назви; рис.: 27; табл. 19.

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджено та запропоновано теоретичні й практичні рекомендації щодо покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «Слав'янське-5» село Цимбалівка Хмельницької області. Загальна частина роботи містить аналіз діяльності досліджуваного підприємства, стан виробничо-технічної бази автотранспортного підрозділу, показники роботи автотранспорту, характеристику виробничого процесу діагностування автомобілів на підприємстві, дослідження та формування оптимальних режимів діагностування автомобілів і розробку рішень щодо покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів на ТОВ «Слав'янське-5».

Графічна частина складається з 16 слайдів.

У розділі, присвяченому охороні праці та безпеці в надзвичайних ситуаціях, було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, рішення щодо забезпечення безпечної роботи, наведено організацію та розробку пункту спеціальної обробки на базі підприємства та розрахунок його основних характеристик.

Ключові слова: автомобіль, діагностування, технічне обслуговування, діагностичний параметр, напрацювання на відмову, засіб діагностування.

## ABSTRACT

UDC 656.1

Zhomiruk R.O. Improving the efficiency of the production process of diagnosing cars of the limited liability company "Slav'yanske-5" village of Tsimbalivka, Khmelnytskyi region. Master's qualification work on specialty 274 - Motor transport, educational program - Motor transport. Vinnytsia: VNTU: 2024. 98 p.

In Ukrainian language Bibliography: 42 titles; Fig.: 27; table 19.

In the master's qualification work, theoretical and practical recommendations for improving the efficiency of the production process of car diagnostics in the conditions of the limited liability company "Slavyanske-5" in the village of Tsimbalivka, Khmelnytskyi region, were researched and proposed. The general part of the work includes an analysis of the activity of the researched enterprise, the state of the production and technical base of the motor vehicle division, performance indicators of motor vehicles, characteristics of the production process of car diagnostics at the enterprise, research and formation of optimal modes of car diagnostics and the development of solutions to improve the efficiency of the production process of car diagnostics at LLC " Slav'yanske-5".

The graphic part consists of 16 slides.

In the section dedicated to labor protection and safety in emergency situations, the necessary organizational and technical solutions for occupational hygiene and industrial sanitation, solutions for ensuring safe work were developed, the organization and development of a special treatment point on the basis of the enterprise and the calculation of its main characteristics were given.

Key words: car, diagnosis, maintenance, diagnostic parameter, working up to failure, diagnostic tool.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	3
<b>РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ДІАГНОСТУВАННЯ</b>	
<b>АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ ТОВ «СЛАВ'ЯНСЬКЕ-5»</b> .....	6
1.1 Загальна характеристика підприємства .....	6
1.2 Характеристика виробничо-технічної бази автотранспортного підрозділу підприємства .....	8
1.3 Аналіз складу та роботи автотранспортного парку ТОВ «Слав'янське- 5» .....	10
1.4 Характеристика виробничого процесу діагностування автомобілів на підприємстві .....	12
1.5 Формування показників ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів .....	14
Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження .....	23
<b>РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ</b>	
<b>РЕЖИМІВ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ</b> .....	24
2.1 Кількісна оцінка ефективності діагностування .....	24
2.2 Моделювання оптимальних режимів діагностування .....	27
2.3 Визначення оптимальної періодичності діагностування для облікових автомобілів ТОВ «Слав'янське-5» .....	36
2.4 Висновки до розділу 2 .....	41
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА РІШЕНЬ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ</b>	
<b>ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ</b>	
<b>ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ НА ТОВ «СЛАВ'ЯНСЬКЕ-5»</b> .....	42
3.1 Аналіз організації робіт з діагностування автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту .....	42
3.2 Теоретичні передумови до вибору засобів діагностування технічного стану автомобілів .....	46

3.3 Методика вибору засобів технічного діагностування автомобілів за критеріями ефективності та економічної доцільності .....	52
3.4 Підбір сучасного діагностичного обладнання .....	59
3.5 Розробка планувального рішення зони діагностики .....	67
3.6 Розрахунок кошторису витрат на створення зони діагностики .....	71
3.7 Висновки до розділу 3 .....	76

## **РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....**

4.1 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори .....	77
4.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії .....	78
4.2.1 Мікроклімат .....	79
4.2.2 Повітря робочої зони .....	80
4.2.3 Опалення та вентиляція .....	81
4.2.4 Виробниче освітлення .....	82
4.2.5 Шум та вібрація .....	83
4.2.6 Електробезпека .....	84
4.3 Організація та розробка пункту спеціальної обробки ПуСО на базі ТОВ «Слав'янське-5» та розрахунок його характеристик .....	85
4.3.1 Організація та розробка заходів що стосуються дезактивації транспортних засобів в процесі спеціальної обробки .....	85
4.3.2 Розрахунок характеристик ПуСО .....	86
4.3.3 Розробка структури ПуСО .....	89
4.4 Висновки до розділу 4 .....	90
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>91</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>93</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>98</b>

Додаток А. Ілюстративна частина

Додаток Б. Протокол перевірки МКР на плагіат

## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

Технічна діагностика є частиною технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту автомобілів, основним методом проведення контрольних та контрольньо-регулювальних робіт.

Технічна діагностика є вищим рівнем технічного контролю і дає відповідь на найголовніші питання: коли повинна бути припинена експлуатація машини і що необхідно робити для її продовження. Отримання інформації про діючі процеси і технічний стан автомобіля в реальному часі дозволяє визначати оптимальну стратегію ефективного технічного обслуговування, забезпечення готовності, технічної та екологічної безпеки машин [1].

При діагностиці застосовують різні методи і засоби, які постійно удосконалюються. Забезпечення високого технічного рівня методів і засобів діагностики забезпечує покращення діючих робочих процесів технічного обслуговування автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту.

Накопичення та аналіз відмов автомобілів у процесі експлуатації дозволяє здійснити підбір тих засобів діагностування, при застосуванні яких буде швидко виявлена несправність, яка призвела до тої чи іншої відмови або несправності автомобіля.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» із змінами, внесеними згідно з Законом від 12.01.2023 № 2859-IX; Указу Президента України «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року» № 722/2019, від 30.09.2019р. Дослідження за темою магістерської кваліфікаційної роботи належать до основних наукових напрямків досліджень кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького національного технічного університету, вони виконувались відповідно плану науково-дослідних робіт ВНТУ на 2023-2024 рр.



**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження є надання рекомендацій ТОВ «Слав'янське-5» щодо покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів в умовах даного підприємства.

Для досягнення встановленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз стану питання діагностування автомобілів в умовах ТОВ "Слав'янське-5";
- дослідити та сформувані оптимальні режими діагностування автомобілів;
- визначити оптимальну періодичність діагностування основних систем автомобілів, які мають найменше напрацювання на відмову;
- розробити рішення щодо покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів на підприємстві;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

**Об'єкт дослідження** – процес діагностування технічного стану автомобіля.

**Предмет дослідження** – ефективність виробничого процесу з діагностування технічного стану автомобіля.

**Методи досліджень.** При розв'язанні поставлених задач застосовувались метод системного аналізу, математичного моделювання, математичної статистики, теорії надійності, теорії ймовірності.

**Наукова новизна одержаних результатів.**

Отримали подальший розвиток методи дослідження оптимальних режимів діагностування технічного стану автотранспортного засобу.

**Практична значимість отриманих результатів.**

Результати наукового дослідження можуть використовуватися на підприємствах автомобільного транспорту для підвищення ефективності виробничого процесу діагностування технічного стану автотранспортних засобів.

**Достовірність теоретичних положень** магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується строгістю постановки задач, коректним застосуванням математичних методів під час доведення наукових положень, строгим виведенням аналітичних співвідношень, порівнянням результатів, отриманих за допомогою

розроблених у роботі методів, з відомими.

**Апробація результатів роботи.** Деякі результати роботи доповідались та обговорювались на ІІІ-й Всеукраїнській науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (ВНТКП ВНТУ), Вінниця, 20-22 березня 2024 р..

**Публікації.** Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікації [15].

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ ТОВ «СЛАВ'ЯНСЬКЕ-5»

### 1.1 Загальна характеристика підприємства

Компанію ТОВ "Слав'янське-5" було зареєстровано 23.03.2005 року. Керівником даної компанії є Слизькоухий Олександр Вікторович. Юридична адреса підприємства: 31413, Хмельницька обл., Хмельницький р-н, село Цимбалівка, вул. Першотравнева, будинок 9-А. На даний час на підприємстві працює більше 110 працівників різних професій.

Основний вид діяльності (КВЕД): 01.11 – Вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур. Інші види діяльності: 01.61 – Допоміжна діяльність у рослинництві; 10.41 – Виробництво олії та тваринних жирів; 46.21 – Оптова торгівля зерном, необробленим тютюном, насінням і кормами для тварин; 46.90 – Неспеціалізована оптова торгівля; 49.41 – Вантажний автомобільний транспорт; 77.12 – Надання в оренду вантажних автомобілів.

ТОВ «Слав'янське-5» надає повний комплекс сільськогосподарських послуг з проведення польових робіт. Може своєчасно і якісно надавати цілий ряд послуг, а саме:

- підготовка ґрунту до посівних робіт та обробка після збирання врожаю (оренда тракторів і навісного обладнання);
- проведення посівних робіт (оренда сівалок);
- послуги з хімічної обробки полів та внесення добрив (оренда обприскувачів самохідних);
- послуги прибирання. Застосовуються сучасні комбайни всесвітньовідомих брендів з усім необхідним навісним обладнанням, що дозволяє здійснювати збирання зернових, олійних, бобових та інших видів культур з мінімальними втратами.

– допомога з перевезення зерна і вантажів.

Логістику зерна на території України можна розділити на два етапи. Зібраний урожай вивозять з полів на зернові майданчики, далі на елеватори або в місця переробки. Це перший етап і вся логістика на 100% припадає на автомобільний транспорт. На наступному етапі — доставка зерна з елеваторів на підприємства з виробництва борошна або на завантаження для подальшого транспортування за кордони країни здійснюється, крім автомобільних перевезень, залізничним та річковим транспортом.

Управління ТОВ "Слав'янське-5" здійснює директор, він представляє підприємство перед органами державної влади, а також іншими підприємствами, установами, організаціями та окремими громадянами чи об'єднаннями. Директор ТОВ укладає від імені підприємства угоди та здійснює інші юридичні дії відповідно до чинного законодавства. При потребі директор може у письмовій формі доручити виконання своїх обов'язків одному із керівників підрозділів підприємства. Окрім директора у ТОВ "Слав'янське-5" є ряд посадових осіб, які забезпечують реалізацію управління підприємством на різних рівнях. Організаційна структура управління ТОВ "Слав'янське-5" подана на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Організаційна структура управління ТОВ "Слав'янське-5"

Головний бухгалтер ТОВ забезпечує облік і контроль коштів, основних засобів і товарно-матеріальних цінностей, а також своєчасне відображення операцій, пов'язаних з їх рухом, в бухгалтерському обліку.

Планово-економічною роботою на підприємстві займається головний економіст. Аналіз та пошук шляхів вдосконалення виробничо-господарських процесів, що відбуваються в межах ТОВ, є його основним завданням.

Агрономічну службу очолює головний агроном. В його обов'язки входить забезпечення виконання агротехнічних операцій, їх своєчасності та технологічної доцільності, зокрема: підготовки та обробки землі, збирання урожаю, використання добрив, насінневого матеріалу та засобів захисту рослин, тощо.

Головний інженер організовує і контролює технічне обслуговування та технічний стан парку автотransпортних засобів, забезпечує запчастинами, нафтопродуктами та іншими матеріалами, керує диспетчерською службою підприємства.

## **1.2 Характеристика виробничо-технічної бази автотransпортного підрозділу підприємства**

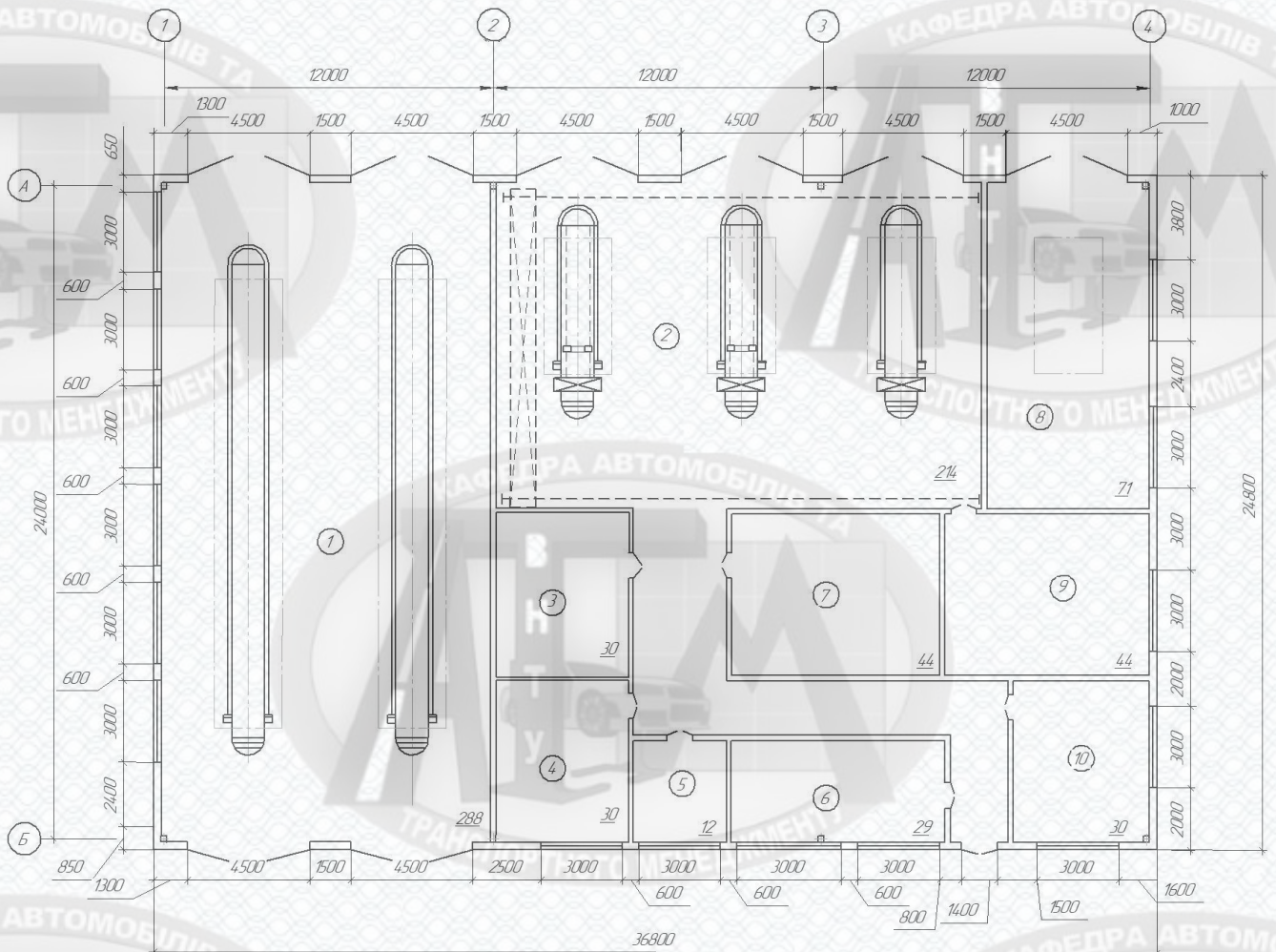
На території ТОВ «Слав'янське-5» розміщені:

- адміністративний будинок;
- асфальтовану площадку для стоянки автомобілів;
- ремонтна майстерня;
- склади;
- побутові приміщення.

Територія дозволяє розширити виробничу базу для запровадження нових видів діяльності. Обладнання, що є в наявності знаходиться в справному стані, що забезпечує утримання власного автотransпорту в належному стані та проведення ремонту вузлів, агрегатів та автомашин замовників.

Виробничий корпус являє собою одноповерхову будівлю 36,8×24,8 м, яка побудована з цегли, перекриття з бетонних плит, вікнами та дверима з дерева.

Колони й балки виготовлені зі спеціального бетону, який використовують для несучих елементів будівель, просоченого малов'язкими полімерними матеріалами. На рисунку 1.2 показано план приміщень виробничого корпусу підприємства.



- 1 – зона ТО; 2 – зона ПР; 3 – склад агрегатів та запасних частин;  
 4 – електротехнічна дільниця; 5 – дільниця паливної апаратури; 6 – роздягальня;  
 7 – агрегатна дільниця; 8 – зварювально-бляхарська дільниця; 9 – слюсарно-механічна дільниця; 10 – побутове приміщення

Рисунок 1.2 – План приміщень виробничого корпусу

Виробничий корпус забезпечується такими виробничими приміщеннями:

- зона ТО – 288 м<sup>2</sup> (2 пости ТО);
- зона ПР – 214 м<sup>2</sup> (3 пости ПР);
- електротехнічна дільниця – 30 м<sup>2</sup>;
- агрегатна дільниця – 44 м<sup>2</sup>;
- слюсарно-механічна дільниця – 44 м<sup>2</sup>;
- дільниця паливної апаратури – 12 м<sup>2</sup>;
- зварювально-бляхарська дільниця – 71 м<sup>2</sup>;
- склад агрегатів та запасних частин – 30 м<sup>2</sup>;

Отже характеристика виробничого корпусу: площа 912,6 м<sup>2</sup>, відстань між колонами – 24м; розмір прогону – 12 м; висота приміщення – 4,5 м; застосовувані будівельні конструкції: цегляні та залізобетонні; приміщення побудовано в каркасному залізобетонному виконанні з залізобетонними балками та азбоцементною кривлею по металічним прогонам; фундаменти приміщення залізобетонні, збірно-монолітні.

### **1.3 Аналіз складу та роботи автотранспортного парку ТОВ «Слав'янське-5»**

ТОВ "Слав'янське-5" має досвід роботи на ринку транспортно-логістичних послуг понад 15 років. Одним з основних видів діяльності компанії є перевезення зерна будь-яких культур автомобільним транспортом.

Обліковий парк рухомого складу підприємства містить всіаку сільськогосподарську техніку (трактори, комбайни, причеви) та автотранспорт. Автотранспортний парк, що залучений до перевезень зернових культур як територією України, так і закордон, нараховує спеціальний тип РС – магістральні сідельні тягачі 3 марок у кількості 16 одиниць та 3 марки напівпричепів-зерновозів, також 16 одиниць. Рік випуску автомобілів-тягачів і напівпричепів варіює від 2013 до 2017 року.

В таблиці 1.1 наведено наявний автотранспортний рухомий склад підприємства.

Таблиця 1.1 – Парк автотранспорту ТОВ "Слав'янське-5"

Найменування	Рік випуску	Кільк., од	Вид палива
Тягачі			
Ford T1848T	2017	4	Диз.паливо
Volvo FM13	2013	5	Диз.паливо
Renault T 460 dxi	2014	7	Диз.паливо
Напівпричепи			
Bodex KIS 3WA	2013-2017	4	
Zaslaw D-653A	2015	4	
Schmitz SKI Light	2014	8	

На рисунку 1.3 показано тягач Renault T 460 dxi із напівпричепом Schmitz SKI Light об'ємом 55 м<sup>3</sup>.

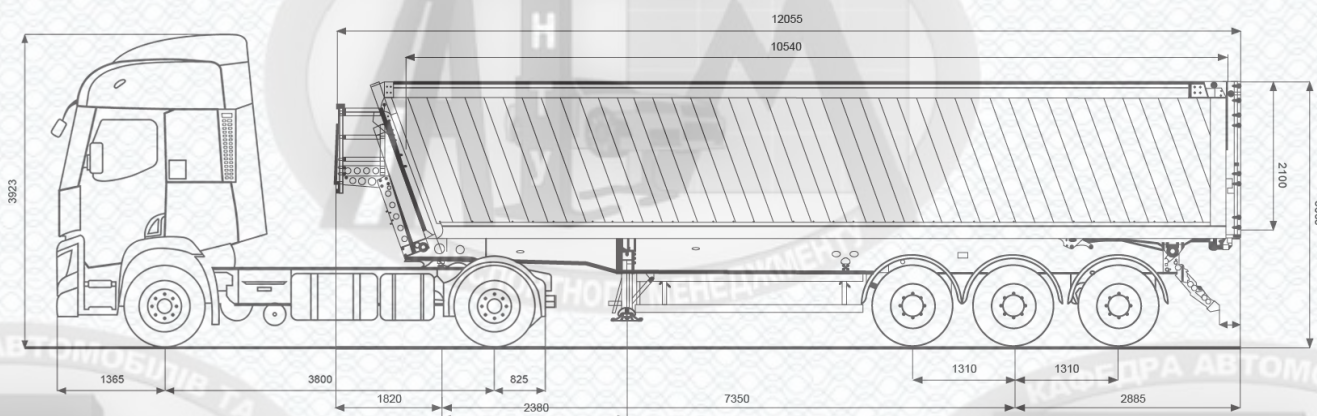


Рисунок 1.3 – Тягач Renault T 460 dxi із напівпричепом Schmitz SKI Light

Основні дані про роботу автотранспорту за 2021-2023 роки наведено у таблиці 1.2.

На даний момент підприємство виконує вантажні перевезення зернових культур наявним рухомим як по території України, так у міжнародному сполученні, в основному до Молдови та Польщі.



Таблиця 1.2 – Основні дані про роботу автотранспорту

Показник	Період, роки		
	2021	2022	2023
Наявність автомобілів у господарстві, одиниць	16	16	16
Автомобіле-дні перебування в господарстві, тис	5,84	5,84	5,84
Автомобіле-дні в роботі, тис	4,88	4,89	4,89
Час у наряді, тис.год	29,1	29,87	32,13
Загальний пробіг, тис.км	1369,8	1481,4	1528,5
Пробіг з вантажем, тис.км	562,4	568,3	582,1
Перевезено вантажів, тис.т	36,42	37,35	38,15
Вантажообіг, тис.ткм	6554,1	6482,3	6682,7

З кожним роком автомобільна техніка стає все складніше і різноманітніше. Ускладнюються несправності і відмови автомобілів, а тому потрібно вдосконалювати засоби та способи їх діагностування та технічного обслуговування.

#### 1.4 Характеристика виробничого процесу діагностування автомобілів на підприємстві

При проведенні робіт з технічного обслуговування автомобілів на підприємстві ТОВ «Слав'янське-5» роботи з діагностування технічного стану автомобілів виконуються на постах ТО, оскільки на підприємстві відсутні окремі пости діагностування.

Загальне діагностування Д-1 проводиться з періодичністю ТО-1 (за 2-3 дні до планового ТО-1 або безпосередньо перед ним) і головним чином призначено для визначення технічного стану (ТС) агрегатів, вузлів, механізмів і систем, що забезпечують безпеку руху АТЗ. Висновок про ТС автомобіля при Д-1 видається у

формі «Придатний» або «Не придатний» до подальшої експлуатації без регулювальних і ремонтних впливів або у формі «Необхідно усунути виявлені несправності або відмови».

Визначення конкретного місця несправностей і відмов, їх причин і характеру є основним призначенням поглибленого діагностування Д-2. Поглиблене діагностування Д-2 проводиться за 4-6 днів до пропонованої дати встановлення автомобіля на ТО-2 з тим, щоб за цей час технічне забезпечення приготувало необхідні запасні частини і матеріали по кожному автомобілю, а в зоні ПР були усунені, виявлені при Д-2, несправності.

При поверненні з лінії автомобіль проходить через контрольно-технічний пункт (КТП), де черговий механік проводить візуальний огляд автомобіля за встановленою технологією, і при необхідності оформляє заявку на ПР. Потім автомобіль, залежно від подальшого ходу проведення заходів, піддається поглибленим роботам відповідно до плану профілактичних робіт.

Після Д-1, при відсутності несправностей, виконуються роботи ТО-1, а потім у зону зберігання або (за наявності несправностей) через зону очікування в зону ПР, а потім звідти в зону зберігання. Автомобілі за 4-6 днів до планового ТО-2, проходять діагностування Д-2, потім направляються на пост ТО-2 для планового обслуговування та виконання супутнього ремонту до 20% від обсягу ТО-2.

Після оформлення заявки на ПР автомобіль піддається поглибленого прибирання та миття та направляється на діагностування Д-1 або Д-2 (залежно від обсягу діагностування і складності пошуку несправностей) для уточнення обсягу майбутнього ПР, після чого направляється в зону ПР і звідти в зону зберігання.

На підприємстві також надаються послуги з ТО та ремонту вантажних автомобілів для приватних власників та підприємств.

При виконанні робіт діагностування на підприємстві використовується таке обладнання: аналізатор відпрацьованих газів ВЕА 550 Дизель; мотор-тестер Bosch FSA 500, прилад для перевірки світла фар Bosch НТD 615; для комп'ютерної

діагностики застосовується діагностичний мультимарочний сканер LAUNCH Pilot HD.

### **1.5 Формування показників ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів**

Дослідженням проблем діагностування технічного стану автотранспорту присвячені роботи [1-3, 12-15, 24] таких вчених як Говорущенко М.Я., Варфоломєєв В.М., Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Мигаль В.Д. та інших.

Технічне обслуговування складається з комплексу організаційно-технічних заходів, що підвищують надійність, довговічність і технічну готовність транспортної машини (автомобіля) в процесі експлуатації.

Найнезначніша несправність у механізмах і агрегатах автомобіля, якщо вона вчасно не усунута, може викликати інтенсивне зношування деталей або поломку. Тому технічне обслуговування повинно бути організоване так, щоб повністю усувалася можливість випуску автомобіля на лінію з будь-якими несправностями. Для дотримання цієї умови необхідно регулярно здійснювати технічне обслуговування автомобілів за заздалегідь складеним графіком з виконанням певного комплексу контрольних-оглядових, кріпильних, регулювальних і мастильних робіт.

Лінії або пости діагностики в автотранспортному підприємстві повинні періодично піддавати автомобілі діагностиці для об'єктивного оцінювання їхнього технічного стану і встановлення точного обсягу і характеру необхідних ремонтів.

Пошук несправностей, тобто визначення місця та причин їх виникнення, є однією із найважливіших задач діагностування стану об'єкта. Після виконання дій з усунення несправностей об'єкт може бути справним, роботоздатним або правильно функціонуючим.

Основні задачі технічної діагностики наведемо на рисунку 1.4.

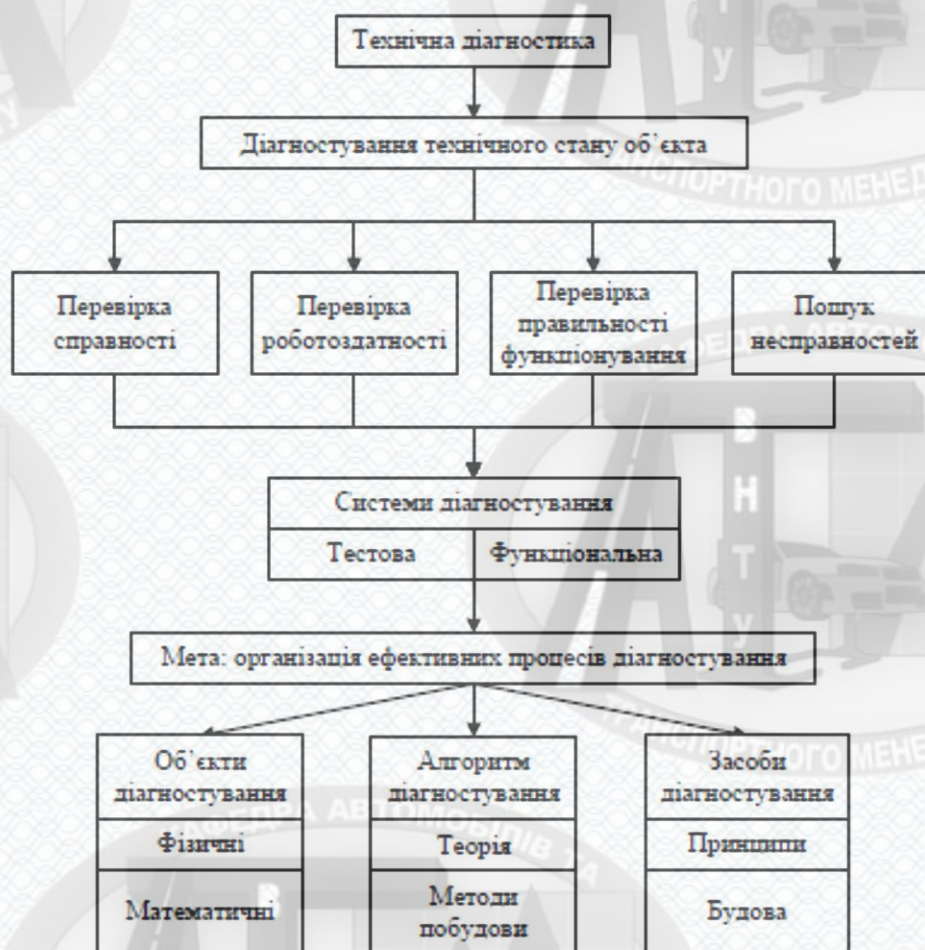


Рисунок 1.4 – Основні задачі технічної діагностики [3]

Визначення технічного стану агрегату, вузла чи автомобіля в цілому або іншого об'єкта діагностування виконують за допомогою контрольно-діагностичних засобів. Взаємодія об'єкта діагностування та контрольно-діагностичних засобів складає систему діагностування. Вона полягає у подачі на об'єкт діагностування багаторазових впливів (вхідних сигналів) і багаторазового вимірювання та аналізу відповідей (вихідних сигналів) об'єкта діагностування на ці впливи. Впливи на об'єкт діагностування можуть надходити від контрольно-діагностичних засобів або через зовнішні сигнали чи впливи, що визначаються робочим алгоритмом функціонування об'єкта.

Системи діагностування можуть бути призначені для перевірки справності, роботоздатності, функціонування і пошуку дефектів. Загалом, розрізняють такі види системи діагностування:

- за використовуваними засобами діагностування: з універсальними спеціалізованими, вмонтованими і зовнішніми засобами діагностування;
- за характером взаємодії між об'єктом і засобом діагностування: функціонального і тестового діагностування (у разі потреби можуть бути одночасно використані системи функціонального і тестового діагностування);
- за ступенем автоматизації діагностування: автоматичні, автоматизовані, ручні;
- за ступенем охоплення виробу: локальні і загальні.

Під ефективністю діагностування слід розуміти ступінь пристосованості методів та контрольно-діагностичних засобів до визначення технічного стану автотранспортного засобу.

Основне призначення діагностики – правильно визначити технічний стан об'єкта діагностування та оптимально керувати ним, з урахуванням його стану. Мета оптимізації – досягнення мінімуму матеріальних та трудових витрат при раніше визначеному рівні коефіцієнтів технічної готовності парку автомобілів.

Синтез системи контрольно-діагностичних робіт потрібно починати з вибору та обґрунтування такого критерію оцінки ефективності, який дозволив би сформувати оптимальний процес контрольно-діагностичних робіт з урахуванням найбільш вагомих показників ефективності. До таких показників можна віднести [2]:

- ймовірність правильності визначення ТС автомобіля з урахуванням запропонованої системи діагностування;
- інформаційну здатність контрольно-діагностичних засобів і алгоритмів діагностування;
- достовірність та точність діагностичної інформації;
- технологічність системи діагностування та зручність проведення відновлювальних робіт;
- метало- та енергомісткість контрольно-діагностичних засобів;
- експлуатаційні витрати та економічна ефективність системи діагностування.

Трудність оцінки ефективності системи діагностування одним критерієм визначається необхідністю одночасного обліку якості функціонування контрольно-діагностичних засобів, техніко-економічних можливостей та економічної доцільності самого діагностування.

Розробити систему діагностування будь-якого агрегату чи механізму автомобіля це означає: виявити закономірності зміни параметрів технічного стану цього агрегату чи механізму, його контролепридатність, вибрати оптимальні діагностичні параметри та встановити їх нормативні значення, визначити характеристики їх зміни і зв'язки з параметрами стану об'єкта, визначити спосіб постановки діагнозу, вибрати і обґрунтувати техніко-економічно відповідні методи і вимірювальні засоби, визначити алгоритм діагностування чи оптимальну процедуру. Системи діагностування автотранспортних засобів органічно пов'язані з технологічними процесами їх технічного обслуговування та ремонту.

На рис. 1.5 наведена структурна схема формування процесів діагностування і технічного обслуговування автомобілів [2].

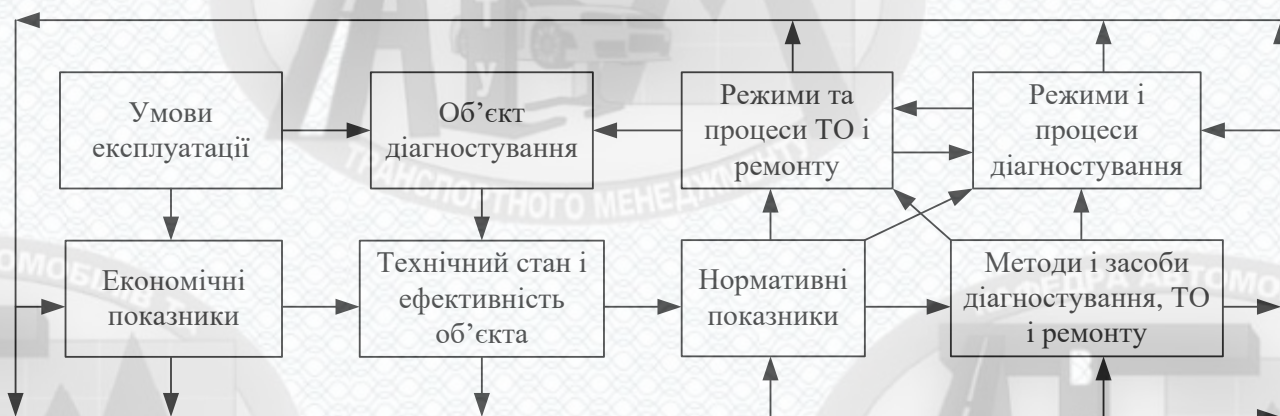


Рисунок 1.5 – Схема формування технологічних процесів діагностування автомобілів в умовах експлуатації

З рисунку 1.5 видно, що об'єкт діагностування знаходиться і під впливом руйнівної дії умов експлуатації, і під відновлювальною дією системи технічного обслуговування та ремонту. При цьому технічний стан і ефективність об'єкта

змінюються. Зміни ефективності функціонування і технічного стану об'єкту, що діагностується, зумовлюються різноманітними експлуатаційними і виробничими факторами та є випадковими подіями.

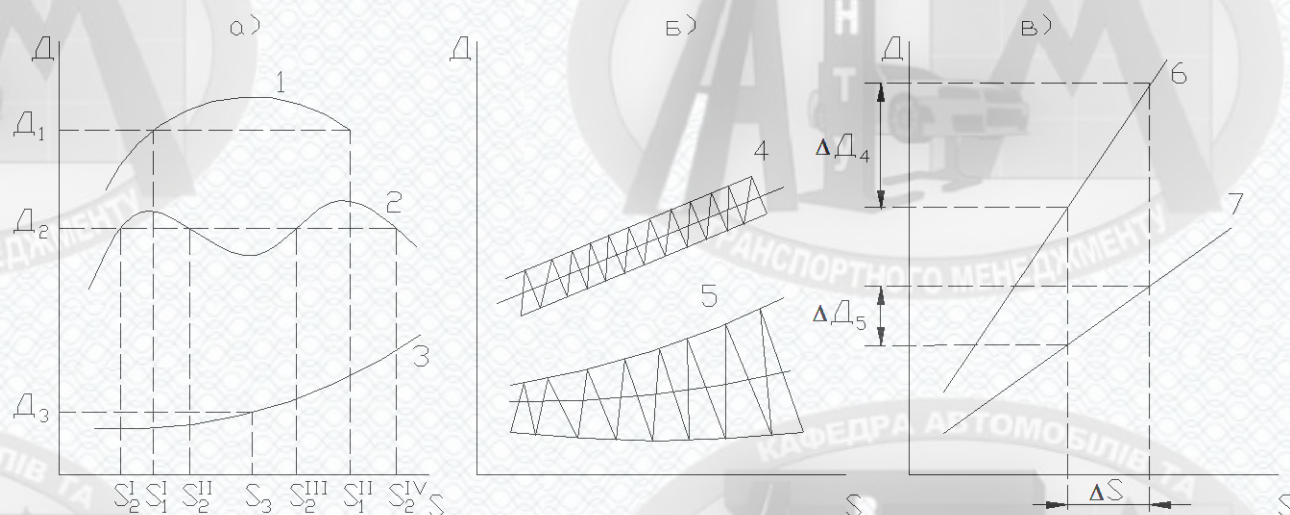
Закономірності зміни технічного стану об'єкта діагностування характеризують його надійність і затрати на відновлення. Вказані зміни можуть бути неперервними і дискретними. В результаті цих змін, відповідно, виникають поступові (накопичувальні) і неочікувані відмови. Неочікувані відмови виникають через випадкові причини, що викликають значні зміни технічного стану об'єкта.

Виходячи із змісту поняття діагностування як процесу опосередкованого виміру параметрів технічного стану, можна рахувати, що одним з його найважливіших елементів є система діагностичних параметрів.

Діагностичними параметрами є фізичні величини, які адекватні структурним параметрам, що використовуються для вимірювання технічного стану об'єкту, який діагностується, без його розбирання.

З усього різноманіття можливих діагностичних параметрів обирають і використовують на практиці лише ті параметри, які відповідають вимогам однозначності, стабільності, доступності і зручності вимірювання, широти вимірювань, інформативності та технологічності. Графічно зміст перерахованих вимог показаний на рис. 1.6 [12].

Вимоги однозначності означають дотримання умов, коли саме кожному значенню функціонального чи структурного параметру відповідає єдине значення діагностичного параметра. З рисунку 1.6, а), параметри кривих 1 і 2 не відповідають критерію однозначності, а параметри кривої 3 – відповідають, тобто діагностичному параметру  $D_2$  можуть відповідати чотири різні значення структурного параметра ( $S_2'$ ,  $S_2''$ ,  $S_2'''$ ,  $S_2''''$ ), параметру  $D_1$  – два значення структурного параметра ( $S_1'$ ,  $S_1''$ ), а будь – якому діагностичному параметру  $D_3$  відповідає одне значення структурного параметра  $S_3$ .



- а – за однозначністю; б – за стабільністю; в – за діапазоном вимірювання;  
 1, 2 – криві неоднозначної залежності, 3 – крива однозначної залежності,  
 4 – рівний коридор розсіювання, 5 – коридор розсіювання, що збільшується,  
 6 – крива більшої широти вимірювання, 7 – крива меншої широти виміру

Рисунок 1.6 – Графічна ілюстрація основних вимог до діагностичних параметрів

Вимоги стабільності встановлюють можливу величину відхилення діагностичного параметра від середнього значення, яке характеризує розсіювання даного параметра при незмінних значеннях структурних параметрів і умовах їх вимірювання.

Вимоги ширини вимірювання встановлює діапазон вимірювання діагностичного параметра, що відповідає заданій величині зміни структурного параметру. Чим більший діапазон зміни даного діагностичного параметру, тим вища його інформативність. На рис. 1.6, в параметр кривої 6 має більшу широту зміни діагностичного параметру  $\Delta D_4$ , ніж параметр кривої 7 –  $\Delta D_5$ . Аналітично умова представлена такою залежністю:

$$\frac{\Delta D_4}{\Delta S} > \frac{\Delta D_5}{\Delta S}. \quad (1.1)$$



Тому, перед вибором діагностичного параметра необхідно проаналізувати його залежність від структурного параметра, встановити взаємозв'язок між ними та визначити інформативність діагностичного параметру.

Визначення інформації про технічний стан об'єкта за допомогою певного діагностичного параметра пов'язано з матеріальними затратами. Економічна цілеспрямованість цих затрат залежить і від вартості діагностичних засобів, і від ймовірностей відмов та вартості їх усунення, тобто вартості ремонту. Отже, кінцева оцінка повноти діагностичної інформації визначається критеріями вартості та надійності об'єкта діагностування.

Класифікацію діагностичних параметрів можна подати схемою, яка представлена на рисунку 1.7.



Рисунок 1.7 – Класифікація діагностичних параметрів [12]

Діагностичні параметри представляють собою фізичні величини, що співвідносяться до структурних параметрів і використовуються для визначення технічного стану агрегатів, вузлів та механізмів автомобіля, що діагностуються без їхнього розбирання.

Чутливість діагностичного параметру  $K_q$  буде рівним зміні його приросту  $dS$  при зміні  $dU$  структурного параметру, а саме [12]:

$$K_q = \frac{dS}{dU}. \quad (1.2)$$

Однозначність діагностичного параметру означає відсутність екстремуму  $\frac{dS}{dU} \neq 0$  в діапазоні від початкового  $U_n$  до граничного  $U_{gr}$  значень структурного параметру.

Одним з найважливіших властивостей діагностичних параметрів є інформативність. Вона дозволяє знизити вихідну невизначеність (ентропію) технічного стану об'єкта діагностування за рахунок інформації, отриманої в результаті вимірювання певного діагностичного параметру. Ентропія об'єкта  $H(x)$  характеризується деяким числом  $n$  його технічних станів, кожний з яких може відбутися з певною ймовірністю  $P_i$ , що залежить від надійності об'єкта. Якщо вимірювання даного діагностичного параметра дозволяє повністю вирішити діагностичну задачу, то його інформативність  $I_x$  дорівнює ентропії об'єкту  $H(x)$  [12]:

$$I_x = H(x) = -\sum P_i \cdot \log P_i. \quad (1.3)$$

При діагностуванні агрегатів, вузлів та механізмів автомобіля часто використовують декілька діагностичних параметрів. При цьому значення  $P_i$  різні, а зв'язки між структурними і діагностичними параметрами неоднозначні. В таких випадках інформативність діагностичного параметра слід оцінювати за обсягом представлених ним відомостей про виявлені несправності об'єкта. Для цього слід порівняти розподіл величин діагностичного параметра, виміряного у великій кількості справних і несправних об'єктів. Якщо діагностичний параметр

малоінформативний, то розподіли величин відрізняються незначно і даний параметр не дозволить відрізнити справний об'єкт від несправного. Із збільшенням різниці розподілів буде вища інформативність даного параметра. Різницю розподілів величин діагностичного параметру оцінюють за допомогою коефіцієнта інформативності [28]:

$$I_j = 100 \sum_{j=1}^n (P_j^A - P_j^B) \cdot \log \left( \frac{P_j^A}{P_j^B} \right), \quad (1.4)$$

де  $P_j^A$ ,  $P_j^B$  - відповідно ймовірності попадання спостереження в даний діапазон ознаки  $j$  при справному ( $A$ ) і несправному ( $B$ ) стані об'єктів;

$n$  - кількість діапазонів розподілу величин діагностичного параметра.

При виборі діагностичних параметрів необхідно враховувати наступні обставини та чинники [29]:

- кількість обраних діагностичних параметрів, яка повинна бути достатньою для вирішення завдання встановлення діагнозу;
- рівень розроблювальних математичних моделей, що відображають функціональні залежності між конструктивними параметрами об'єкту і діагностичними параметрами;
- точність і ступінь досконалості існуючих технічних засобів вимірювання параметрів, а також можливість розробки і застосування нових засобів, які відповідають вимогам до класу точності, умов експлуатації, вартості та ін.;
- ступінь пристосованості об'єкта до автоматизації процесу діагностування;
- можливість зв'язку розроблюваної системи діагностування з бортовими електронно-обчислювальними комплексами, а також використання нових інформаційних технологій;
- економічну доцільність і ефективність розробки і використання системи діагностування.

Отже, завданнями діагностування в умовах підприємств автомобільного транспорту, є:

- перевірка справності і роботоздатності автомобіля в цілому та (або) його агрегатів, вузлів та механізмів із встановленою ймовірністю правильності діагностування;
- пошук дефектів, які порушили справність і (або) роботоздатність автотранспортного засобу;
- накопичення вихідних даних для прогнозування залишкового ресурсу або ймовірності безвідмовної роботи автомобіля у міжконтрольній період.

### **Висновки до розділу 1 та постановка задач дослідження**

Метою дослідження даної магістерської кваліфікаційної роботи є надання рекомендацій ТОВ «Слав'янське-5» щодо покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів в умовах даного підприємства.

Провівши аналіз діяльності підприємства ТОВ "Слав'янське-5", його виробничо-технічної бази та характеристики виконуваних робіт з діагностування, можна зробити висновок про недостатнє забезпечення підприємства технічними засобами діагностування автомобілів та, відповідно, недостатньою ефективністю виконання цих робіт.

Для досягнення поставленої мети, у подальших розділах даної роботи необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити та сформулювати оптимальні режими діагностування автомобілів;
- визначити оптимальну періодичність діагностування основних систем автомобілів, які мають найменше напрацювання на відмову;
- розробити рішення щодо покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів на підприємстві;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

## РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ОПТИМАЛЬНИХ РЕЖИМІВ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

### 2.1 Кількісна оцінка ефективності діагностування

Для узагальненої оцінки ефективності  $E$  діагностування служить критерій вірогідності правильності діагнозу [31]. При цьому об'єкт описується безліччю  $A$  діагностичних показників  $a_i$ , а його стан визначається порівнянням діагностичних ознак (ДО) з їх номінальними значеннями. На практиці через низку труднощів реалізації методу діагностування стан об'єкта діагностування (ОД) оцінюється але обмеженої сукупності  $B$  показників, причому, так як  $B \in A$ , достовірність діагностування знижується.

Залежність ймовірності правильної оцінки стану ОД від показників  $a_i$ , можна представити у вигляді «ієрархічного дерева». На рисунку 2.1 показані чотири його рівня, але в принципі їх може бути і більше.

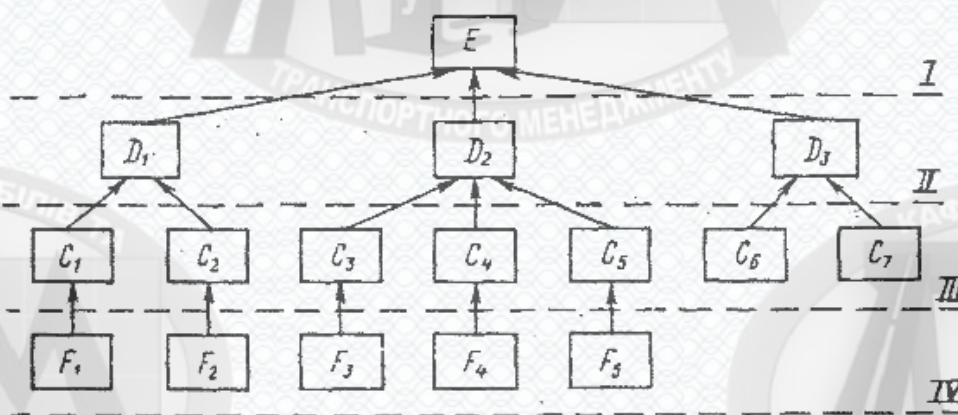


Рисунок 2.1 – Складові ефективності діагностування

На першому (верхньому) рівні знаходиться узагальнений показник ефективності діагностування – ймовірність  $E$  правильної оцінки стану об'єкта діагностування.

На другому рівні розміщені показники, які характеризують окремі елементи, що приймають участь в процесі діагностування: надійність технічних засобів діагностування  $D_1$ , достовірність діагностування  $D_2$ , надійність дій оператора  $D_3$ .

Третій рівень включає коефіцієнт готовності  $C_1$ , ймовірність безвідмовної роботи на заданому часовому проміжку  $C_2$ , показник адекватності моделі об'єкта діагностування  $C_3$ , показник повноти діагностування  $C_4$ , інструментальну достовірність  $C_5$ , ймовірність роботоздатності оператора  $C_6$  в момент  $t_0$ , ймовірність збереження роботоздатності оператором  $C_7$  протягом необхідного часу.

На останньому, четвертому рівні, розміщуються параметри і характеристики  $F_i$  (параметри сукупності, інформаційність ДО та ін.)

Для визначення ймовірності правильної оцінки стану об'єкта діагностування необхідно знати [13]:

- кількість та інформативність діагностичних показників;
- величину середньоквадратичного відхилення діагностичних параметрів від математичного очікування і похибки вимірювання діагностичних параметрів;
- величини допустимих змін діагностичних параметрів;
- коефіцієнт готовності і ймовірність безвідмовної роботи технічних засобів за час діагностування;
- кількість дефектів в об'єкті діагностування, що можуть та не можуть бути знайдені.

Ймовірність  $D_1$  правильної роботи технічних засобів діагностування визначається для двох можливих способів діагностування:

- в режимі функціонального діагностування  $D_1 = C_1$ , де  $C_1$  – ймовірність того, що в будь-який момент часу технічні засоби діагностування будуть роботоздатними;
- в режимі тестового діагностування  $D_1 = C_1 \cdot C_2$ , де  $C_2$  – ймовірність збереження технічними засобами діагностування роботоздатності під час діагностування при умові, що вони були роботоздатні в момент його початку.

Достовірність діагностування  $D_2$  складається з методичної  $C_m$  та інструментальної  $C_5$ .

Методична достовірність визначається як добуток показника  $C_3$  відповідності моделі об'єкту діагностування і показника  $C_4$  повноти діагностування  $C_m = C_3 \cdot C_4$ .

Інструментальна достовірність визначається максимальними відхиленнями кожного показника  $h_i$  та похибки вимірювання  $\varepsilon_i$  [31]:

$$h_i = \sigma_{xi} \cdot \sqrt{3k}; \quad (2.1)$$

$$\varepsilon_i = \sigma_{\Delta i} \cdot \sqrt{3}, \quad (2.2)$$

де  $\sigma_{xi}$  і  $\sigma_{\Delta i}$  – середньоквадратичні відхилення цих величин.

З урахуванням співвідношень між  $h_i$  і  $\varepsilon_i$ , а також меж допустимих значень показників  $\sigma_i$  визначається ймовірність неправдивого висновку  $d_{u.li}$  по кожному показнику:

$$d_{u.li} = d_{l.oi} + d_{n.oi}, \quad (2.3)$$

де  $d_{l.oi}$  та  $d_{n.oi}$  – ймовірності відповідно неправдивої та неможливої до визначення відмови.

У тому випадку, коли оцінювані діагностичні параметри незалежні, помилки другого роду також незалежні, інструментальна достовірність діагностування об'єкту  $C_5$  рівна ймовірності неправдивого висновку про його стан в цілому  $D_{u.l}$ :

$$C_5 = D_{u.l} = 1 - \prod_{i=1}^{N_1} (1 - d_{u.li}). \quad (2.4)$$

Якщо оцінювані діагностичні параметри – залежні, то інструментальна достовірність визначається помилками першого роду:

$$C_5 = D_{l.o} = 1 - \prod_{i=1}^{N_1} (1 - d_{l.oi}). \quad (2.5)$$

На основі отриманих співвідношень достовірність діагностування виражається добутком [31]:

$$D_2 = C_3 \cdot C_4 \cdot C_5. \quad (2.6)$$

Кінцевий вираз для ефективності діагностування автомобілів буде мати вигляд

$$E = D_1 \cdot D_2. \quad (2.7)$$

Таким чином, підвищення достовірності можна досягти, підвищивши ймовірність знайдення несправності та понизив ймовірність помилкової фіксації несправності.

## 2.2 Моделювання оптимальних режимів діагностування

При знаходженні оптимальних режимів діагностування необхідно володіти відповідною вихідною інформацією, яка враховує певний метод обслуговування, закономірності зміни технічного стану систем і витрати коштів на виконання діагностичних робіт, профілактичні обслуговування та ремонти автомобілів.



Розглянемо схему здійснення методу обслуговування із застосуванням діагностики, режими якої визначаються з напрацювання. Сутність цього методу полягає в тому, що регулярно через певні інтервали  $\tau$  пробігу проводиться діагностування агрегатів автомобіля. Профілактичне обслуговування виробляється за потребою в обсязі, виявленому при діагностуванні.

У разі виникнення відмови може проводитися позачергове діагностування та необхідні поточний ремонт та обслуговування. При цьому може виникнути ситуація, коли позапланове діагностування, яке виконується при виникненні відмови, проводиться через інтервал пробігу менший, але близький до нього.

Тоді, очевидно, недоцільно чергове діагностування за старим планом, так як пробіг між діагностичними операціями виявиться малим і технічний стан агрегату істотно не зміниться. В цьому випадку будуть тільки мати місце додаткові витрати на виконання діагностичних робіт. При такій ситуації доцільніше перепланувати момент наступного діагностування та обслуговування і призначити його знову через інтервал  $\tau$  пробігу. Тоді схема здійснення методу матиме вигляд, представлений на рисунку 2.2.

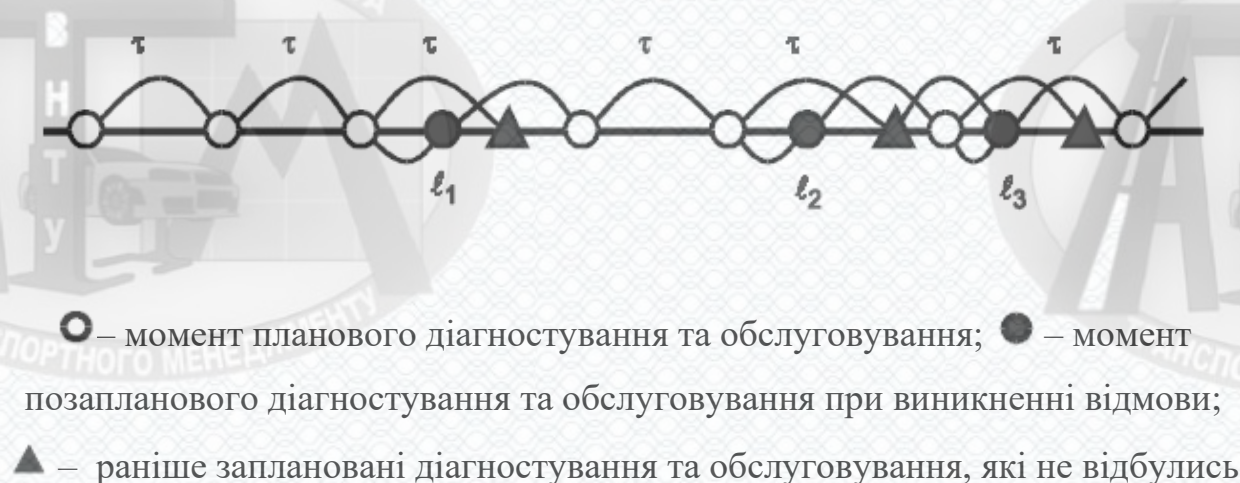


Рисунок 2.2 – Схема організації профілактичного обслуговування з примусовим діагностуванням

До виникнення наступної відмови пробіг після виконаного діагностування може бути  $l_1, l_2, l_3$  і т.д.

Важливою вимогою до реалізації оптимальних методів обслуговування є встановлення такої періодичності діагностування, яка була б менше середнього пробігу між відмовами, коли діагностування та обслуговування не проводиться. З урахуванням цієї вимоги при цьому методі обслуговування будуть попереджені всі відмови, що лежать в розподілі праворуч від величини  $\tau$  (рис. 2.2). Як видно, середній пробіг між впливами з обслуговування та ремонту при цьому методі лежить зліва від періодичності  $\tau$ .

Періодичність  $\tau$  діагностування може бути визначена аналітично. Умову цього техніко-економічного завдання можна сформулювати так: періодичність буде оптимальною в тому випадку, якщо коефіцієнт технічної готовності буде максимальним, а величина витрат мінімальною.

Оскільки завдання мінімізації питомих витрат рівносильна по суті максимізації технічної готовності системи, то, записавши вираз для визначення питомих витрат і прирівнявши похідну цього виразу до нуля, визначимо оптимальну періодичність діагностування. Очевидно, оптимальний режим діагностування буде визначатися за умови

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{M[U(\tau)]}{M[V(\tau)]} \right] = M[V(\tau)] \cdot dM[U(\tau)] - M[U(\tau)] \cdot dM[V(\tau)] = 0, \quad (2.8)$$

де  $M[U(\tau)]$  – математичне очікування витрат на обслуговування та ремонт при встановленій періодичності  $\tau$  діагностування;

$M[V(\tau)]$  – математичне очікування тривалості роботи системи між профілактичними чи ремонтними впливами при періодичності  $\tau$  діагностування.

В загальному випадку рівняння для визначення оптимальної періодичності діагностування по напрацюванню буде

$$\frac{\lambda(\tau)}{[1-F(\tau)]^2} \cdot \int_0^{\tau} [1-F(l)] \cdot dl + \ln[1-F(\tau)] - \frac{C_{np}}{C_{mp}} = 0, \quad (2.9)$$

де  $\lambda(\tau)$  – інтенсивність відмов;

$F(\tau)$  – функція розподілу пробігу між відмовами;

$C_{np}$  – витрати на виконання планового діагностування та обслуговування;

$C_{mp}$  – витрати на виконання позапланових поточних ремонтів;

$\tau$  – шукана оптимальна періодичність діагностування.

Отримане рівняння має розв'язок при будь-яких законах розподілу  $F(l)$ . При експоненціальному законі розподілу  $F(l) = (1 - e^{-\lambda l})$  останнє рівняння набуває вигляду

$$\left( e^{-\lambda\tau} - (\lambda \cdot \tau - 1) - \frac{C_{np}}{C_{mp}} \right) = 0. \quad (2.10)$$

При законі Вейбулла  $F(l) = (1 - e^{-\alpha l^\beta})$  рівняння виражається наступним чином

$$\frac{\alpha \cdot \beta \cdot \tau^{\beta-1}}{e^{-\alpha \tau^\beta}} \cdot \int_0^{\tau} e^{-\alpha l^\beta} \cdot dl + \alpha \cdot \tau^\beta - \frac{C_{np}}{C_{mp}} = 0, \quad (2.11)$$

де  $\alpha$  і  $\beta$  – параметри закону Вейбулла.

Рівняння (2.10-2.11) призначені для визначення оптимальних режимів діагностування, вони справедливі для всіх агрегатів, механізмів і вузлів, крім тих, що забезпечують безпеку руху. Для систем, що забезпечують безпеку руху, не можна встановлювати оптимальні режими обслуговування тільки по мінімуму

питомих втрат. Там, де йдеться про безпеку, економічна сторона проблеми буде грати другорядну роль. Для цих систем завдання повинна вирішуватися з урахуванням забезпечення заданого рівня ймовірності безвідмовної роботи.

Практично нескінченно близько до ймовірності безвідмовної роботи, що дорівнює одиниці, можна наблизитися, якщо щодня робити примусове обслуговування і заміну окремих елементів, які впливають на безпеку і схильних до відмов. Це практично не можливо. Тому необхідно шукати інші шляхи до досягнення високої ймовірності безвідмовної роботи.

Застосування високопродуктивних і ефективних контрольно-діагностичних засобів дозволяє запропонувати наступний метод обслуговування систем, що забезпечують безвідмовність, який дозволяє отримати високу ймовірність безвідмовної роботи при мінімальних витратах коштів на здійснення даної стратегії. Цей метод обслуговування полягає в примусовому загальному діагностуванні технічного стану систем і їх елементів, обслуговуванні і примусову заміну елементів при досягненні граничних значень вихідних або структурних параметрів.

Таким чином, застосування експрес-діагностування з подальшим технічним обслуговуванням та примусовою заміною, через певний пробіг, окремих елементів дозволить попередити виникнення як відмов від зношування, так і раптових відмов. Періодичність експрес-діагностування може бути з достатньою точністю визначена з кривою надійності, якщо задатися певним рівнем безвідмовної роботи за умови, що всякий раз після діагностування повністю відновлюється технічний стан системи і надійність стає близькою до одиниці.

Для практичного користування отриманими вище залежностями можна застосувати графічний метод визначення оптимальної періодичності діагностування. Для цього введемо величину, рівну відношенню оптимальної періодичності  $\tau$  діагностування до середнього значення пробігу  $\bar{l}$  між відмовами (див. рис. 2.3), і назвемо її коефіцієнтом оптимальності  $t_0$ , Тобто  $t_0 = \tau / \bar{l}$ .

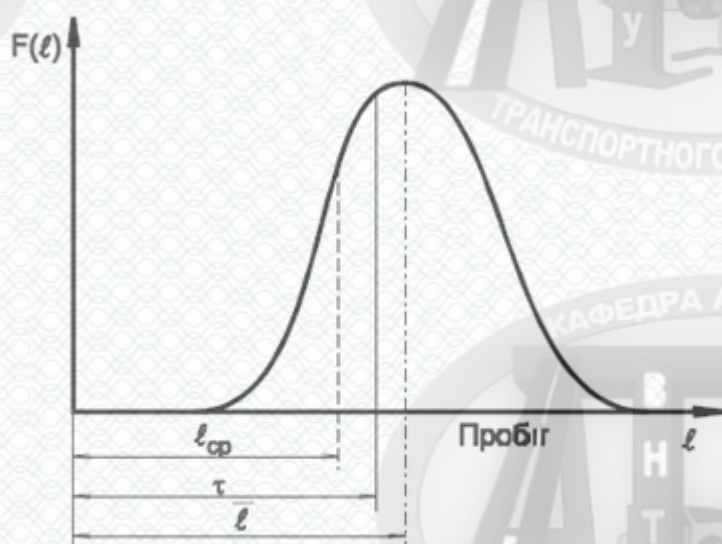


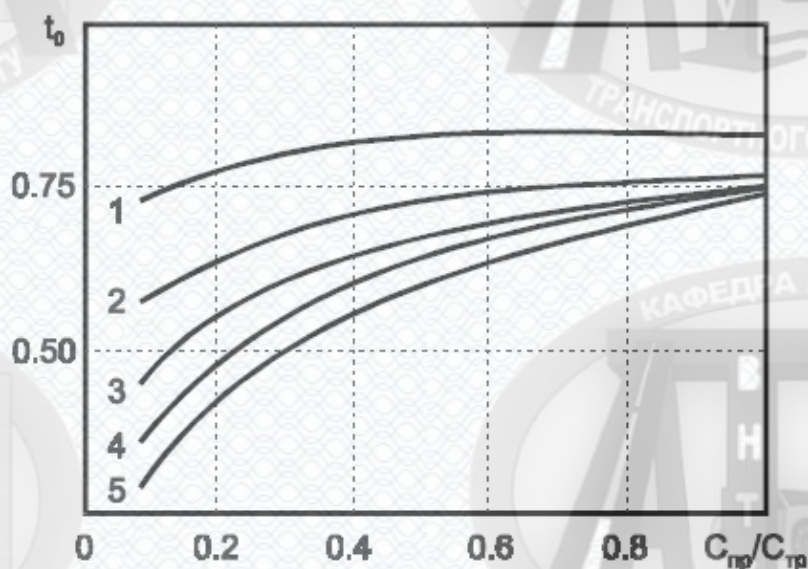
Рисунок 2.3 – Графік обслуговування при даному розподілі відмов

Коефіцієнт оптимальності  $t_0$  показує, у скільки разів оптимальна періодичність діагностування більше або менше середнього пробігу між відмовами при різних значеннях параметрів, що входять в рівняння. Криві, що характеризують залежність коефіцієнта оптимальності  $t_0$  від параметрів, будемо називати кривими оптимальної періодичності.

Для нормального закону розподілу коефіцієнт варіації  $\nu = \sigma / \bar{l}$  повністю характеризує форму розподілу. Тому криві оптимального поведінки будемо розглядати для різних значень коефіцієнта варіації, що автоматично враховує значення параметрів закону  $\bar{l}$  і  $\sigma$ . Криві оптимальної поведінки, обчислені і побудовані для нормального закону розподілу в залежності від відношення середніх витрат на профілактику і ремонт для різних значень коефіцієнта варіації  $\nu$  представлені на рис. 2.4.

Із зростанням відношення затрат на профілактику і ремонт коефіцієнт оптимальності  $t_0$  також зростає, тобто оптимальна періодичність діагностування наближається до середнього значення пробігу між відмовами. Цей факт свідчить про те, що більш поглиблені діагностика і обслуговування, що вимагають великих витрат, ефективніше запобігають відмовам.

Тому оптимальна періодичність діагностування може бути збільшена.



1 – при  $\nu = 0,1$ ; 2 – при  $\nu = 0,2$ ; 3 – при  $\nu = 0,3$ ; 4 – при  $\nu = 0,4$ ; 5 – при  $\nu = 0,5$

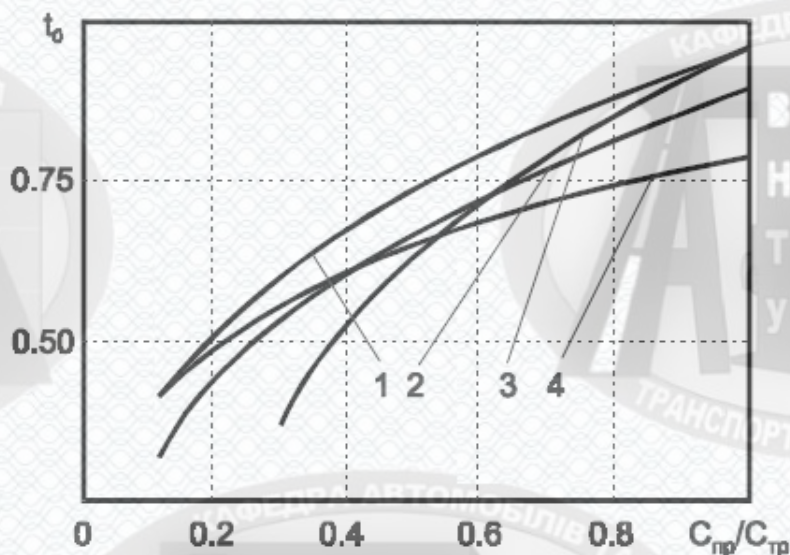
Рисунок 2.4 – Залежність коефіцієнта оптимальності від відношення затрат для випадку нормального розподілу

Із зростанням коефіцієнта варіації коефіцієнт оптимальності убуває, тобто оптимальна періодичність діагностування зменшується при одному і тому ж значенні відношення  $\frac{C_{np}}{C_{tr}}$ . Це говорить про те, що зі зростанням коефіцієнта

варіації  $\nu$  збільшується розкид пробігів між відмовами навколо середнього значення. Тому, щоб з однаковою ефективністю запобігати відмовам, періодичність діагностування повинна бути зменшена.

З графіка також видно, що зі зростанням відношення  $\frac{C_{np}}{C_{tr}}$  і зменшенням коефіцієнта варіації  $\nu$  коефіцієнт оптимальності прагне до значення 0,75...0,90. Звідси впливає важливий для практики висновок, що оптимальна періодичність діагностування не повинна перевищувати значення  $0,9 \cdot \bar{T}$  для випадку нормального розподілу.

Залежність коефіцієнта оптимальності  $t_0$  для випадку закону Вейбулла від відношення  $\frac{C_{np}}{C_{тр}}$  і параметра форми  $\beta$  представлена на рис. 2.5.



1 – при  $\beta = 0,1$ ; 2 – при  $\beta = 0,2$ ; 3 – при  $\beta = 0,3$ ; 4 – при  $\beta = 0,4$

Рисунок 2.5 – Залежність коефіцієнта оптимальності від відношення затрат для випадку розподілу Вейбулла

Неважно помітити, що зі зростанням відношення  $\frac{C_{np}}{C_{тр}}$ , коефіцієнт оптимальності  $t_0$  також зростає. Це свідчить про те, що поглиблена профілактика, яка потребує великих витрат, більш ефективно запобігає відмови, тому періодичність діагностування може бути збільшена.

Найбільш простий і наочний вид крива оптимального поведінки має для випадку експоненціального закону розподілу (рис. 2.6).

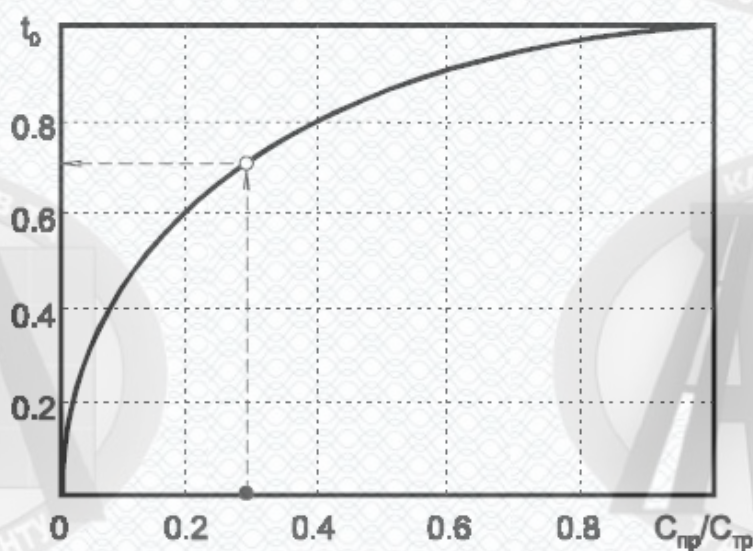


Рисунок 2.6 – Залежність коефіцієнта оптимальності від відношення затрат для експоненціального закону розподілу

Ця крива не залежить від параметра закону  $\lambda$ , залежить тільки від відношення  $\frac{C_{np}}{C_{тр}}$  і зростає з його збільшенням. Даний факт є дуже цінним з практичної точки зору.

Дійсно, найбільш тривалим і важливим етапом експлуатації є сталий режим експлуатації автомобілів, на якому відмови розподіляються відповідно до експоненціального закону, хоча мають зносний характер. Тому, знаючи величину відношення  $\frac{C_{np}}{C_{тр}}$ , що встановлюється шляхом статистичного спостереження, можна відразу з графіка отримати значення коефіцієнта оптимальності  $t_0$ .

Оптимальна періодичність діагностування визначається з добутку зворотного значення параметра закону на  $t_0$ , тобто

$$\tau = \frac{1}{\lambda} t_0. \quad (2.12)$$



Наприклад, визначено, що інтенсивність відмов  $\lambda = 10^{-4}$ , а  $\frac{C_{np}}{C_{тр}} = 0,28$ . З графіку на рис. 2.6 отримуємо, що  $t_0 = 0,72$ . Тоді оптимальна періодичність діагностування

$$\tau = \frac{1}{10^{-4}} \cdot 0,72 = 7200 \text{ (км)}.$$

Таким чином, наведені графіки дозволяють, не запобігаючи до розв'язку складних рівнянь, отримувати оптимальну періодичність діагностування.

### 2.3 Визначення оптимальної періодичності діагностування для облікових автомобілів ТОВ «Слав'янське-5»

На ТОВ «Слав'янське-5» для виконання дій з технічного обслуговування та поточного ремонту надходили автомобілі-тягачі різних марок світових брендів.

Під час виконання переддипломної практики на підприємстві було зібрано статистичний матеріал щодо напрацювання на відмову основних елементів автопоїздів з тягачами. Отримані дані зведені до таблиць 2.1-2.3.

Таблиця 2.1 – Напрацювання на відмову основних елементів автопоїздів Volvo

Системи автопоїздів	Середній наробіток на відмову, км	Середній наробіток на відмову, год.	Середній час відновлення, год.	Інтенсивність потоку відмов, км <sup>-1</sup>
1	2	3	4	5
Двигун	1000000	16703	37	$6 \cdot 10^{-05}$
Рама	1000000	16703	14	$6 \cdot 10^{-05}$
Мости	1000000	16703	8	$6 \cdot 10^{-05}$
Паливний насос	1000000	16703	5,2	$6 \cdot 10^{-05}$

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
Ходова частина тягача	100000	1670,2	15	0,0005987
Ходова система напівпричепа(н/п)	200000	3340,6	10,5	0,000299
Рульове управління	120000	2004,3	10,5	0,0004989
Гальмівна система тягача	120000	2004,3	15	0,0004989
Гальмівна система н/п	100000	1670,3	8,2	0,0005987
Електрообладнання тягача	120000	2004,3	5,6	0,0004989
Електрообладнання н/п	250000	4175,7	4,3	0,0002395
Коробка передач (механічна)	60000	1002,2	12	0,0009978
Зчеплення	240000	4008,7	4,5	0,000249
Головна передача	1000000	16703	5,5	$6 \cdot 10^{-05}$

Таблиця 2.2 – Напрацювання на відмову основних елементів автопоїздів Ford

Системи автопоїздів	Середній наробіток на відмову, км	Середній наробіток на відмову, год.	Середній час відновлення, год.	Інтенсивність потоку відмов, $\text{км}^{-1}$
1	2	3	4	5
Двигун	1000000	16703	37	$6 \cdot 10^{-05}$
Рама	1000000	16703	14	$6 \cdot 10^{-05}$
Мости	1000000	16703	8	$6 \cdot 10^{-05}$
Паливний насос	1000000	16703	5,2	$6 \cdot 10^{-05}$
Ходова частина тягача	80000	1336,2	15,5	0,0007184
Ходова система напівпричепа (н/п)	200000	3340,6	10,5	0,000299
Рульове управління	130000	2204,7	10,5	0,0005488
Гальмівна система тягача	120000	2004,3	15	0,0004989

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Гальмівна система н/п	100000	1670,3	8,2	0,0005987
Електрообладнання тягача	100000	1670,3	5,6	0,0005987
Електрообладнання н/п	250000	4175,7	4,3	0,0002395
Коробка передач	600000	10021,8	18	0,0000978
Зчеплення	220000	3674,7	5,0	0,0003242
Головна передача	1000000	16703	5,5	$6 \cdot 10^{-05}$

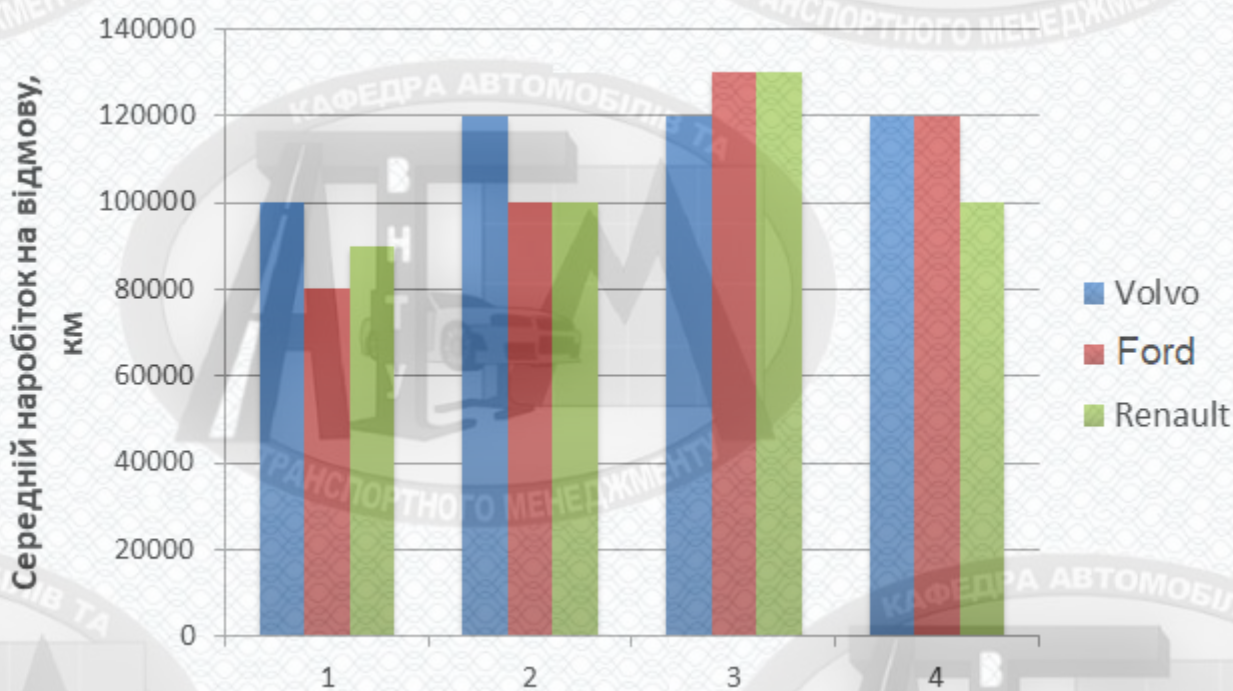
Таблиця 2.3 – Напрацювання на відмову основних елементів автопоїздів Renault

Системи автопоїздів	Середній наробіток на відмову, км	Середній наробіток на відмову, год.	Середній час відновлення, год.	Інтенсивність потоку відмов, $\text{км}^{-1}$
1	2	3	4	5
Двигун	1000000	16703	37	$6 \cdot 10^{-05}$
Рама	900000	15032,7	14	$5,42 \cdot 10^{-05}$
Мости	800000	13362,4	8	$4,81 \cdot 10^{-05}$
Паливний насос	1000000	16703	5,2	$6 \cdot 10^{-05}$
Ходова частина тягача	90000	1503,4	15,5	0,0005424
Ходова система напівпричепа (н/п)	200000	3340,6	10,5	0,000299
Рульове управління	130000	2204,7	10,5	0,0005488
Гальмівна система тягача	100000	1670,3	15	0,0004989
Гальмівна система н/п	100000	1670,3	8,2	0,0004989
Електрообладнання тягача	100000	1670,3	5,6	0,0005987
Електрообладнання н/п	250000	4175,7	4,3	0,0002395
Коробка передач	600000	10021,8	18	0,0000978

Продовження таблиці 2.3

	1	2	3	4	5
Зчеплення		220000	3674,7	5,0	0,0003242
Головна передача		1000000	16703	5,5	$6 \cdot 10^{-05}$

Аналізуючи дані таблиць 2.1-2.3, можна прийти до висновку, що основними елементами автопоїздів з тягачами, які мають найменше напрацювання на відмову є: ходова частина тягача, електрообладнання тягача, рульове управління тягача та гальмівні системи як тягачів, так і причепів. Результати аналізу елементів автопоїздів, які мають найменше напрацювання на відмову можна показати на рисунку 2.7.



1 – ходова частина; 2 – електрообладнання; 3 – рульове управління;  
4 – гальмівна система

Рисунок 3.2 – Результати аналізу елементів автомобілів-тягачів, які мають найменше напрацювання на відмову

Для визначення оптимальних періодичностей діагностування основних елементів тягачів, що обслуговуються на ТОВ «Слав'янське-5», які мають найменше напрацювання на відмову, скористаємося формулою (2.12), даними по інтенсивностям потоку відмов з таблиць 2.1-2.3 та графіком 2.6.. Розраховані значення занесемо до таблиці 2.4 та відобразимо на рисунку 2.8.

Таблиця 2.4 – Оптимальна періодичність діагностування основних систем автопоїздів, які мають найменше напрацювання на відмову (тис. км)

Системи автопоїздів	Volvo	Ford	Renault
Ходова частина	66,81	55,68	78,06
Гальмівна система	90,21	90,21	88,65
Електрообладнання	87,33	79,34	79,34
Рульове управління	86,55	92,4	92,4



Рисунок 2.8 – Оптимальна періодичність діагностування основних систем автопоїздів, які мають найменше напрацювання на відмову (тис. км)

## 2.4 Висновки до розділу 2

Покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів можна досягти за рахунок підвищення ймовірності знайдення несправності та понизив ймовірність помилкової фіксації несправності.

Застосування експрес-діагностування з подальшим технічним обслуговуванням та примусовою заміною, через певний пробіг, окремих елементів вузлів, агрегатів чи систем автомобіля, дозволить попередити виникнення як відмов від зношування, так і раптових відмов. Періодичність експрес-діагностування може бути з достатньою точністю визначена з кривою надійності, якщо задатися певним рівнем безвідмовної роботи за умови, що всякий раз після діагностування повністю відновлюється технічний стан системи і надійність стає близькою до одиниці.

Для основних елементів автопоїздів, які обслуговуються на ТОВ «Слав'янське-5», було визначено середній наробіток на відмову, середній час відновлення та інтенсивність потоку відмов та визначено оптимальну періодичність діагностування основних систем автопоїздів, які мають найменше напрацювання на відмову (ходова частина, електрообладнання, рульове управління, гальмівна система).

### РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА РІШЕНЬ ЩОДО ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ НА ТОВ «СЛАВ'ЯНСЬКЕ-5»

#### 3.1 Аналіз організації робіт з діагностування автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту

Завдання діагностування в умовах підприємств автомобільного транспорту:

1. Перевірка справності і роботоздатності автомобіля в цілому та (або) його складових частин із встановленою ймовірністю правильності діагностування.
2. Пошук дефектів, які порушили справність і (або) роботоздатність автомобіля.
3. Збирання вихідних даних для прогнозування залишкового ресурсу або ймовірності безвідмовної роботи автомобіля у міжконтрольній період.

Розрізняють два види діагностування рухомого складу – загальне і поглиблене (поелементне) [28].

Загальна діагностика Д-1. Виконується з періодичністю ТО-1. В основному цей вид діагностування призначений для перевірки систем, що відповідають за безпеку руху. Він визначає загальний технічний стан систем, вузлів і агрегатів автомобіля (наприклад, за параметрами герметичності, потужності, гальмівного шляху, витрати палива та ін.). Загальна діагностика дає відповідь на питання, справна система чи ні, але не дає відповіді на питання причини появи несправності.

Поглиблена діагностика Д-2. Виконується з періодичністю ТО-2.

Цей вид діагностування проводиться для виявлення потреби в ремонті автомобіля і визначення причин зниження експлуатаційних показників. На відміну від загального діагностування, цей вид визначає конкретну причину несправності, що дає змогу визначити спосіб її усунення і спрогнозувати залишковий ресурс. Виконується перед ТО-2.

Подібно до організації технічного обслуговування, форм організації діагностування також є дві: на універсальних постах і на спеціалізованих постах.

На універсальних постах виконується діагностування всіх систем автомобіля. Причому це може бути як загальне (Д-1), так і поглиблене (Д-2) діагностування. Форми організації і методи діагностування показані на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 - Форми організації і методи діагностування [28]

Удосконалення і водночас ускладнення конструкції автомобіля (особливо в області застосування електронних компонентів) викликало необхідність впровадження спеціалізованих постів діагностики, на яких виконується поглиблене діагностування окремих систем чи агрегатів автомобіля. Такі пости обладнані відповідним діагностичним обладнанням. На сьогоднішній день досить поширеними є такі спеціалізовані пости діагностування:

- пост діагностування ходової частини і рульового керування з вібраційними майданчиками та стендом перевірки кутів встановлення керованих коліс;
- пост визначення тягових якостей і гальмівних властивостей автомобіля зі стендом з біговими барабанами;
- пост діагностування з відповідним комп'ютерним обладнанням і газоаналізатором для діагностування двигунів та електронних систем керування



двигуном, автоматичною трансмісією, системами курсової стійкості автомобіля, системами комфорту та ін.

Залежно від технологічної необхідності на підприємствах можуть організуватись різні спеціалізовані пости, які об'єднують у собі деяку групу робіт.

У більшості випадків діагностування здійснюється одиничним методом на окремих постах діагностики (універсальних чи спеціалізованих). Можливий також потоковий метод діагностування (на діагностичних лініях), який досить суттєво відрізняється від потокового методу технічного обслуговування. На діагностичних лініях не застосовуються конвеєри. Число постів лінії діагностування може бути два, в деяких випадках три. Таким прикладом може бути лінія експрес-діагностування, призначена для прискореного діагностування (з обмеженою кількістю параметрів) основних механізмів і систем автомобіля, відмови яких можуть спричинити дорожньо-транспортні пригоди.

На рис. 3.2 показані можливі варіанти розташування діагностичних постів на підприємствах [28, 29].

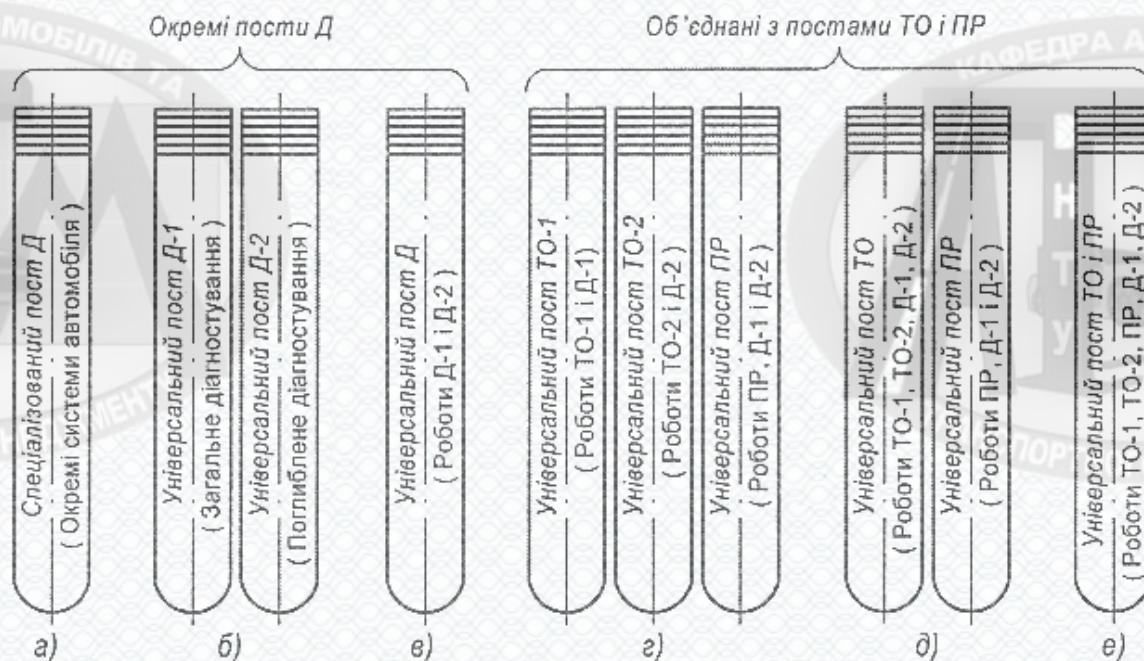


Рисунок 3.2 – Варіанти розташування діагностичних постів на підприємствах

Залежно від розмірів підприємства і технологічної необхідності роботи з діагностування можуть виконуватись на окремих постах діагностики або на постах ТО і ПР разом з технічним обслуговуванням і поточним ремонтом.

Спеціалізовані пости для діагностування окремих систем чи агрегатів автомобіля (рис. 3.2, а) на підприємствах плануються окремо. На великих підприємствах таких постів може бути кілька. Вони можуть розташовуватись як паралельно, так і послідовно, утворюючи діагностичну лінію (потоківий метод діагностування). Планування спеціалізованих постів діагностики також є характерним для станцій технічного обслуговування автомобілів, які спеціалізуються з виконання окремих видів робіт.

На великих підприємствах діагностичні роботи виконують на окремих постах загальної (Д-1) і поглибленої (Д-2) діагностики (рис. 3.2, б).

Пости і лінії діагностики розміщують у виробничому корпусі таким чином, щоб з них автомобіль міг бути переміщений у будь-яку зону підприємства (зберігання, очікування, ТО-1, ТО-2, ПР) залежно від його технічного стану з мінімальною кількістю маневрів. Тому на таких підприємствах виділяють спеціальні зони Д-1 і Д-2.

Пости загальної (Д-1) та поглибленої (Д-2) діагностики можуть бути об'єднані в один універсальний пост діагностики, на якому виконуються роботи Д-1 і Д-2 (рис. 3.2, в). На такому посту передбачається технологічне обладнання для виконання робіт як загального так і поглибленого діагностування.

На середніх і малих підприємствах діагностичні роботи, як правило, не виносяться на окремі пости діагностування (рис. 3.2, г, д, в), а виконуються на постах ТО-1, ТО-2 або ПР перед чи після обслуговування (поточного ремонту). При цьому роботи ТО-1 і ТО-2 можуть виконуватись на різних постах або об'єднуватись на одному посту.

Враховуючи потреби у діагностуванні облікових транспортних засобів досліджуваного підприємства та попит на діагностування автотранспорту інших підприємств, доцільно створити у ТОВ «Слав'янське-5» зону діагностування з універсальним постом з сучасним діагностичним обладнанням.

### 3.2 Теоретичні передумови до вибору засобів діагностування технічного стану автомобілів

Ефективність процесів діагностування визначається як якістю алгоритмів діагностування, так і якістю засобів діагностування. Технічні засоби діагностування (діагностичне обладнання) відносяться до вимірювально-інформаційних систем і використовуються для визначення технічного стану систем.

Діагностичне обладнання призначається для перевірки технічного стану як автомобіля в цілому, так і його вузлів і систем. Технічний стан в першу чергу оцінюється рівнем безпеки руху, а також впливу на навколишнє середовище, тягово-економічними характеристиками і ресурсом.

Основними причинами недостатньої достовірності діагностичної інформації при використанні існуючих засобів діагностування є слабкий зв'язок вимірюваних діагностичних параметрів з динамічними характеристиками механічних систем машин і динамікою фізико-хімічних процесів в парах тертя.

Діагностичне обладнання повинно забезпечити визначення діагностичних параметрів в діапазоні, що включає в себе граничне значення параметра, і в запропонованому режимі роботи об'єкта діагностування. Тобто, обладнання повинно забезпечити виявлення несправностей, які здійснюють вплив на працездатність вузлів, агрегатів чи систем автомобіля. Якщо несправності виявляються зі зміни кількісних значень параметрів, обладнання повинне забезпечити визначення цих параметрів в необхідному діапазоні значень. Якщо виявлення несправності є можливим тільки в певних силових, швидкісних, теплових режимах, то обладнання повинне забезпечувати відтворення цих режимів при діагностуванні.

Засоби діагностування автомобілів, в основному, розробляються для оцінки загального його технічного стану за функціональними параметрами, а також поглибленого діагностування структурних параметрів без розбирання вузлу чи агрегату за непрямими параметрами. Методи діагностування автомобілів, а саме:

агрегатів і вузлів характеризуються способом вимірювання і фізичною суттю діагностичних параметрів (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Класифікація обладнання для діагностування автомобілів [32]

Вони можуть бути зовнішніми або вбудованими, апаратними або програмними, ручними, автоматизованими або автоматичними, спеціалізованими або універсальними (рис. 3.4), повинні включати стендове обладнання та експлуатаційно-технічну документацію.

Основним принципом класифікації засобів технічного діагностування (ЗТД) є їх функціональне призначення, тобто віднесення до відповідного виду робіт.

За функціональним призначенням засоби технічного діагностування поділяють на такі групи: комплексні – для діагностування автомобіля в цілому;

двигуна і його систем; органів управління, гальмівних систем; системи зовнішніх світлових приладів; трансмісії; ходової частини і підвіски; електрообладнання; гідравлічних систем; робочого і спеціального устаткування.



Рисунок 3.4 – Класифікація засобів діагностування [32]

Але принципом дії (методу контролю) діагностичне обладнання, в залежності від методу вимірювання, на якому воно засноване, може бути метричними, оптичним, віброакустичними і т. д.

За технологічним розташуванням діагностичне обладнання може бути зовнішнім, вбудованим і змішаним. Зовнішнє обладнання встановлюється зовні автомобіля і служить для його періодичного контролю і обслуговування агрегатів і вузлів. Зовнішнє обладнання, в свою чергу, підрозділяється на підвісне, підлогове, канавне.

За типом приводу робочих органів діагностичне обладнання може мати механічний, електричний, гідравлічний, пневматичний і комбінований привід (або їх комбінацію). За ступенем спеціалізації все обладнання ділиться на

вужькоспеціалізоване, яке можна використовувати тільки для одного типу рухомого складу; спеціалізоване, яке використовується для обслуговування будь-яких типів рухомого складу. За рухливістю діагностичне обладнання ділиться на пересувне, переносне, стаціонарне. За рівнем автоматизації діагностичне обладнання ділиться на ручне, механізоване і автоматизоване.

В даний час прийнято виділяти три основні групи засобів технічного вимірювання, залежно від виду діагностичних параметрів (див. рис. 3.5).

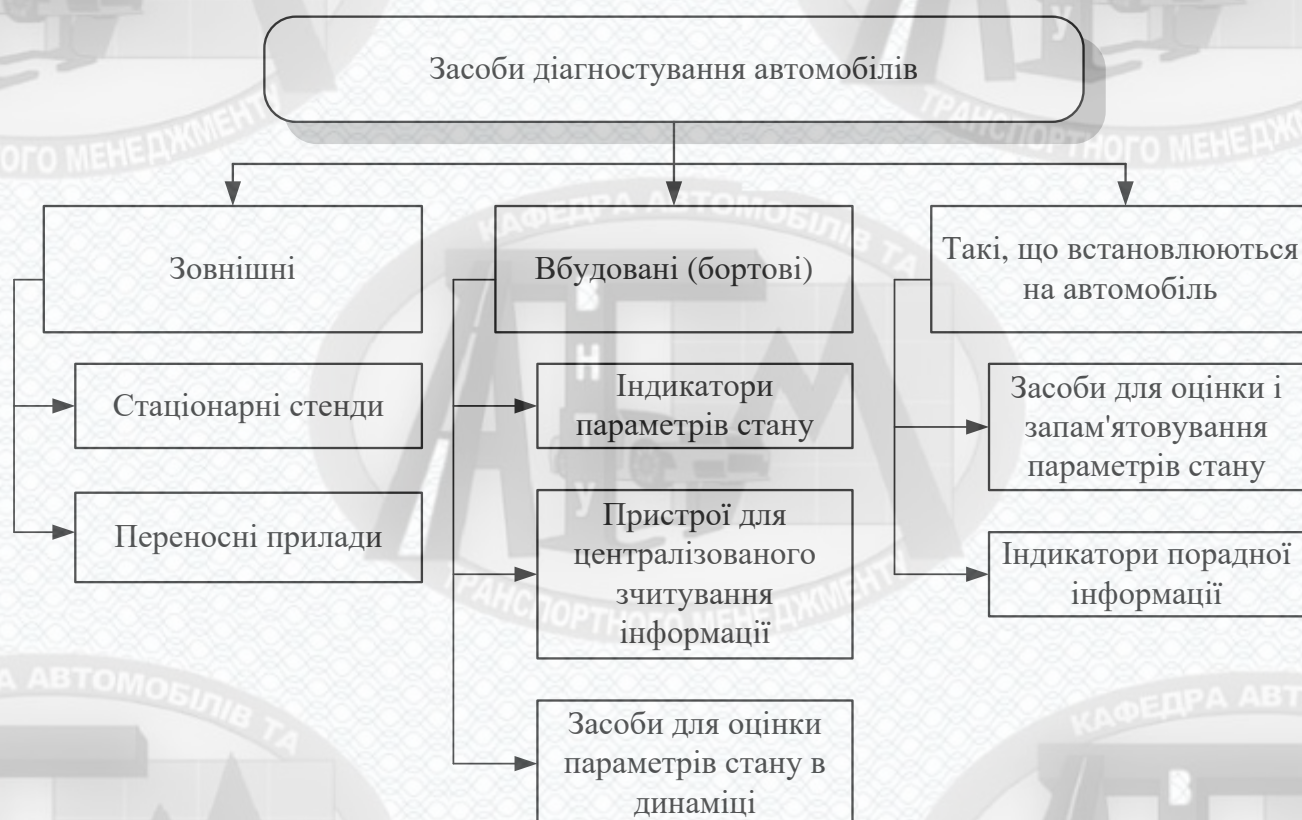


Рисунок 3.5 – Класифікація засобів технічного діагностування за технологічним розташуванням

Зовнішні засоби базуються в основному на імітації швидкісних і навантажувальних режимів роботи автомобіля і визначенні при заданих умовах вихідних параметрів. Для цих цілей використовуються стенди з біговими барабанами або параметри визначаються безпосередньо в процесі роботи автомобіля на лінії.

Приклади зовнішніх засобів діагностування і діагностичних параметрів експлуатаційних властивостей автомобіля наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Діагностичні параметри та засоби для їх вимірювання

Експлуатаційні властивості автомобіля	Діагностичні параметри	Засоби діагностування	
		спеціалізовані	універсальні
Тягово-економічні	$N_K, P_K, \omega_a, P_f, s_B, S_p, t_p, CO, A, Q$	Стенд тягових якостей	Комбінований стенд
Гальмівні	$P_T, s_T, j_3, t_3, s_3$	Гальмівний стенд	Комбінований стенд
Ходові	$P_6$	Стенд ходових якостей	Комбінований стенд

Змішаним обладнанням є таке обладнання, частина якого розташовується на автомобілі (накопичувачі інформації), а частина – поза ним – для знімання і аналізу інформації. До складу ЗТД входять в різних комбінаціях такі основні елементи: пристрої, що задають тестовий режим; датчики, що сприймають діагностичні параметри і перетворюють їх в сигнал, зручний для обробки або безпосереднього використання; вимірювальний пристрій і пристрій відображення результатів. Крім того, ЗТД може включати в себе пристрої автоматизації завдання і підтримки тестового режиму, вимірювання параметрів і автоматизований логічний пристрій, що здійснює постановку діагнозу.

Особливим вимогам повинно відповідати обладнання для прогнозування, тобто вимірювання вихідних параметрів, які використовують для прогнозування (прогнозовані параметри). Дальністю і надійністю прогнозу визначається термін проведення наступного загального діагностування. Тому потрібно вимірювати прогнозовані параметри у всьому діапазоні їх зміни з найменшою похибкою.

При діагностуванні використовують не тільки вимірювальні технічні засоби, але і можливості органів чуття людини, досвід, навички; в найпростіших випадках

використовують органолептичне діагностування, а в складних – об'єктивне інструментальне [28-32].

Засоби діагностування можуть приєднуватися чи працювати спільно з контрольованим виробом тільки в момент контролю і не є елементом виробу. Є зовнішніми:

- гальмівний стенд, стенд для перевірки кутів встановлення коліс;
- пристрої контролю складу відпрацьованих газів, тестери, мультиметри, осцилографи, сканери та ін.

Інші засоби діагностування є конструктивним елементом автомобіля і здійснюють контроль безперервно або періодично але за певною програмою.

Засоби діагностування можуть:

- інформувати про режими роботи та стан об'єкта: температура агрегатів, швидкість, частота обертів колінвалу, тиск масла і ін.;
- попереджати про можливе настання передвідмовного стану або виникнення відмови: тиск масла, заряд акумуляторної батареї;
- відслідковувати і запам'ятовувати інформацію про стани для зчитування в стаціонарних умовах;
- пошук несправностей, самодіагностика;
- звукова, візуальна, мовна інформація про передвідмовний стан.

В останні роки спостерігається тенденція ускладнення й удосконалення діагностичного обладнання за рахунок широкого застосування мікропроцесорної техніки, автоматизації робочих процесів, спрощення підключення і приведення в дію обладнання. Наприклад, всі провідні фірми перейшли до випуску автоматизованих мотор-тестерів другого покоління, де замість екрану осцилографа встановлюється дисплей, на якому висвічується певний перелік команд оператору по підключенню датчиків до тій чи іншій точці об'єкта діагностування, команди про запуск двигуна, про зміну частоти обертання колінчастого валу і т. д. При цьому всі процеси вимірювання значень параметрів і постановка діагнозу проводяться автоматично за допомогою мікропроцесора, на екран дисплея в результаті виводять я оброблені результати діагностування у



вигляді вказівок але проведення необхідних ремонтно-регулювальних операцій і замін. Роль оператора при цьому значно спрощена при прийнятті рішень в частині технічного обслуговування або поточного ремонту. Застосування об'єктивних методів інструментального контролю забезпечує, при певному підвищенні витрат на обладнання, істотну економію на підготовку кадрів.

### 3.3 Методика вибору засобів технічного діагностування автомобілів за критеріями ефективності та економічної доцільності

Блок-схема основних етапів реалізації методики вибору представлена на рисунку 3.6.

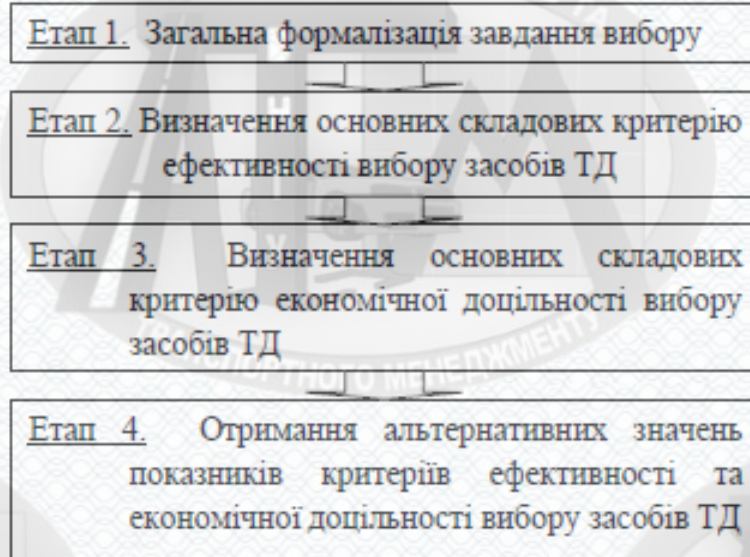


Рисунок 3.6 – Блок-схема методики вибору засобів технічного діагностування ТЗ за критеріями ефективності та економічної доцільності [35, 36]

Пропонується номенклатуру засобів технічної діагностики визначити за вказаними нижче принципами доцільності їх використання, а саме:

1. Забезпечити максимальний критерій ефективності системи ТО та ремонту, обмеживши трудовитрати в заданих значеннях [36]:

$$\begin{aligned}
 \alpha_T(S; \Delta S) &\rightarrow \max; \\
 T_{TO}(S; \Delta S) &\leq T_{вст}; \\
 G(S; \Delta S) &< G_{TO},
 \end{aligned}
 \tag{3.1}$$

де  $\alpha_T$  – коефіцієнт технічної готовності, взяти за основний критерій ефективності системи технічного обслуговування;

$T_{TO}$  – трудовитрати на технічне обслуговування автотранспортного засобу;

$T_{вст}$  – встановлене значення трудовитрат;

$G$  – питомі витрати на технічне обслуговування автомобіля;

$G_{TO}$  – встановлені витрати на технічне обслуговування автомобіля;

$S$  – пробіг автомобіля;

$\Delta S$  – напрацювання транспортного засобу, яке прогнозується.

2. Забезпечити визначене значення критерію ефективності максимально мінімізуючи трудовитрати [36].

$$\begin{aligned}
 \alpha_T(S; \Delta S) &\rightarrow \alpha_{T_{вст}}; \\
 \alpha_T(S; \Delta S) &\geq \alpha_{T_{вст}}; \\
 T_{TO}(S; \Delta S) &\rightarrow \min; \\
 G(S; \Delta S) &\rightarrow \min; \\
 G(S; \Delta S) &< G_{вст}.
 \end{aligned}
 \tag{3.2}$$

Критерієм ефективності системи технічного обслуговування і ремонту з відповідним рівнем технічного діагностування розглядаємо коефіцієнт готовності  $\alpha_T(\Delta S)$  на майбутнє напрацювання.

Як трактують матеріали нормативних документів [29], коефіцієнт готовності – це імовірність того, що зразок ТЗ виявиться працездатним у довільний момент часу, крім запланованих періодів, протягом яких використання зразка ТЗ за призначенням не передбачено.

Відповідно, значення  $\alpha_T(\Delta S)$  отримуємо, виходячи з основного завдання автотехнічного забезпечення – підтримання відповідного рівня готовності всіх автомобілів шляхом проведення планових робіт з ТО та ремонту на заданому інтервалі майбутнього (що прогнозується) напрацювання ТЗ ( $\Delta S$ ). При цьому витрати часу на ТО і ремонт ТЗ розглядаємо як денний бюджет часу, визначений нормативно-технічною документацією на проведення відповідних видів ремонтних робіт.

У свою чергу, коефіцієнт технічної готовності визначається як відношення часу справної роботи до суми періодів справної роботи і вимушених простоїв ТЗ, узятих за один і той же календарний термін [36].

При цьому математична формула має такий вигляд [36]:

$$\alpha_T(\Delta S) = \frac{T_{np}}{T_{np} + T_e}, \quad (3.3)$$

де  $T_{np}$  – середній час на знаходження ТЗ у справному стані;

$T_e$  – середній час на відновлення ТЗ до працездатного стану.

Ураховуючи те, що вищевказаний коефіцієнт є комплексним показником надійності, і беручи до уваги, що його величина залежить від числа відмов на одиницю напрацювання, то виразивши  $T_e$  та  $T_{np}$  через інший показник надійності – параметр потоку відмов  $\omega$ , отримаємо:

$$T_{np} = \frac{1}{\omega \cdot V_c}; \quad (3.4)$$

$$T_e = \sum_{i=0}^n t_{ei} \frac{\omega_i}{\omega}, \quad (3.5)$$

де  $\omega$  – середній параметр потоку відмов об'єкта діагностування;

- $\omega_i$  – середній параметр потоку відмов  $i$ -го елемента об'єкта діагностування;  
 $t_{ei}$  – середній час пошуку та усунення  $i$ -ї відмови чи несправності;  
 $n$  – кількість несправностей, відмов об'єкта діагностики;  
 $V_c$  – середня швидкість руху ТЗ при використанні за призначенням.

Як результат, при проведенні математичних перетворень отримаємо [36]:

$$\alpha_T(\Delta S) = \frac{1}{1 + V_c \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot t_{ei}}. \quad (3.6)$$

Отриманий результат свідчить про те, що  $\alpha_T$  зворотно пропорційний значенням швидкості ТЗ, параметру потоку відмов і часу пошуку та усунення несправностей ТЗ. Ураховуючи той факт, що швидкість визначена відомчими наказами і зменшувати її ми не можемо, то доцільно зменшувати значення  $\omega_i \cdot t_{ei}$ , що входить структурно у формулу (3.6), відповідно це суттєво збільшить  $\alpha_T$ .

Створюється передумова до збільшення номенклатури і якісного складу засобів ТД, які доцільно обґрунтовувати не лише з огляду можливостей даних засобів, але й з потреби пошуку засобами діагностування конкретних відмов механізмів, вузлів, агрегатів, визначення в першу чергу їх параметрів, порівняння з нормативними значеннями.

У свою чергу слід пам'ятати, що діагностичні параметри вузла, механізму ТЗ, як і структурні, є змінними випадковими величинами і мають відповідні номінальні та граничні значення. При збільшенні пробігу ТЗ з початку технічної експлуатації, його діагностичні параметри, як правило, змінюються. Зв'язок між діагностичними і структурними параметрами дає змогу без розбирання зразка ТЗ кількісно оцінити його технічний стан і стан його окремих елементів.

При цьому слід ураховувати те, що вихідні дані можуть бути нами отримані зі статистичних даних про роботу даних ТЗ та частково з параметру потоку відмов. Провівши аналіз відмов ТЗ у процесі експлуатації, можна підібрати ті

засоби діагностування, при застосуванні яких під час ТО, буде швидко виявлена несправність, яка призвела до тої чи іншої відмови або несправності ТЗ.

Отже, при виборі номенклатури засобів технічної діагностики (ТД), необхідно враховувати значення похідної  $\omega_i \cdot t_{ei}$ , оцінювати затрати часу на ТД та ТО для виконання вказаного принципу раціональності.

Методика включає таку послідовність розрахунково-аналітичних робіт з вибору засобів технічної діагностики:

1. За результатами аналізу статистичних даних відмов і несправностей ТЗ підбираємо декілька альтернатив комплектів засобів ТД.
2. За кожним альтернативним комплектом засобів ТД проводимо розрахунки із визначення значення трудовитрат на діагностування, за такою формулою [36]:

$$\tau_{\partial} = \sum_{i=1}^n \tau_{ij} + \sum_{i=1}^m P_{ij} \tau_{ei}, \quad (3.7)$$

де  $\tau_{ij}$  – трудовитрати діагностування  $i$ -го об'єкта діагностування  $j$ -м приладом люд.-год;

$\tau_{ei}$  – середні трудовитрати відновлення виявленої  $i$ -ї несправності, люд.год;

$P_{ij}$  – надійність діагностування  $i$ -го об'єкта  $j$ -м приладом.

3. Для кожного альтернативного комплекту засобів ТД проводимо розрахунки трудовитрат з ТО перед початком проведення робіт і трудовитрат на дефектувальні операції перед ТО [36]:

$$\tau_{\partial} = \tau_{TO} \cdot \tau_{Def} - \sum_{i=1}^m \Delta \tau_{TOi}, \quad (3.8)$$

де  $\tau_{TO}$  – трудовитрати на ТО, люд.-год;

$\tau_{\text{Деф}}$  – трудовитрати на дефектувальні роботи перед початком проведення ТО транспортного засобу, люд.-год;

$\sum_{i=1}^m \Delta \tau_{\text{ТО}i}$  – сумарні трудовитрати на роботи з ТО та дефектувальні роботи зі зміною альтернатив комплектів ТД, люд.- год.

4. Кожному альтернативному комплекту ТД визначається залишковий параметр потоку на напрацювання, що прогнозується  $\omega(S)$  елементів [36].

$$\omega(S) = \omega_i(S) - \omega_i(S) \cdot P_{ej} + (1 + P_{ej}) \cdot \omega_i(S) = 2\omega_i(S) \cdot (1 + P_{ej}), \quad (3.9)$$

де  $\omega_i(S)$  – середній параметр потоку відмов  $i$ -го елемента на напрацювання ТЗ, що прогнозується  $\Delta S$ ;

$P_{ej}$  – надійність проведення процедури діагностики  $j$ -м приладом.

5. Для кожного альтернативного комплекту ТД визначаємо коефіцієнт готовності за формулою, з урахуванням проведених заходів технічної діагностики [36]:

$$\alpha_T(\Delta S) = \frac{1}{1 + V_C \left( \sum_{i=1}^m \omega_i \cdot t_{ei} + \sum_{j=1}^k \omega_j \cdot t_{ej} \right)}. \quad (3.10)$$

де  $m$  – кількість елементів об'єкта, що не проходили технічну діагностику в процесі ТО зразка ТЗ;

$k$  – кількість елементів, які перевірені діагностичними приладами комплекту ТД у процесі проведення ТО зразка ТЗ.

6. З отриманих значень коефіцієнтів технічної готовності визначених альтернативних комплектів засобів технічної діагностики вибираємо той комплект, який має найбільше значення коефіцієнта, враховуючи трудовитрати, як не мають перевищити заданих норм.

7. Якщо коефіцієнти готовності у вибраних альтернативних комплектах засобів ТД рівні, урахуємо сумарні трудовитрати та вибираємо мінімальні.

Наступний етап – для введення критерію економічної доцільності використання визначених комплектів засобів ТД у даній методиці присутній параметр питомих витрат ( $G$ ), який не повинен перевищити заданих значень:

$$G_{ТД} \leq G_{ТО}, \quad (3.11)$$

де  $G_{ТД}$  – питомі витрати на процедуру технічної діагностики, з урахуванням вартості засобів ТД;

$G_{ТО}$  – питомі витрати на загальну процедуру проведення ТО зразка ТЗ, з урахуванням проведення операцій з технічної діагностики.

При цьому питомі витрати  $G_{ТД}$  визначаються з виразу:

$$G_{ТД} = \frac{G}{\sum_{i=1}^m \cdot \sum_{j=1}^k \Delta \alpha_T(S)}. \quad (3.12)$$

Відповідно, запропонована методика вибору засобів технічного діагностування ТЗ враховує в собі показники надійності ТЗ, визначаючи їх готовність до використання.

Методика раціонального вибору засобів технічного діагностування ТЗ пропонує здійснювати це за критеріями ефективності й економічної доцільності, що дозволяє значно збільшити ефективність технічної діагностики в процесі

технічної експлуатації ТЗ, при зменшенні трудовитрат і підвищенні коефіцієнта технічної готовності ТЗ.

### 3.4 Підбір сучасного діагностичного обладнання

Враховуючи матеріал, викладений у п. 3.1-3.2, провівши аналіз наявного на ринку діагностичного обладнання, опишемо обране діагностичне обладнання для покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів на підприємстві.

Для перевірки гальмівних систем вантажних автомобілів.

Вантажний гальмівний стенд 13 т / вісь Safelane truck N SC 13 t HOFMANN Німеччина показаний на рисунку 3.7, а його технічна характеристика у табл. 3.2.

Універсальний комп'ютерний роликівий гальмівний стенд для легкових і вантажних автомобілів з максимальним навантаженням на вісь до 13 т, з двома діапазонами вимірювань 0-6 кН і 0-30 кН, 1-на швидкість випробувань, (2 швидкості - опція).



Рисунок 3.7 – Гальмівний стенд Safelane truck N SC 13 t HOFMANN [37]



Таблиця 3.2 – Технічна характеристика стенда Safelane truck N SC 13 t [37]

Параметр	Значення
Навантаження на вісь	13 т
2 діапазони вимірювань	0-6 кН/0-30 кН
Коефіцієнт зчеплення (сух./ волог. колеса)	0,9 – 0,5
Швидкість (на холостому ході) для стендів з однією швидкістю	2,5 км/год
Швидкість (на холостому ході) для стендів з двома швидкостями	2,5 / 5,0 км/год
Довжина гальмівних роликів	1000 (1300) мм
Діаметр гальмівних роликів	205 мм
Підвищення задніх роликів	30 мм
Випробувальна ширина мін./макс.	варіюється установкою
Потужність електродвигунів 380В	2 x 9,2 кВт

Параметри гальм, що вимірюються:

- вимірювання часу спрацьовування ТЗ;
- вимірювання питомої гальмівної сили і коефіцієнта нерівномірності
- вимірювання гальмівних сил коліс однієї осі; сили опору незагальмованих коліс;
- вимірювання еліпсності гальмівних барабанів коліс і відносної різниці.

Стенд має систему самодіагностики.

Конструктивні особливості стенда:

- два діапазони вимірювань 0-6 кН і 0-30 кН, 1 швидкість випробувань (2-опція).
- автоматичне перемикання діапазонів вимірювань при випробуванні легкових і вантажних автомобілів.
- автоматичний і "ручний" режими випробувань.
- стенд запускається автоматично після процедури самотестування.
- пристрій безпеки запобігає випадковому запуску стенда, --стенд запускається тільки коли автомобіль знаходиться на стенді.

- задні гальмівні ролики розташовані на 30 мм вище передніх. Це полегшує виїзд зі стану після закінчення випробувань.

- гальмівні сталеві ролики зі сталеву сіткою і зносостійким полімерним покриттям. Є версія SmG: сталеві ролики з виступами для випробування шипованих шин з наварним покриттям.

- волого та брызко-захисне виконання електродвигунів збільшує довговічність і дозволяє використовувати його поза приміщеннями.

- надійні і практично не зношені тензометричні датчики

- у комплекті стану - кабель з'єднання роликового агрегату 30 м з електронною шафою або дисплеєм.

Гальмівний стан має інтерфейс RS 232 для підключення принтера або виведення даних вимірювань на персональний комп'ютер. Стан підготовлений для установки ваг.

Вартість – 1320000 грн [37].

Вантажний гальмівний стан 13 т / вісь Premium IW 4 EUROSISTEM MAHA показаний на рисунку 3.8, а його технічна характеристика у табл. 3.3.



Рисунок 3.8 – Гальмівний стан Premium IW 4 EUROSISTEM MAHA [39]

Таблиця 3.3 – Технічна характеристика стенда Premium IW 4 EUROSYSYSTEM [39]

Параметр	Значення
Навантаження на вісь	13 т
Діапазон вимірювань	0-40 кН
Швидкість випробування	2,3 км/год
Довжина гальмівних роликів	1000 мм
Діаметр гальмівних роликів	202 мм
Відстань між осями роликів	400 мм
Випробувальна ширина мін. / макс.	варіюється
Потужність електродвигунів 380В	2 x 9 кВт

Вартість – 1498500 грн [39].

Гальмівні стенди і тест-лінії (на їх базі) EUROSYSYSTEM – найвидатніша розробка від МАНА для комплексної діагностики вантажних і легкових автомобілів.

Стенд має повний пакет управління з використанням комп'ютерних технологій і потужного програмного забезпечення - МАНА EUROSYSYSTEM. Гальмівний стенд з легкістю розширюється за модульним принципом до повнокомплектної діагностичної тест-лінії.

Стенд класу Преміум з величезними можливостями:

- Комп'ютерний пульт управління з жорсткою металевою рамою і пластиковими панелями.
- Комп'ютерна стійка з інтегрованим управлінням і відділенням для ПК, місцем для розміщення монітора, клавіатури і принтера (компоненти ПК - опція).
- Відображення всіх вимірюваних величин на ПК моніторі;
- Цифрове і графічне відображення гальмівних сил.
- Електронний контроль запуску і допомоги при виїзді.
- Перемикач вибору одиночного колеса, затримка автоматичного запуску.
- Автоматичне відключення при виїзді автомобіля зі стенду.
- Функція відключення при заданому ковзанні з відображенням вимірюваних величин і автоматичний перезапуск.

- Електронна тензовимірювальна система.
- Роздільний роликівий агрегат IW 4 RS 2 підготовлений для установки ваг (двигуни під роликами).
- Гальмівні ролики універсальні - для випробування шипованих і звичайних коліс.

Наведені гальмівні стенди мають схожі функціональні можливості, тому для подальшого використання обираємо стенд з меншою вартістю, а саме Safelane truck N SC 13 t HOFMANN.

Вантажний люфт-детектор підвіски Weartest 4500 FA Hofmann Німеччина показаний на рисунку 3.9, а його технічна характеристика у табл. 3.4.

Потужний і надзвичайно зручний люфт детектор підвіски з гідравлічним приводом.



Рисунок 3.9 – Люфт-детектор підвіски Weartest 4500 FA Hofmann [40]

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика стенда Weartest 4500 FA [40]

Параметр	Значення
Навантаження на вісь, максимум	20 т
Напрямоків переміщення	8
Швидкість випробувань	30 мм/с
Діапазон рухів	100 мм
Довжина, ширина платформи	850x1030 мм
Робоче зусилля гідростанції	30 кН
Тиск гідростанції	160 бар
Ємність гідростанції	6 л
Потужність гідростанції 380В	2,2 кВт

Призначений для перевірки і контролю зазорів в шарнірних з'єднаннях, підшипниках і інших рухомих вузлах підвіски і рульового управління вантажних автомобілів, оцінки величини і ступеня зносу елементів.

Стенд універсальний і дозволяє впевнено працювати з легковими і вантажними автомобілями з навантаженням на вісь до 20 т.

Конструктивні особливості детектора люфтів:

- Два випробувальні майданчики, які встановлюються врівень з підлогою, поверхня платформ з оцинкованого металу, основа майданчиків захищена спеціальним зносостійким довговічним покриттям, направляючі із зносостійкого полікарбонату.

- Люфт детектор має гідропривід платформ з можливістю руху в восьми напрямках, при переміщеннях в однаковому напрямку і 4 напрямки руху при роботі в протифазі - протилежно спрямовані переміщення.

- Можна задавати індивідуальні рухи платформи, працювати з паралельним і зустрічним рухом.

- Автоматичне повернення платформ в початкове положення (позиція паркінгу).

- Потужний гідропривід з зусиллям 30 кН і широкий діапазон рухів гарантує високу ймовірність виявлення всіх зазорів в механізмах підвіски, зручність і

легкість експлуатації тестера з будь-якими варіантами підвіски і моделями автомобілів.

- Детектором легко і зручно управляти – за допомогою ліхтарика з вбудованим пультом управління і радіозв'язком.
- Пульт в протиударному корпусі з зарядною станцією і тримачем.
- У комплекті: електрошафа з приладами управління, в протиударному корпусі, гідростанція 2,2 кВт з окремим розташуванням.

Вартість – 427500 грн [40].

Сканер для діагностики електронних систем вантажних автомобілів Texa Navigator TXTs Truck Італія.

Можливості діагностики TEXA NAVIGATOR TXTs [41]:

- Автоматична діагностика після вибору моделі автомобіля.
- Самодіагностика, читання і видалення кодів помилок, відображення параметрів системи і стан ЕБУ.
- Активація, регулювання та конфігурації ЕБУ, перепрограмування ключів і пультів дистанційного керування.
- Вимкнення індикаторних лампочок масла, технічного обслуговування і інших діагностованих систем;
- Технологія Bluetooth дозволяє вільно працювати з усіх боків автомобіля без обмеження з боку кабелів.

Діагностуються: двигун, іммобілайзер, АБС, шасі, сигналізація "анти старт, анти крадій", електронна комбінація приладів, підвіска, тиск в шинах, лінія CAN, бортовий комп'ютер та інші системи автомобіля.

Відмінний універсальний мультимарочний прилад професійної діагностики.

Вартість – 83500 грн [41].

Автомобільний димомір для дизельних двигунів з вбудованим акумулятором показано на рисунку 3.10, а технічна характеристика в табл. 3.5.



Рисунок 3.10 – Автомобільний димомір для дизельних двигунів TEXA OPAVOX Autopower [42]

Таблиця 3.5 – Технічна характеристика димоміра TEXA OPAVOX Autopower [42]

Параметр	Значення
Довжина вимірювальної камери	200 мм
Максимальний час розігріву	до 5 хв
Робочий тиск	850 - 1025 hPa
Електроживлення 2 акумулятора	12 В 7 А/год
Автономна робота приладу	6 год
Робоча температура	+5°C +40°C

Ціна димоміру TEXA OPAVOX Autopower – 101500 грн [42].

Компактний і автономний - з вбудованою батареєю автомобільний димомір для вимірювання параметрів вихлопних газів дизельних двигунів. Надійна конструкція, гарна якість і сучасний дизайн.

Вбудована акумуляторна батарея дозволяє підтримувати автономну роботу приладу протягом більше 6 годин. Час розігріву - до 5 хв. Автокалібровка приладу. Можливості мережевого підключення, серійний порт RS232

Бездротовий канал передачі даних через Bluetooth дає можливість проводити вимірювання в автономному режимі, без кабелів для зв'язку з джерелом живлення і комп'ютером.

Відмінний сучасний функціональний дизайн, ударостійкий маслостійкий корпус приладу. Мобільний візок з колесами для переміщення димоміра.

### 3.5 Розробка планувального рішення зони діагностики

Перед постановкою автомобіля на пост зони діагностики він обов'язково проходить миття. Після встановлення на пост діагностики під колеса автомобіля встановлюються противідкатні упори, які не дозволяють автомобілю самостійно рухатися.

Технологічні процеси діагностування різних систем і агрегатів автомобіля мають значні особливості по номенклатурі робіт, а отже, і по обладнанню, яке при цьому використовується. Тому процес діагностування автомобіля поділяється на окремі частини. Приклад такого розподілу:

- двигун і його системи;
- електронне та електричне обладнання автомобіля;
- гальмівна система;
- трансмісія, ходова частина, рульове керування.

Регульовальні роботи, як правило, проводять за результатами діагностування.

В процесі виконання цих робіт використовується контрольне обладнання, а якість робіт перевіряється знову таки ж діагностуванням. У зв'язку з цим діагностичні і регульовальні роботи агрегатів і систем автомобіля доцільно проводити спільно.

В зоні діагностики може працювати один слюсар-діагност, який виконуватиме всі діагностичні роботи.

Перелік виконуваних робіт:

- перевірка працездатності, встановлення і кольору зовнішніх світлових приладів;
- перевірка стану системи очистки, омивання та обігріву вітрового скла;



- перевірка зовнішнього виду, стану замків дверей, звукового сигналу, механізму регулювання сидіння водія, тягово-зчіпного пристрою;
- вимірювання токсичності (димності) вихлопних газів;
- перевірка протиугінного пристрою, наявності пристосування для подавлення перешкод радіоприйому;
- перевірка регулювання і встановлення фар;
- вимірювання сумарного люфту в рульовому керуванні;
- перевірка стану деталей рульового керування;
- перевірка стану деталей гальмівної системи;
- перевірка стану і кріплення вузлів трансмісії і щільності з'єднання трубопроводів;
- перевірка стану шин, коліс та їх кріплення. Перевірка тиску повітря в шинах;
- перевірка герметичності паливної системи і системи мащення двигуна;
- перевірка ефективності загальмовування коліс автомобіля;
- перевірка ефективності стоянкового гальма.

Обладнання для проведення робіт на постах зон ТО, ПР, діагностики, а також для дільниць і цехів АТП, приймається у відповідності з технологічною необхідністю, виходячи з умов забезпечення технологічного процесу виконання робіт по ТО або ПР [10].

Все обладнання необхідно поділити на три групи [23]:

- основне технологічне обладнання (верстати, стенди, діагностичне, піднімально-оглядове, піднімально-транспортне і т. д.);
- технологічну оснастку (верстаки, столи, шафи, стелажі і т. д.);
- пристрої та інструменти (спеціальні пристрої, спеціалізовані комплекти інструментів, універсальні інструменти і т. д.).

Обладнання для проведення робіт в зоні діагностики приймається у відповідності з технологічною необхідністю виконуваних робіт. Перелік обраного обладнання та їх характеристика зведено до таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Відомість технологічного обладнання зони діагностування

Обладнання, інструмент	Тип, модель	Кільк.	Габаритні розміри, мм	Площа, м <sup>2</sup>		Потужність, кВт	
				Одиниці	Загальна	Одиниці	Загальна
1. Шумомір загального призначення	Ш-3М	1	255×167	0,042	0,042	–	–
2. Гальмівний стенд	Safelane truck N SC 13 t	1	3850×1185	4,562	4,562	18,4	18,4
3. Сійка приборна		1	800×320	0,256	0,256	–	–
4. Пульти керування		1	100×400	0,04	0,04	—	—
5. Установка пересувна для перевірки рульового керування з гідро підсилювачем	K-465	1	720×568	0,41	0,41	–	–
6. Верстак слюсарний		1	2000×600	1,2	1,2	–	–
7. Люфт-детектор підвіски	Weartest 4500 FA	1	3850×1000	4,3	4,3	2,2	2,2
8. Канава	–	1	9000×1200	10,8	10,8	–	–
9. Стелаж	–	1	2000×500	1	1	–	–
10. Автосканер	Texa Navigator TXTs	1	400×300	0,12	0,12	-	-
11. Димомір	Texa Opabox Autopower	1	600×300	0,18	0,18	0,5	0,5
12. Компресор	–	1	600×300	0,18	0,18	2	2
13. Ящик для ганчір'я	–	1	400×400	0,16	0,16	–	–

Сумарна площа обладнання, яке розташоване поза межами поста

$$\sum F_{об} = 4,16 \text{ м}^2;$$

Площа виробничих приміщень залежить від щільності розміщення виробничого обладнання, яка характеризується коефіцієнтом щільності  $K_{щ}$ .

Таким чином площу зони діагностики знайдемо за формулою [23]:

$$F_z = K_{щ} \cdot \sum (F_{обл} + X_n \cdot F_a), \quad (3.13)$$

де  $K_{щ}$  - коефіцієнт щільності розташування постів,  $K_{щ} = 4$ ;

$\sum F_{обл}$  - сумарна площа виробничого обладнання,  $\sum F_{обл} = 4,16 \text{ м}^2$ ;

$F_a$  - площа автомобіля, м<sup>2</sup>.

$X_n$  - кількість постів в зоні діагностики

$$F_a = 4,8 \cdot 2,3 = 11,04 \text{ м}^2.$$

$$F_s = 4 \cdot (4,16 + 1 \cdot 11,04) = 60,8 \text{ м}^2.$$

Для функціонування зони діагностики достатньо площі 60,8 м<sup>2</sup>. На рисунку 3.11 показаний варіант технологічного планування зони діагностики з урахуванням підбраного обладнання. Позиції на рисунку 3.11 відповідають обладнанню в таблиці 3.6.

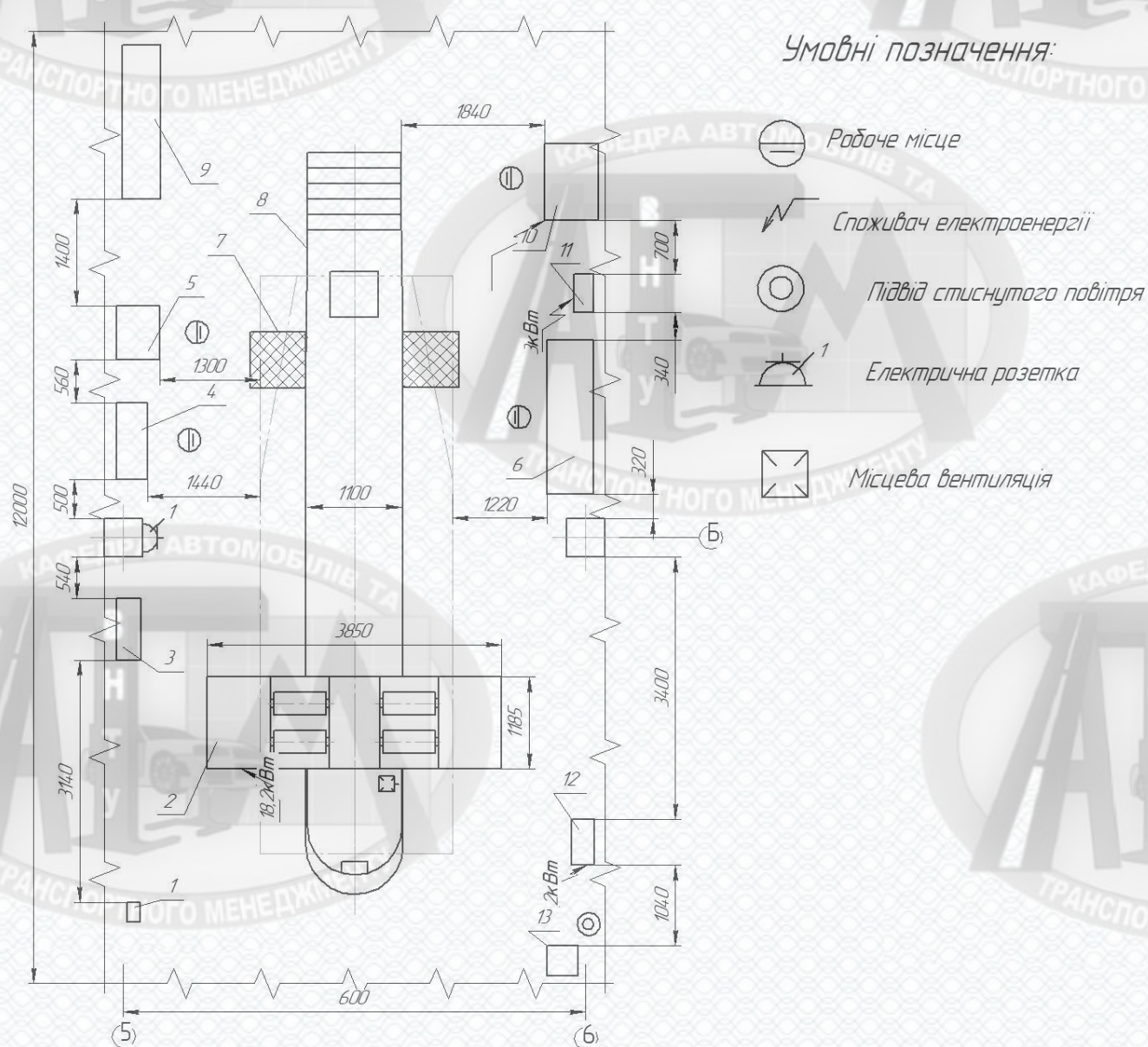


Рисунок 3.11 – Технологічне планування зони діагностики

### 3.6 Розрахунок кошторису витрат на створення зони діагностики

Оплата праці на підприємствах автотранспорту здійснюється на основі тарифної системи, науково обґрунтованих норм праці, певних систем погодинної та відрядної форми оплати праці [11].

Розмір заробітної плати розраховується у відповідності з Кодексом законів про працю, діючими генеральною, галузевою, регіональною угодами та колективним договором, що діє на підприємстві [4, 11].

Основою визначення розміру заробітної плати є розрахунок тарифної ставки. Тарифна ставка робітника першого розряду встановлюється у розмірі, що перевищує законодавчо встановлений розмір мінімальної заробітної плати. Мінімальні розміри ставок заробітної плати, як мінімальні гарантії в оплаті праці, визначаються генеральною угодою.

Для розрахунку витрат на заробітну плату, приймаємо, що у зоні діагностування працюватиме 1 робітник-діагност 5-го розряду з повним завантаженням робочого часу – 1820 год [4, 10]. Тарифна ставка робітника 5-го розряду – 87,8 грн (на травень 2024 року).

Основна заробітна плата робітника на ділянці складає [10]:

$$ЗП_{мар} = \frac{T_p \cdot N_{pi} \cdot ГТС}{N_{pp}}, \quad (3.14)$$

де  $T_p$  – трудомісткість, люд. год.;

$N_{pi}$  – кількість ремонтних робітників  $i$ -го розряду;

$ГТС$  – годинна тарифна ставка ремонтного робітника  $i$ -го розряду, грн;

$N_{pp}$  – загальна кількість ремонтних робітників на ділянці.

$$ЗП_{мар} = \frac{1820 \cdot 1 \cdot 87,8}{1} = 159796 \text{ (грн);}$$

Додаткова заробітна плата складається з премій і надбавок, визначених колективним договором. Премія складає 15 % від  $ЗП_{тар}$ :

$$ЗП_{пр}^i = 0,15 \cdot ЗП_{тар}^i; \quad (3.15)$$

$$ЗП_{пр} = 0,15 \cdot 159796 = 23969,4 \text{ (грн);}$$

Доплата складає 10 % від  $ЗП_{тар}$ :

$$ЗП_{дон}^i = 0,1 \cdot ЗП_{тар}^i; \quad (3.16)$$

$$ЗП_{дон} = 0,1 \cdot 159796 = 15979,6 \text{ (грн);}$$

Сумарний фонд оплати праці становитиме

$$ЗП_{осн}^i = ЗП_{тар}^i + ЗП_{пр}^i + ЗП_{дон}^i; \quad (3.17)$$

$$ЗП_{осн} = 159796 + 23969,4 + 15979,6 = 199745 \text{ (грн);}$$

Розрахунок резерву на відпустки, який встановлюється в межах 8% від  $ЗП_{осн}$ :

$$ЗП_{рв} = 0,08 \cdot \sum ЗП; \quad (3.18)$$

$$ЗП_{рв} = 0,08 \cdot 199745 = 15979,6 \text{ (грн).}$$

Загальний фонд оплати праці робітника становить:

$$\Phi ЗП_{рр} = \sum ЗП + ЗП_{рв}; \quad (3.19)$$

$$\PhiЗП_{pp} = 199745 + 15979,6 = 215724,6 \text{ (грн).}$$

Відрахування на соціальні потреби складають 23,5% від фонду заробітної плати. Сума єдиного соціального внеску визначеного законодавством (в Україні від 01.01.2016 р. – 22%) розподіляються серед фондів соціального страхування (пенсійного, фонду страхування, у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності, фонду страхування від нещасного випадку, фонду страхування на випадок безробіття) та 1,5% – військовий збір.

$$B_{cc} = 0,235 \cdot \PhiЗП; \quad (3.20)$$

$$B_{cc} = 0,235 \cdot 215724,6 = 50695,28 \text{ (грн).}$$

Загальна сума відрахувань на соціальні потреби становить 50695,28 (грн).

Згідно з [12], витрати на електроенергію визначаються із розрахунку, що на одне робоче місце витрачається 10 кВт і коефіцієнт попиту дорівнює 0,5.

$$B_{ел.ен.} = X_n \cdot P \cdot K_{non} \cdot t_{зм} \cdot C_{ел.ен.} \cdot D_{роб}, \quad (3.21)$$

де  $X_n$  - кількість робочих місць на дільниці;

$P$  - потужність, що витрачається при роботі на одному посту;

$K_{non}$  - коефіцієнт попиту;

$t_{зм}$  - тривалість зміни, год.;

$C_{ел.ен.}$  - ціна 1 кВт/год, грн.;

$D_{роб}$  - кількість днів роботи дільниці.

Приймаємо наступні значення вищеперерахованих одиниць:  $X_n = 4$ ;  
 $P = 10$  кВт;  $K_{non} = 0,5$ ;  $t_{зм} = 8$  год.;  $C_{ел.ен.} = 3,61$  грн.;  $D_{роб} = 305$  днів.

$$B_{ел.ен.} = 4 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot 8 \cdot 3,61 \cdot 305 = 176168 \text{ (грн).}$$

Витрати на воду визначаються за формулою [12]:

$$B_6 = X_n \cdot Q \cdot C_6 \cdot D_{роб}, \quad (3.22)$$

де  $Q$  - витрата води на один пост, м<sup>3</sup>/добу;  $Q = 3,02$  м<sup>3</sup>/добу;

$C_6$  - ціна 1 м<sup>3</sup> води, грн.;  $C_6 = 25,62$  грн (водопостачання та водовідведення).

$$B_6 = 1 \cdot 3,02 \cdot 25,62 \cdot 305 = 23598,58 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення на створення посту діагностування визначаються на основі калькуляції витрат. Калькуляція витрат наведена в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 - Калькуляція витрат

Витрати	Вартість, грн
1. Будівельно-монтажні витрати	85500
2. Гальмівний стенд Safelane truck N SC 13 t	1320000
3. Люфт-детектор підвіски Weartest 4500 FA	427500
4. Автосканер Navigator TXTs	83500
5. Димомір Теха Ораbox Autopower	101500
6. Інше обладнання, інструмент та устаткування	188000
ВСЬОГО	2206000

Амортизаційні відрахування складають 5% від основних виробничих фондів:

$$A_6 = ОВФ \cdot 0.05; \quad (3.23)$$

$$A_6 = 2206000 \cdot 0,05 = 110300 \text{ (грн).}$$

Загальновиробничі витрати приймаються в межах 160% від суми основної заробітної плати ремонтних робітників:

$$B_{\text{заг.вир.}} = 1,6 \cdot 215724,6 = 345159,36 \text{ (грн).}$$

Собівартість послуги (вартість 1 нормо-години) визначається за формулою:

$$S = \Sigma B / \Sigma T_p, \quad (3.24)$$

де  $\Sigma B$  – загальні витрати, грн.;

$\Sigma T_p$  – загальна трудомісткість послуг, люд. год.,  $\Sigma T_p = 1820$  люд.год.

Визначимо кошторис експлуатаційних витрат і занесемо його до таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Кошторис експлуатаційних витрат

Найменування статей	Витрати, грн.
1. Витрати на оплату праці	215724,6
2. Відрахування на соціальні потреби	50695,28
4. Електроенергія	176168,0
5. Вода	23598,58
6. Спецодяг	2500,0
7. Амортизаційні відрахування	110300,0
8. Загальновиробничі	345159,36
Всього	924145,82

З таблиці 3.8 розрахуємо собівартість 1 нормо-години діагностування:

$$S = 924145,82 / 1820 = 507,8 \text{ (грн).}$$



### 3.7 Висновки до розділу 3

Проведений аналіз організації робіт з діагностування автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту зумовив доцільність створення у ТОВ «Слав'янське-5» зони діагностування з універсальним постом з сучасним діагностичним обладнанням.

На основі розгляду наукових підходів до підбору сучасного діагностичного обладнання та з урахуванням ринку діагностичного обладнання, було обрано необхідне обладнання для покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів та запропоновано варіант технологічного планування зони діагностування для ТОВ «Слав'янське-5». Для функціонування зони діагностики достатньо площі 60,8 м<sup>2</sup>.

Розраховано кошторис витрат на створення зони діагностування на підприємстві, згідно якого загальні витрати на придбання обладнання ділянки становлять 2206000 грн, а собівартість 1 нормо-години діагностування, за розрахунком, становить 507,8 грн.

## РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори

Українське законодавство з охорони праці чітко визначає однакові стандарти безпечних умов праці для всіх роботодавців, незалежно від їх рівня. Це гарантує захист прав працівників на безпечне та здорове середовище праці [25].

Однак, жорстка конкуренція на ринку часто спонукає роботодавців йти на необґрунтоване скорочення витрат, економлячи, зокрема, на заходах з охорони праці. Такий підхід є хибним, адже нехтування безпекою працівників може призвести до трагічних наслідків, як для самих працівників, так і для репутації та фінансового становища підприємства.

Важливо усвідомити, що інвестування в охорону праці не є додатковими витратами, а запорукою успішного та стійкого розвитку будь-якого бізнесу. Дотримання норм охорони праці гарантує: безпеку працівників, підвищення продуктивності праці, зниження компенсаційних витрат, покращення іміджу компанії, сприятливий мікроклімат у колективі, підвищення мотивації та лояльності працівників

Отже, інвестування в охорону праці не лише є обов'язком роботодавця, але й вигідною стратегією розвитку бізнесу. Це запорука безпечного, продуктивного та успішного підприємства, яке дбає про своїх працівників та буде своє майбутнє на міцному фундаменті соціальної відповідальності.

На дільницях діагностування автомобілів присутні різні небезпечні та шкідливі фактори, які можуть негативно впливати на здоров'я працівників. До них належать фізичні фактори, а саме: шум, вібрація, підвищена температура, електричний струм, падіння та травми; та хімічні фактори: вихлопні гази, паливно-мастильні матеріали, розчинники і холодагенти.

Для забезпечення безпечних і продуктивних умов праці, робочі місця повинні бути правильно сплановані і утримуватись в чистоті, не загроможуватись деталями та інструментами, на асфальтобетонній підлозі біля верстатів обов'язково укладають дерев'яні решітки. На робочих місцях передбачені місцеві відсмоктувачі. Робочі місця розташовані так, щоб виключати можливість виникнення зустрічного потоку матеріалів, виробів, працівників.

#### **4.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії**

Для забезпечення гігієни праці та виробничої санітарії важливо вживати комплексу організаційно-технічних заходів [32]:

##### **1. Організаційні заходи:**

– Проведення регулярних навчань та інструктажів з питань гігієни праці та виробничої санітарії для всіх працівників діагностичних дільниць. Це допоможе їм ознайомитися з правилами особистої гігієни, знати про небезпечні та шкідливі фактори, а також вміти використовувати засоби індивідуального захисту.

– Розробка та впровадження системи гігієнічного нормування, яка включає в себе встановлення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони, гранично допустимих рівнів (ГДР) шуму, вібрації та інших фізичних факторів.

– Регулярний контроль за дотриманням працівниками правил та інструкцій з особистої гігієни, а також за станом приміщень, обладнання, інструментів та засобів індивідуального захисту.

– Проведення регулярних медичних оглядів працівників для раннього виявлення та попередження профзахворювань.

##### **2. Технічні заходи:**

– Забезпечення відповідної вентиляції та опалення.

– Проведення санітарно-технічних робіт.

– Застосування засобів індивідуального захисту.

– Здійснення звуко- та віброізоляції.

– Забезпечення достатнього освітлення.

### 3. Додаткові заходи:

– Забезпечення працівників питною водою та засобами особистої гігієни.

– Застосування ергономічних принципів при обладнанні робочих місць.

– Проведення профілактичних щеплень працівників.

– Забезпечення працівників інформацією про небезпечні та шкідливі фактори, а також про заходи їх захисту.

Впровадження комплексу організаційно-технічних заходів з гігієни праці та виробничої санітарії для працівників діагностичних дільниць дозволить значно покращити умови праці, зберегти здоров'я працівників та запобігти профзахворюванням.

#### 4.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат (метеорологічні умови) у виробничих приміщеннях значно впливає на стан організму працівника та його працездатність. Під мікрокліматом розуміються умови внутрішнього середовища приміщень, які впливають на тепловий обмін між працівниками та оточенням. Ці умови визначаються комбінацією температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, температури поверхонь, що оточують людину, та інтенсивності теплового (інфрачервоного) опромінення. Хоча параметри мікроклімату у виробничих приміщеннях можуть значно змінюватися, температура тіла людини залишається сталою (36,6 °C) завдяки терморегуляції.

Роботи на дільниці відносяться до фізичних робіт середньої важкості – категорії 2б (роботи, пов'язані з ходою, переміщенням і перенесенням ваги до 16 кг, що супроводжується помірними фізичними напруженнями). Допустимі норми температури, відносної швидкості руху повітря у робочій зоні ділянки відповідають значенням, які представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Дійсні та допустимі параметри мікроклімату [8]

Період року	Категорія робіт	Температура		Вологість		Швидкість руху повітря	
		дійсні	доп.	дійсні	доп.	дійсні	Доп.
Холодний	2б	15-19	15-21	60-75	75	0,2-0,4	0,4
Теплий		20-25	16-27	60-75	70	0,2-0,4	0,2-0,5

#### 4.2.2 Повітря робочої зони

Під час роботи людина зазнає впливу багатьох факторів, які можуть мати небажані наслідки. Шкідливі речовини, що потрапляють у повітря робочої зони, змінюють його склад, через що він може істотно відрізнятись від складу атмосферного повітря. У виробничих умовах у повітря можуть потрапляти тверді й рідкі частки, а також пари та газу. Пари та газу утворюють з повітрям суміші, а тверді й рідкі частки – аеродисперсні системи або аерозолі. Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично-допустимими концентраціями (ГДК), вираженими в  $\text{мг}/\text{м}^3$ . Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин для повітря робочої зони наведено у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин [8]

Найменування забруднюючої речовини	Величина ГДК $\text{мг}/\text{м}^3$	Викиди в умовах виробництва	Клас небезпеки	Особливість дії на організм
Окис вуглецю	20	П	3	
Mn у аерозолях до 20%	0,2	а	2	
20-30%	0,1	а	2	
Окис хрому	1	а	3	А
Окис нікелю	0,05	а	1	КЛ
Сульфід вольфраму	6	а	3	
Окис азоту	5	П	3	О
Окис заліза	0,04	а	1	Ф
Фтористий водень	0,05	П	1	

Примітка: а - аерозоль; П- пари; А- речовини здатні викликати алергічні захворювання; К - канцерогенні; Ф- аерозолі фіброгенної дії; О- речовини з отруйним механізмом дії, що потребують автоматичного контролю за їх складом у повітрі.

Для захисту від шкідливих речовин, що виділяються в повітря робочої зони, застосовують комплекс організаційно-технічних і санітарно гігієнічних заходів: своєчасний контроль за складом ШР у повітрі; інструктаж обслуговування персоналу; пристрій місцевої вентиляції; регулярне прибирання приміщення; застосування ЗІЗ; попередні і періодичні медогляди, дотримання правил гігієни; правильна організація робочого місця; суворе дотримання правил поведінки з установками.

#### 4.2.3 Опалення та вентиляція

Опалення та вентиляція діагностичної дільниці мають суттєвий вплив на мікроклімат, а значить, і на здоров'я та працездатність працівників. Несприятливі умови мікроклімату можуть призвести до зниження працездатності, втоми, погіршення концентрації уваги, а також до розвитку простудних та інших захворювань.

У будівлі, де розташоване приміщення проведення діагностичних робіт, використовується розгалужена система автономного опалення, що дозволяє: забезпечити оптимальну температуру, що відповідатиме санітарним нормам і правилам; здійснювати рівномірний розподіл тепла по всій площі будівлі та приміщення, зокрема; забезпечити відсутність протягів для уникнення переохолодження організму працівників.

Для забезпечення чистоти повітря ділянка оснащена приточно-витяжною вентиляцією, встановлено витяжний зонд над робочою зоною. Загальнообмінну механічну вентиляцію виробничих приміщень без природного провітрювання необхідно проектувати, передбачаючи не менше двох критичних і двох витяжних вентиляційних устаткувань, що забезпечує при виключенні однієї з них продуктивність не менше 50% необхідного повітрообміну.

#### 4.2.4 Виробниче освітлення

Виробниче освітлення має значний вплив на здоров'я та працездатність працівників. Часті зміни рівнів яскравості призводять до зниження зорових функцій та стомлення через переадаптацію ока. Зорове стомлення, викликане напруженою роботою, знижує як зорову, так і загальну працездатність. Оптимальне освітлення сприяє підвищенню ефективності праці та зниженню кількості помилок і нещасних випадків. Норми освітленості, які необхідно забезпечити для виконання поставлених завдань при штучному освітленні, а також коефіцієнт природного освітлення (КПО) при природному та комбінованому освітленні, згідно з ДБН В.2.5-28:2018 [6], наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 4.3 - Норми освітленості в приміщенні [6]

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнювання	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фона	Освітленість, лк		КПО, $e_n$ , %			
						Штучне освітлення		Природне освітлення		Сумісне освітлення	
						Комбіноване	Загальне	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове	Верхнє або верхнє і бокове	Бокове
Високої точності	Від 0,3 до 0,5	III	г	Великий	Світлий	800	300	7	2,5	4,2	1,5

Для забезпечення достатнього освітлення систематично здійснюється чищення віконного скла та очищення ламп від пилу, а також систематична заміна світильників, що перегоріли.

#### 4.2.5 Шум та вібрація

Під час виконання діагностики робітники піддаються впливу шуму і вібрації. Їх джерелами є: вентиляційні системи, випрямлячі, трансформатори, електродвигуни та інше.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приведено в таблиці 4.4.

При надмірних шумах встановлено звукоізоляцію, кожухи, відбивючі екрани та інші пристрої. Шумові машини закриваються звукоізолюючими кожухами, які виготовлені з металу та облицьовані з середини звукопоглинаючими матеріалами. Де можливо ізолювати джерело шуму проводимо акустичну обробку. В якості засобів особистого захисту застосовуємо протишумові вкладиші або навушники. Рівень шумів в приміщеннях вимірюємо шумомірами ШЗМИНШ-2.

Таблиця 4.4 – Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку, еквівалентні рівні звуку на робочих місцях [26]

Робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ у октавних смугах із частотами									Рівень звуку еквівалентний рівень звуку, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виконання всіх видів робіт на робочих місцях підприємств	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Вібрацію знижуємо за допомогою амортизаторів, змішувальних матеріалів і реактивних гучників пульсацій. На робітників може діяти локальна і загальна вібрація. Локальна передається через руки, загальна – через підшви ніг.

Загальна вібрація категорії 3 тип «а», критерій оцінки – границя зниження продуктивності праці.

Нормування вібрації приведемо в таблиці 4.5.



Таблиця 4.5 – Нормування вібрації [26]

Вид вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Нормативні коректовані по частоті та еквівалентні коректовані значення			
			Вібраційне прискорення, $\text{m/s}^2 \cdot 10^{-2}$	Рівень віброприскорення, дБ	Вібраційна швидкість, $\text{m/s} \cdot 10^{-2}$	Рівень віброшвидкості, дБ
Локальна	-	$X_A Y_A Z_A$	2,05	125	2,0	112
Загальна	3 тип «а»	$X_0 Y_0 Z_0$	0,1	100	0,2	92

Основними методами віброзахисту (колективного) є значення вібрації цією на джерело збудження, відлагодження від режиму резонансу, віброформування, динамічне гасіння коливань і зміна конструктивних елементів устаткування і будівельних конструкцій.

#### 4.2.6 Електробезпека

Електробезпека на діагностичних дільницях є надзвичайно важливим, адже там використовується багато електрообладнання, яке може становити небезпеку для працівників. Недотримання правил електробезпеки може призвести до ураження електричним струмом, травм, а в найгірших випадках – до летальних наслідків.

Тому на діагностичних дільницях дотримуються такі основні вимоги з питань електробезпеки:

- Всі електроустаткування відповідає діючим нормам та стандартам.
- Все електроустаткування заземлене або занулене.
- Регулярно проводиться технічне обслуговування та ремонт електроустаткування.
- На дільниці не використовується пошкоджене або негерметичне електроустаткування.
- Працівники періодично проходять інструктаж з питань електробезпеки та правил поведіння з електроустаткуванням.

– На ділянці наявні засоби захисту, такі як діелектричні рукавички, боти та каски.

### **4.3 Організація та розробка пункту спеціальної обробки ПуСО на базі ТОВ «Слав'янське-5» та розрахунок його характеристик**

4.3.1 Організація та розробка заходів що стосуються дезактивації транспортних засобів в процесі спеціальної обробки

Для зниження можливих доз опромінення при ліквідації наслідків у зонах забруднення проводиться дезактивація території, будинків і споруджень, устаткування, техніки й інших об'єктів, виконуються заходи щодо усунення пилу. Роботи ведуться позмінно з урахуванням припустимих доз опромінення, встановлених для формувань. Радіоактивні відходи, що утворюються при дезактивації, вивозяться на спеціально створювані пункти захоронення.

Пункти спеціальної обробки (ПуСО) створюються на межах зон забруднення; люди і транспорт, що відбувають із зон забруднення, на них проходять дозиметричний контроль. При виявленні забруднення вище припустимих рівнів люди проходять санітарну обробку, транспорт – дезактивацію. Забруднений одяг відправляється на дезактивацію, замість нього з підмінного фонду видається чистий. Санобробка людей може також проводитися на стаціонарних санітарно-обмивальних пунктах (СОП), дезактивація – на станціях знезаражування транспорту (СЗТ).

Техніка і майно, що вивозяться із забрудненої території, дезактивуються на спеціальних майданчиках, які обладнуються біля ПуСО.

Реевакуація населення здійснюється після завершення робіт з дезактивації населених пунктів чи зниження забруднення внаслідок природного розпаду РР до припустимих рівнів. Дозвіл на реевакуацію дається після обстеження населених пунктів спеціально створюваними комісіями.

Для проведення дезактивації використовується вода. Разом з водою застосовуються спеціальні препарати, що підвищують ефективність змивання

радіоактивних речовин. Це поверхнево-активні і комплексоутворюючі речовини, кислоти, луги. До перших відносять порошок СФ-2 і препарати ОП-7 і ОП-10; до других - фосфати натрію, трилон - Б, Лужна і лимонна кислоти, солі цих кислот.

Для одержання розчину порошок додають у воду невеликими порціями при постійному перемішуванні. Дезактивацію транспортних засобів і техніки проводять із застосуванням 0,15 %-го розчину СФ-2 у воді (улітку) чи аміачній воді, що містить 20 - 24% аміаку. Препарат ОП-7 і ОП-10 застосовують як складову частину дезактивуючих розчинів, призначених для дезактивації поверхонь будинків споряджень і устаткування.

Дезактивація транспортних засобів і техніки проводиться при їхньому зараженні 200 мР/год і більше. Дезактивація проводиться змиванням струменем води під тиском 2-3 атм. чи обробкою дезактивуючими розчинами, протиранням ганчіркою змоченою в бензині, гасі, дизельному паливі, а також обробкою газокропельним потоком.

Пункт спеціальної обробки доцільно розробляти і організувати на базі даного підприємства тому, що воно повністю забезпечене потрібним персоналом та спеціалістами, які здатні обслуговувати та працювати в ПуСО, також підприємство має всі необхідні засоби техніку та обладнання для організації ПуСО.

Розташування ПуСО зручно зробити на виїзді з міста тому, що поблизу протікає річка, яка повністю може забезпечити потреби ПуСО у водопостачанні. Електропостачання забезпечує лінія електропередач, яка проходить поблизу.

#### 4.3.2 Розрахунок характеристик ПуСО

Спеціальна та санітарна обробка, складається з прибирально-мийних робіт, до складу яких входять [27]:

- прибирання салону автомобіля,  $t_{пс} = 3$  хв;
- очищення пилососом сидінь автомобіля,  $t_{ос} = 3$  хв;
- мийка полу салону автомобіля,  $t_{пса} = 4$  хв;
- мийка килимків під ноги,  $t_{мк} = 4$  хв;

- витирання салону та скла автомобіля, дзеркалами,  $t_{всс} = 4$  хв.

Час на прибирання салону, дорівнює сумі часу всіх показників разом взятих за формулою:

$$t_{\text{приб.}} = t_{\text{пс}} + t_{\text{ос}} + t_{\text{пса}} + t_{\text{мк}} + t_{\text{всс}} = 3 + 3 + 4 + 4 + 4 = 18 \text{ (хв).}$$

Витрати часу на мийку ходової частини автомобіля складаються з миття рами та шасі, що триває  $t_{\text{р.ш}} = 4-5$  хв, та миття відсіку двигуна  $t_{\text{дв}}$ .

Час на миття відсіку двигуна визначається за такою залежністю

$$t_{\text{дв}} = t_{\text{миття}} + t_{\text{ополіск}} + t_{\text{суш}} + t_{\text{доп}};$$

де  $t_{\text{миття}}$  – час миття,  $t_{\text{миття}} = 2$  (хв);  $t_{\text{ополіск}}$  – час ополіскування,  $t_{\text{ополіск}} = 2$  (хв);  $t_{\text{суш}}$  – час сушіння,  $t_{\text{суш}} = 1,5$  (хв);  $t_{\text{доп}}$  – допоміжний час  $t_{\text{доп}} = 1,5$  (хв).

Тож маємо

$$t_{\text{дв}} = 2 + 2 + 1,5 + 1,5 = 7 \text{ (хв).}$$

Отже загальний час миття ходової частини автомобіля

$$t_{\text{вн.м.}} = t_{\text{р.ш}} + t_{\text{дв}} = 4 + 7 = 11 \text{ (хв).}$$

Час зовнішнього миття автомобіля:

$$t_{\text{з.м}} = t_{\text{куз}} + t_{\text{дис}};$$

де  $t_{\text{куз}}$  – час миття кузова,  $t_{\text{куз}} = 3$  (хв);  $t_{\text{дис}}$  – час миття дисків,  $t_{\text{дис}} = 2,5$  (хв);

Тоді

$$t_{\text{з.м}} = 3 + 2,5 = 5,5 \text{ (хв).}$$

Загальний час миття автомобіля, що складається з суми часу на окремі види миття:

$$t_{\text{миття.заг}} = t_{\text{приб.}} + t_{\text{дв}} + t_{\text{з.м}} = 18 + 11 + 5,5 = 34,5 \text{ (хв).}$$

Визначивши загальний час миття одного автомобіля, можна розрахувати продуктивність мийних робіт на одному посту:

$$P_{\text{пр}} = 60/t_{\text{миття}} = 60/34,5 = 1,75 \text{ (авто/год).}$$

Кількість постів, що необхідні для дезактивації автомобілів за потреб підприємства:

$$N_{\text{постів}} = 15/1,75 = 8,57 \approx 9 \text{ (постів).}$$

Для виконання дезактивації транспортних засобів необхідно мати великий запас води, оскільки для цього також використовуються спеціальні дезактивуючі речовини, що мають бути розведені до певної концентрації.

Для проведення дезактивації на ПуСО, що розробляється, можна використати препарат ОП-10, який розводиться до концентрації 0,3 % у воді. Нормативні витрати розчину – 3-5 л/м<sup>2</sup>. Необхідний добовий запас дезактивуючого розчину на ПуСО розрахуємо за формулою:

$$V = 24 \cdot q \cdot S \cdot n,$$

де  $q$  – норма витрат дезактивуючого розчину (приймаємо 5 літрів);  $S$  – площа поверхні одного автомобіля, що потребує дезактивації (наприклад для автобуса середньої місткості це 24 м<sup>2</sup>);  $n$  – кількість автомобілів за годину, (за завданням – 15 авто/год).

Тоді

$$V_{\text{год}} = 24 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 15 = 16200 \text{ (л)}$$

Запас порошку на добу при витраті 100 (л) на 30 (гр) порошку та кількості розчину на добу 16200 (л),

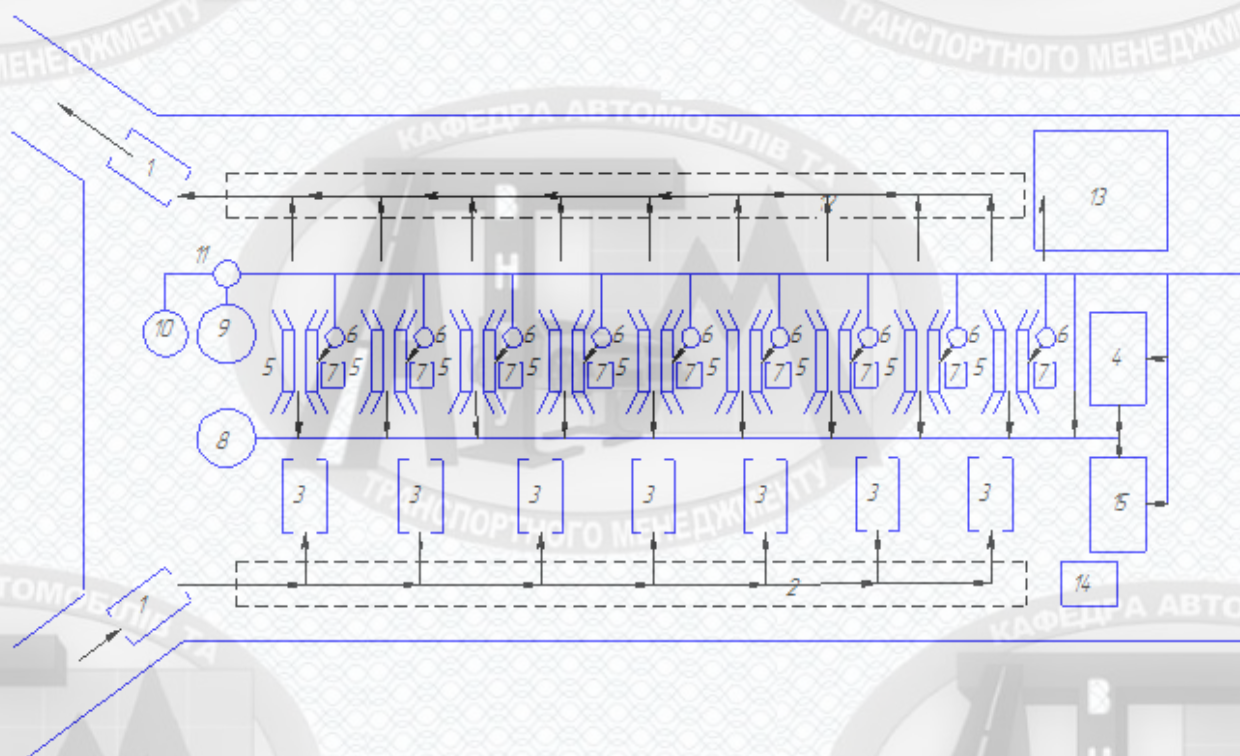
$$V_{\text{порошку}} = (16200 \cdot 0,3)/100 = 48,6 \text{ (кг)}$$

Отже для роботи ПуСО в режимі повної спеціальної обробки транспорту протягом однієї доби необхідно 16,2 м<sup>3</sup> води та 48,6 кг мийного порошку.

### 4.3.3 Розробка структури ПуСО

На станціях для мийки та знезараження транспортних засобів і спеціальної техніки встановлюється одна або декілька поточкових ліній, кожна лінія складається з послідовно розташованих постів, на яких техніка проходить спеціальну обробку, за короткий проміжок часу.

ПуСО, що розробляється наведено на рисунку 4.1. Обмив автомобіля проводиться з верхньої, бокових, передньої та задньої частин, далі миються шасі і ходова частину автомобіля. Потім автомобіль відправляють на очистку салону, його протирання та сушіння. Після обробки автомобіль перевіряють радіометром і згодом готують до виїзду на стоянку, для посадки водія і пасажирів.



- 1 - зона дозиметричного контролю; 2 - зона висадки пасажирів та очікування;  
 3 - зона проведення прибирання; 4 - пункт санітарної обробки пасажирів та тимчасового перебування; 5 – естакади; 6 - пристрої подачі води; 7 - столи для обробки вузлів; 8 - відстійник стічних вод; 9 - ємність з водою; 10 - ємність з дезактиваційним розчином; 11 – дозатор; 12 - зона посадки пасажирів; 13 - зона очікування; 14 - склад відпрацьованих ЗІЗ; 15 - пральня

Рисунок 4.1 – Пункт спеціальної обробки автомобілів

Кожна потокова лінія обов'язково має гарячу воду чи пару з прилягаючих річок, або водоймищ, також стиснене повітря з компресорних станцій, цими засобами проводять дезактивацію радіоактивних речовин транспортних засобів, які встановлені на естакадах. Забруднена вода, що була у використанні, потрапляє через стічні води у відстійник, а біля робочих місць розташовані ємності, для приготування дезактивууючої рідини, також поряд знаходяться щітки, віники, ганчірки та інструмент необхідний для роботи.

Транспортні засоби що прибувають на станцію, проходять визначення радіометром рівня забруднення, а ті авто, забруднення яких перевищує допустимий рівень в декілька разів, після дезактивацій відправляють на повторну мийку, і за допомогою миючих засобів очищаються від бруду і мастила.

Водії та пасажирів транспортних засобів проходять перевірку радіометром, після чого проходять до банної кімнати (6), роздягаються і здають речі у пральню, проходять до душових та миються милом і миючими рідинами, а після мийки проходять до місця очікування (7).

#### **4.4 Висновки до розділу 4**

В даному розділі на основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування технічного стану автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, рішення щодо забезпечення безпечної роботи, наведено організацію та розробку пункту спеціальної обробки ПуСО на базі ТОВ «Слав'янське-5» та розрахунок його основних характеристик. Отже поставлені завдання виконані.

## ВИСНОВКИ

Провівши аналіз діяльності підприємства ТОВ "Слав'янське-5", його виробничо-технічної бази та характеристики виконуваних робіт з діагностування, зроблено висновок про недостатнє забезпечення підприємства технічними засобами діагностування автомобілів та, відповідно, недостатньою ефективністю виконання цих робіт.

Покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів можна досягти за рахунок підвищення ймовірності знайдення несправності та понизив ймовірність помилкової фіксації несправності.

При знаходженні оптимальних режимів діагностування необхідно володіти відповідною вихідною інформацією, яка враховує певний метод обслуговування, закономірності зміни технічного стану систем автомобілів і витрати коштів на виконання діагностичних робіт, профілактичні обслуговування та ремонти автомобілів. Періодичність технічного обслуговування буде оптимальною в тому випадку, якщо коефіцієнт технічної готовності буде максимальним, а величина витрат мінімальною.

Для основних елементів автопоїздів, які обслуговуються на ТОВ «Слав'янське-5», було визначено середній наробіток на відмову, середній час відновлення та інтенсивність потоку відмов та визначено оптимальну періодичність діагностування основних систем автопоїздів, які мають найменше напрацювання на відмову (ходові частини, електрообладнання, рульове управління, гальмівна система).

Проведений аналіз організації робіт з діагностування автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту зумовив доцільність створення у ТОВ «Слав'янське-5» зону діагностування з універсальним постом з сучасним діагностичним обладнанням.

На основі розгляду наукових підходів до підбору сучасного діагностичного обладнання та з урахуванням ринку діагностичного обладнання, було обрано необхідне обладнання для покращення ефективності виробничого процесу



діагностування автомобілів та запропоновано варіант технологічного планування зони діагностування для ТОВ «Слав'янське-5». Для функціонування зони діагностики достатньо площі 60,8 м<sup>2</sup>.

Розраховано кошторис витрат на створення зони діагностування на підприємстві, згідно якого загальні витрати на придбання обладнання дільниці становлять 2206000 грн, а собівартість 1 нормо-години діагностування, за розрахунком, становить 507,8 грн.

На основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування технічного стану автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, рішення щодо забезпечення безпечної роботи, наведено організацію та розробку пункту спеціальної обробки ПуСО на базі ТОВ «Слав'янське-5» та розрахунок його основних характеристик.

Отже поставлені завдання виконані.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бідняк М. Н., Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: теорія та практика : монографія. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. 176 с.
2. Бідняк М. Н., Власенко Д. О. Принципи моделювання систем, що розвиваються. *Вісник НТУ*. 2002. № 7. С. 265–267.
3. Біліченко В. В. Виробничі системи на транспорті: стратегії розвитку : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2016. 268 с.
4. Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Варчук В. В. Автомобілі та автомобільне господарство. Дипломне проектування : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2010. 172 с.
5. Біліченко В. В., Крещенський В. Л., Кукурудзяк Ю. Ю., Цимбал С. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2012. 118 с.
6. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Електронний ресурс]. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79885](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885)
7. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Електронний ресурс]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>
8. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. [Електронний ресурс]. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>
9. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. К.: Вид-во стандартів, 1996. 36 с.
10. Кукурудзяк Ю. Ю., Рудь О. В., Кукурудзяк Л. В. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту. Вінниця: 2010. 332 с.
11. Зінь В. А., Турчанок М. О. Планування діяльності підприємства : підруч. К. : Професіонал, 2004. 174 с.
12. Канарчук В.Є., Курніков І.П. Виробничі системи на транспорті : підручник. К. : Вища школа, 1997. 359 с.

13. Кашканов В.А., Бондар О.І. Підвищення ефективності робіт з діагностування автомобілів. Молодь в науці 2018: дослідження, проблеми, перспективи. Вінниця. ВНТУ, URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn/schedConf/presentations>

14. Кашканов В. А., Еспінель Е. А. Необхідність підвищення достовірності контролю гальмівної ефективності автомобілів. *XIII-та міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»*. Електронне наукове видання тез конференції. Житомир: ДУ «Житомирська політехніка», 26-28 жовтня 2020 р. [Інтернет ресурс]. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/24.pdf>

15. Кашканов В. А., Жомірук Р. О. Аналіз технічних засобів для підвищення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів в умовах автотранспортного підприємства. Матеріали LIII науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 20-22 березня 2024 р. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/41651/20556.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

16. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Варчук В. В. Організація автомобільних перевезень: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 139 с.

17. Кашканов В. А., Кашканов А. А., Кужель В. П. Інформаційні системи і технології на автомобільному транспорті : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2020. 104 с.

18. Кашканов В.А., Люльчак С.О. Аналіз причин виникнення відмов в передній підвісці та рульовому керуванні автомобілів. *Матеріали XII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 21-23 жовтня 2019 року: збірник наукових праць*. Вінниця: ВНТУ, 2019. С. 92-94.

19. Кашканов В. А., Пашора В. І. Аналіз факторів, що впливають на технічний стан автопоїздів. Матеріали конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи (МН-2023)" : Електронне наукове видання матеріалів

конференції. Вінниця: ВНТУ, 2022. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2023/paper/viewFile/16834/14031>

20. Кашканов В. А., Сульжук А. А. Аналіз методів діагностування автомобільних генераторів. *Матеріали VIII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 14-15 квітня 2020 року: збірник наукових праць* [Електронний ресурс]. Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. Вінниця: ВНТУ, 2020. 320 с. URL: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materialy2020.pdf>

21. Кашканов В. А., Сульжук А. А. Аналіз несправностей автомобільних генераторів. *Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, березень 2020 р. Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020.* URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/29100/9115.pdf?sequence=3>

22. Кривошапов, С. І., Зуєв, В. О., Кашканов, В. А. (2021) «Оцінка точності вимірювання параметрів автомобіля на стенді з біговими барабанами», *Вісник машинобудування та транспорту*, 13(1), с. 60–67. doi: 10.31649/2413-4503-2021-13-1-60-67.

23. Курников І.П. Технологічне проектування ПАТ. К.: Вища школа, 1993. 191с.

24. Мармут, І.А., Кашканов, В.А. і Зуєв, В.О. 2022. Теоретичні дослідження силової взаємодії тривісного автомобіля зі стендом з одиночними роликами. *Вісник машинобудування та транспорту*. 14, 2 (Січ 2022), 52–61. DOI: <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2021-14-2-52-61>.

25. 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]. URL: [http://online.budstandart.com.ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14\\_nakazy\\_ta\\_rozpor\\_183575/248+58074-detail.html](http://online.budstandart.com.ua/catalog/topiccatalogua/labor-protection/14_nakazy_ta_rozpor_183575/248+58074-detail.html)

26. Наказ МОЗ України № 285 від 13.02.2023 «Про затвердження Граничних та робочих рівнів виробничої вібрації та Порядку проведення оцінки рівня небезпеки впливу вібрації на працівника». [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0535-23#Text>

27. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями. [Електронний ресурс]. URL: [http://sop.zp.ua/norm\\_npaop\\_0\\_00-7\\_15-18\\_01\\_ua.php](http://sop.zp.ua/norm_npaop_0_00-7_15-18_01_ua.php)

28. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Підручник. К.: Вища школа, 2008. 527 с.

29. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: [підручник]. К.: Знання, 2004. 478с.

30. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія: [підручник для студентів вузів]. К.: Вища школа, 2007. 527с.

31. Основи діагностики автомобіля: Навчально-методичний посібник до практичних та самостійних робіт студентів вищих навчальних закладів України / Укладачі: Люлька В.С., Коньок М.М., Перинський Ю.Є., Клімов О.М. Чернігів: ЧНПУ імені Т.Г. Шевченка, 2013. 188 с.

32. Пістун І. П., Хом'як Й. В., Хом'як В. В. Охорона праці на автомобільному транспорті : навчальний посібник. 2-ге вид., стер. Суми : Університетська книга, 2023. 376 с.

33. Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-p#Text> (дата звернення 14.05.2024).

34. Ремонт автомобілів: навчальний посібник / [Чабанний В.Я., Магопець С.О., Мажейка О.Й. та ін.]; під ред. В.Я. Чабанного. Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня. Книга 1, 2007. 391 с

35. Сівак В. А. Визначення шляхів удосконалення існуючої системи технічної експлуатації транспортних засобів, за рахунок розробки концептуальних підходів їх безпечної експлуатації в умовах охорони державного

кордону. *Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Автомобіле- та тракторобудування. Х. : НТУ "ХПІ", 2015. № 9(1118). С. 86–91.*

36. Сівак В., Угринович О., П'ятков М. Методика вибору засобів технічного діагностування транспортних засобів за критеріями ефективності та економічної доцільності. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: військові та технічні науки. Хмельницький. 2016. № 2(68). С. 239–251.*

37. Мобільний роликівий гальмівний стенд Hofmann safelane truck SC ÜM 1 13 t. URL: <http://surl.li/udgnd>. (Дата звернення 18.05.2024р).

38. (IW4) MBT 4250 EUROSYSYSTEM. URL: <https://maha.com.ua/goods/mbt-4250-eurosystem/>. (Дата звернення 18.05.2024р).

39. Роликівий гальмівний стенд 13,0 т / вісь MBT 4250 EUROSYSYSTEM (IW4 EUROSYSYSTEM), МАНА Німеччина. URL: <http://surl.li/udgrj>. (Дата звернення 18.05.2024р).

40. Вантажний люфт детектор підвіски до 20 т/вісь weartest 4600 FA Hofmann Німеччина. URL: <http://surl.li/udgss>. (Дата звернення 18.05.2024р).

41. Універсальний діагностичний інтерфейс NAVIGATOR TXTs. URL: [http://www.texa.com.ua/product\\_73.html](http://www.texa.com.ua/product_73.html). (Дата звернення 18.05.2024р).

42. Димомір для вимірювання параметрів вихлопних газів дизельних двигунів ORABOX AUTOPOWER. URL: [http://www.texa.com.ua/product\\_25.html](http://www.texa.com.ua/product_25.html). (Дата звернення 18.05.2024р).

ДОДАТКИ

Додаток А  
(обов'язковий)

## ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ  
ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "СЛАВ'ЯНСЬКЕ-5" СЕЛО ЦИМБАЛІВКА  
ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

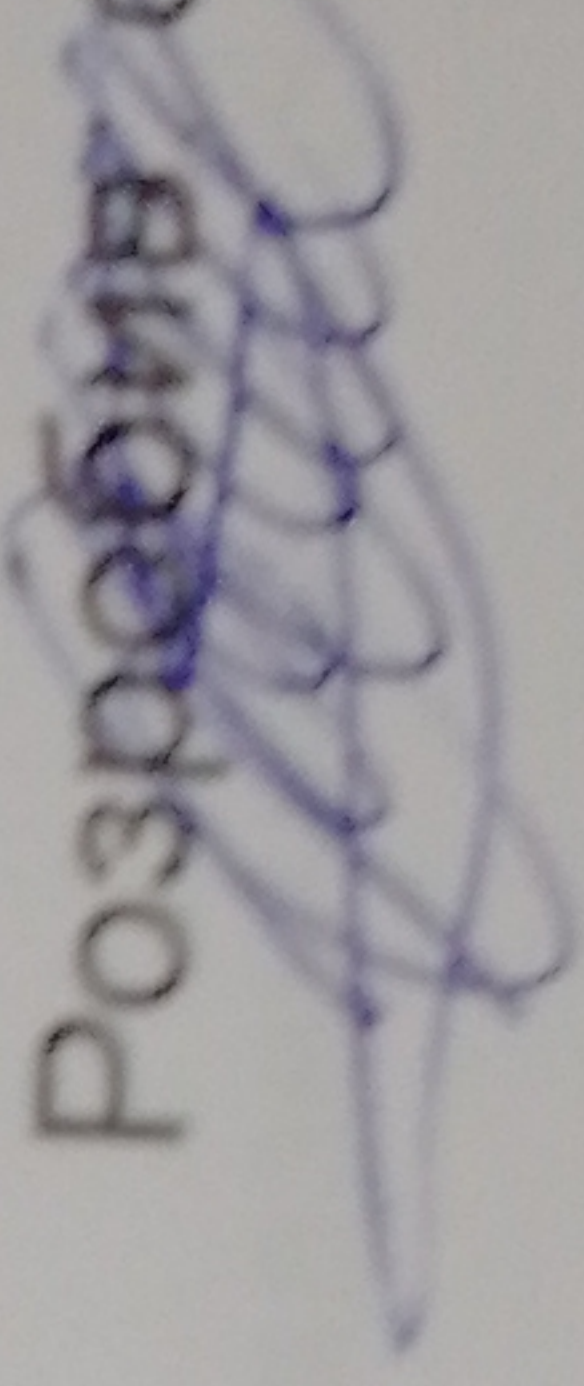


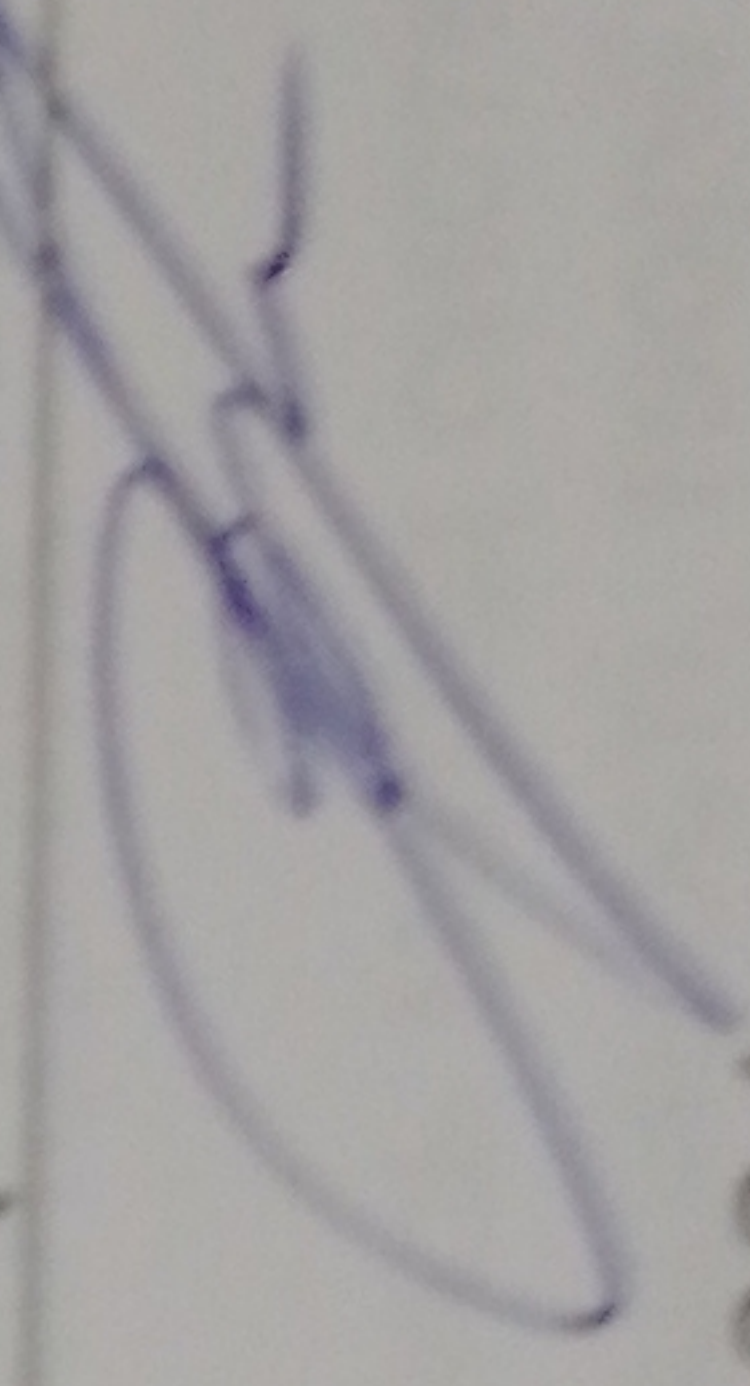
Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

*Ілюстративна частина до магістерської кваліфікаційної роботи  
на тему:*

**ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ  
ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "СЛАВ'ЯНСЬКЕ-5"  
СЕЛО ЦИМБАЛІВКА ХМЕЛЬНИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт

Розробив ст. гр. 1АТ-22мз  
  
Жомірук Р.О.

Керівник: к.т.н. доц. каф. АТМ  
  
Кашканов В. А.

Вінниця – 2024 р.

**Мета роботи** – надання рекомендацій ТОВ «Слав'янське-5» щодо покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів в умовах даного підприємства

### **Завдання дослідження**

- виконати аналіз стану питання діагностування автомобілів в умовах ТОВ "Слав'янське-5";
- дослідити та сформулювати оптимальні режими діагностування автомобілів;
- визначити оптимальну періодичність діагностування основних систем автомобілів, які мають найменше напрацювання на відмову;
- розробити рішення щодо покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів на підприємстві;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

### **Методи досліджень**

При розв'язанні поставлених задач застосовувались метод системного аналізу, математичного моделювання, математичної статистики, теорії надійності, теорії ймовірності.

**Об'єкт дослідження** – процес діагностування технічного стану автомобіля

**Предмет дослідження** – ефективність виробничого процесу з діагностування технічного стану автомобіля

### **Наукова новизна одержаних результатів**

Отримали подальший розвиток методи дослідження оптимальних режимів діагностування технічного стану автотранспортного засобу.

### **Практичне значення одержаних результатів**

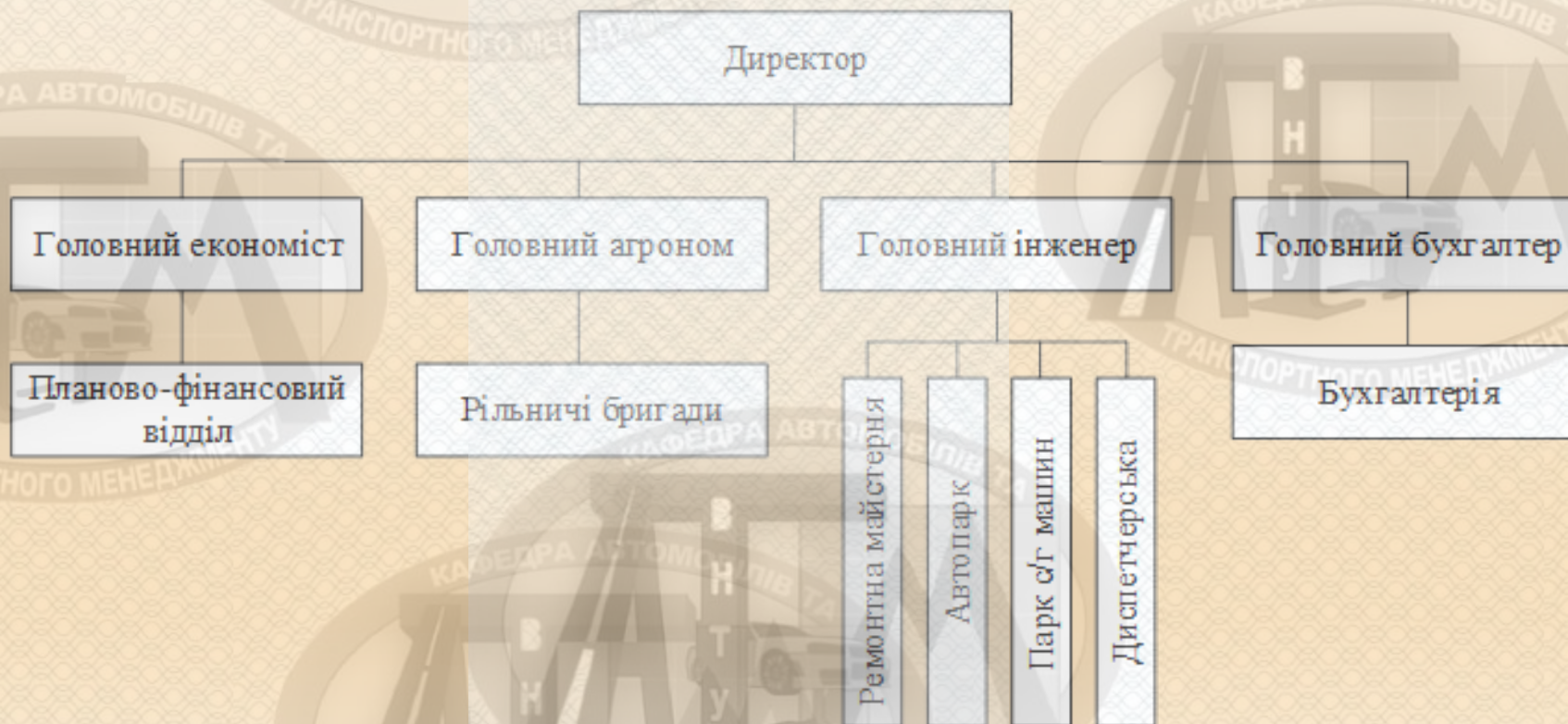
Результати наукового дослідження можуть використовуватися на підприємствах автомобільного транспорту для підвищення ефективності виробничого процесу діагностування технічного стану автотранспортних засобів

## Загальна характеристика підприємства

4

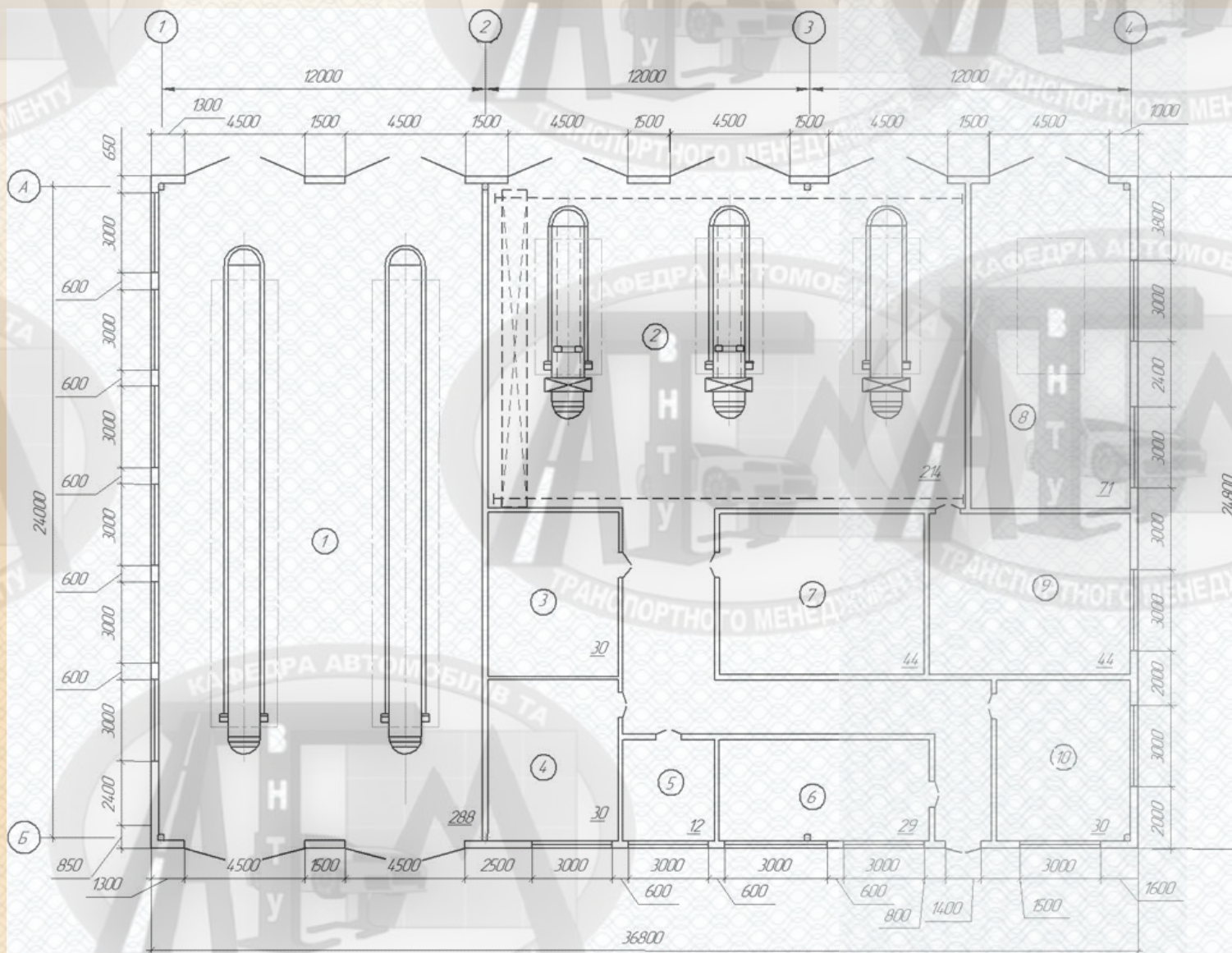
Компанію ТОВ "Слав'янське-5" було зареєстровано 23.03.2005 року. Керівником даної компанії є Слизькоухий Олександр Вікторович. Юридична адреса підприємства: 31413, Хмельницька обл., Хмельницький р-н, село Цимбалівка, вул. Першотравнева, будинок 9-А. На даний час на підприємстві працює більше 110 працівників різних професій.

Організаційна структура управління ТОВ "Слав'янське-5"



## Характеристика ВТБ автотранспортного підрозділу підприємства

5



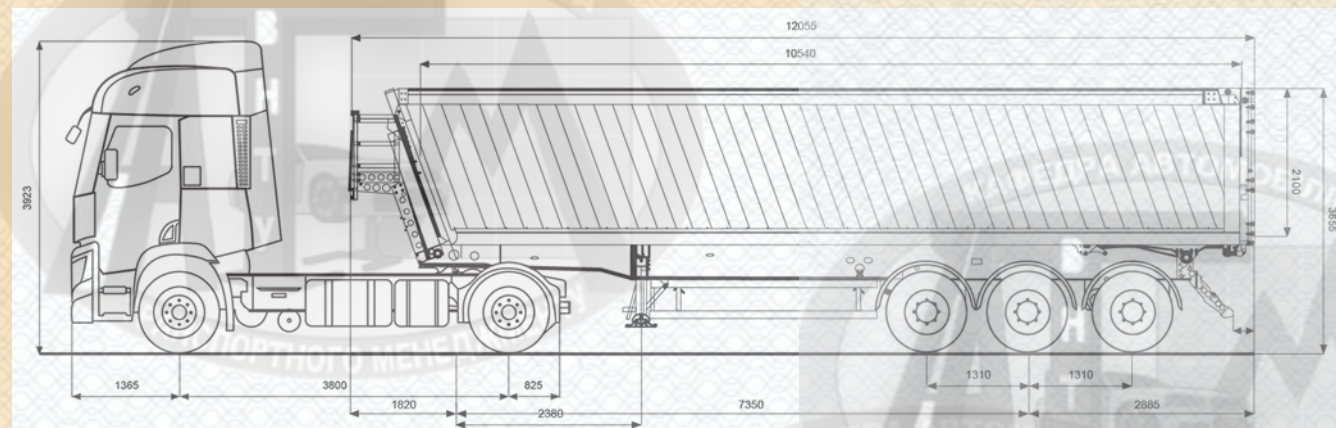
- 1 – зона ТО;
- 2 – зона ПР;
- 3 – склад агрегатів та запасних частин;
- 4 – електротехнічна дільниця;
- 5 – дільниця паливної апаратури;
- 6 – роздягальня;
- 7 – агрегатна дільниця;
- 8 – зварювально-бляхарська дільниця;
- 9 – слюсарно-механічна дільниця;
- 10 – побутове приміщення

## Аналіз складу та роботи автотранспортного парку

6

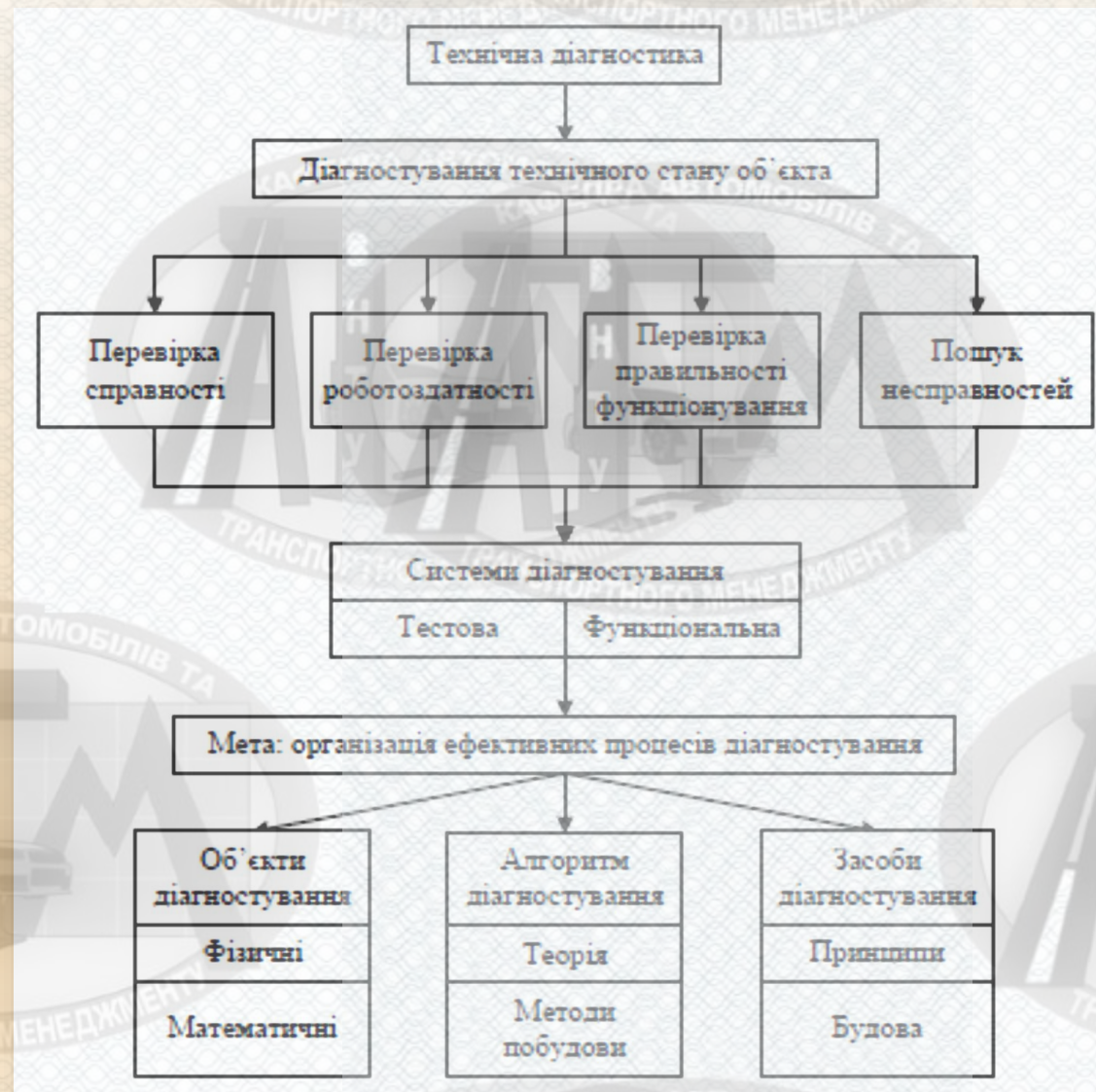
Найменування	Рік випуску	Кільк., од
Тягачі		
Ford T1848T	2017	4
Volvo FM13	2013	5
Renault T 460 dxi	2014	7
Напівпричепи		
Bodex KIS 3WA	2013-2017	4
Zaslaw D-653A	2015	4
Schmitz SKI Light	2014	8

Показник	Період, роки		
	2021	2022	2023
Наявність автомобілів у господарстві, од	16	16	16
Автомобіле-дні перебування в господарстві, тис	5,84	5,84	5,84
Автомобіле-дні в роботі, тис	4,88	4,89	4,89
Час у наряді, тис.год	29,1	29,87	32,13
Загальний пробіг, тис.км	1369,8	1481,4	1528,5
Пробіг з вантажем, тис.км	562,4	568,3	582,1
Перевезено вантажів, тис.т	36,42	37,35	38,15
Вантажообіг, тис.ткм	6554,1	6482,3	6682,7



## Основні задачі технічної діагностики

7

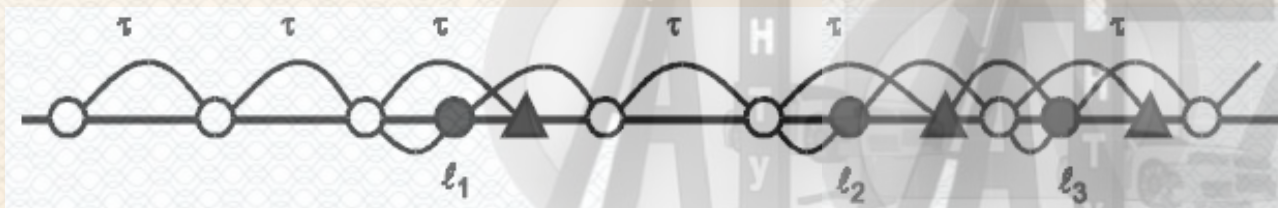






## Моделювання оптимальних режимів діагностування

9



- – момент планового діагностування та обслуговування; ● – момент позапланового діагностування та обслуговування при виникненні відмови; ▲ – раніше заплановані діагностування та обслуговування, які не відбулись

Оптимальний режим діагностування буде визначатися за умови

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{M[U(\tau)]}{M[V(\tau)]} \right] = M[V(\tau)] \cdot dM[U(\tau)] - M[U(\tau)] \cdot dM[V(\tau)] = 0,$$

де  $M[U(\tau)]$  – математичне очікування витрат на обслуговування та ремонт при встановленій періодичності  $\tau$  діагностування;  $M[V(\tau)]$  – математичне очікування тривалості роботи системи між профілактичними чи ремонтними впливами при періодичності  $\tau$  діагностування.

## Залежності для визначення оптимальної періодичності діагностування

10

$$\frac{\lambda(\tau)}{[1-F(\tau)]^2} \cdot \int_0^{\tau} [1-F(l)] \cdot dl + \ln[1-F(\tau)] - \frac{C_{np}}{C_{mp}} = 0$$

де  $\lambda(\tau)$  – інтенсивність відмов;

$F(\tau)$  – функція розподілу пробігу між відмовами;

$C_{np}$  – витрати на виконання планового діагностування та обслуговування;

$C_{mp}$  – витрати на виконання позапланових поточних ремонтів;

$\tau$  – шукана оптимальна періодичність діагностування.

$F(l)$  – закон розподілу відмов

При експоненціальному законі розподілу  $F(l) = (1 - e^{-\lambda l})$  останнє рівняння набуває вигляду

$$\left( e^{-\lambda \tau} - (\lambda \cdot \tau - 1) - \frac{C_{np}}{C_{mp}} \right) = 0$$

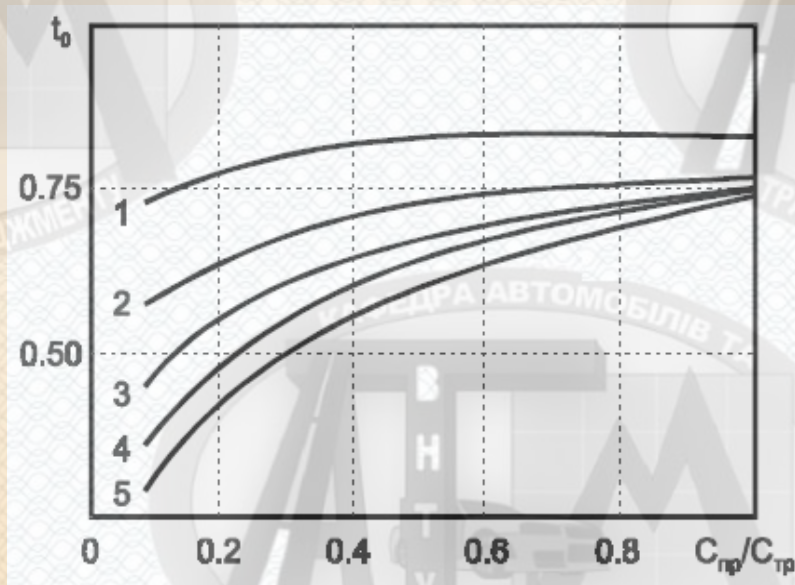
При законі Вейбулла  $F(l) = (1 - e^{-\alpha \cdot l^\beta})$  рівняння виражається наступним чином

$$\frac{\alpha \cdot \beta \cdot \tau^{\beta-1}}{e^{-\alpha \cdot \tau^\beta}} \cdot \int_0^{\tau} e^{-\alpha \cdot l^\beta} \cdot dl + \alpha \cdot \tau^\beta - \frac{C_{np}}{C_{mp}} = 0$$

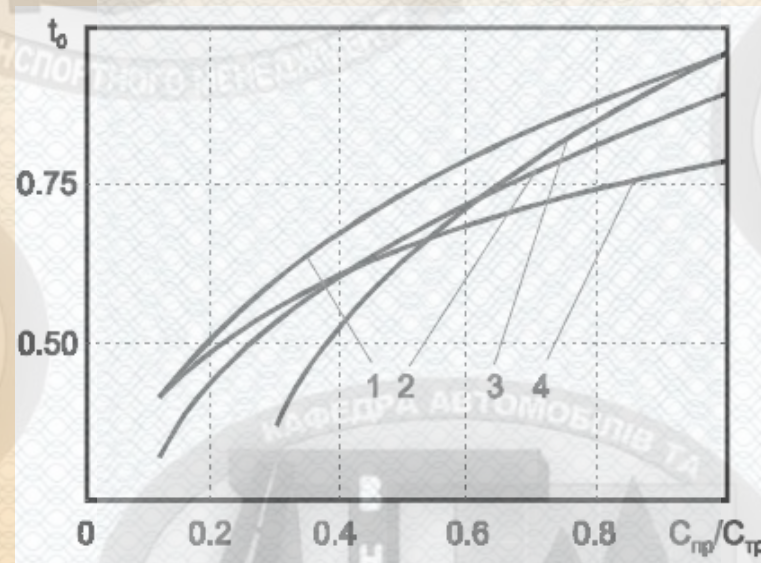
де  $\alpha$  і  $\beta$  – параметри закону Вейбулла

# Визначення критерію оптимальності

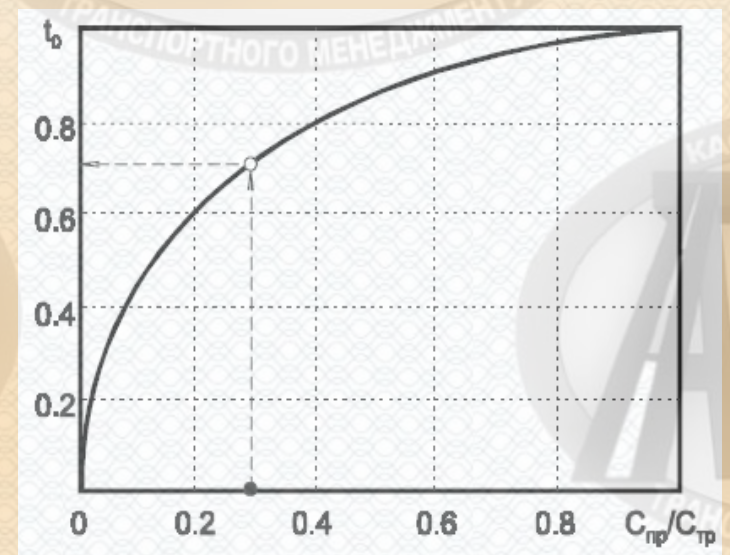
для випадку нормального розподілу



для випадку розподілу Вейбулла



для експоненціального закону розподілу

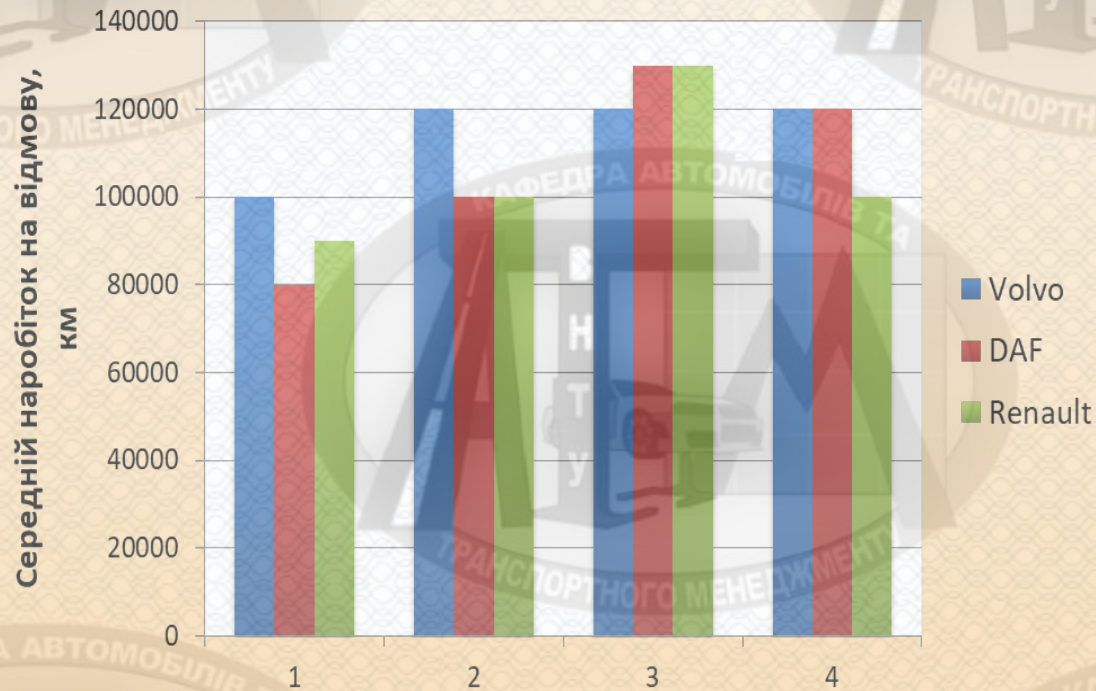


1 – при  $\nu = 0,1$ ; 2 – при  $\nu = 0,2$ ; 3 – при  $\nu = 0,3$ ; 4 – при  $\nu = 0,4$ ; 5 – при  $\nu = 0,5$

## Результати визначення оптимальної періодичності діагностування

12

Результати аналізу елементів автомобілів-тягачів, які мають найменше напрацювання на відмову



1 – ходова частина; 2 – електрообладнання;  
3 – рульове управління; 4 – гальмівна система

Оптимальна періодичність діагностування основних систем автопоїздів, які мають найменше напрацювання на відмову (тис. км)



**Етап 1.** Загальна формалізація завдання вибору

**Етап 2.** Визначення основних складових критерію ефективності вибору засобів ТД

**Етап 3.** Визначення основних складових критерію економічної доцільності вибору засобів ТД

**Етап 4.** Отримання альтернативних значень показників критеріїв ефективності та економічної доцільності вибору засобів ТД

$$\alpha_T(S; \Delta S) \rightarrow \max;$$

$$T_{TO}(S; \Delta S) \leq T_{вст};$$

$$G(S; \Delta S) < G_{TO},$$

де  $\alpha_T$  – коефіцієнт технічної готовності, взяти за основний критерій ефективності системи технічного обслуговування;

$T_{TO}$  – трудовитрати на технічне обслуговування автотранспортного засобу;

$T_{вст}$  – встановлене значення трудовитрат;

$G$  – питомі витрати на технічне обслуговування автомобіля;

$G_{TO}$  – встановлені витрати на технічне обслуговування автомобіля;

$S$  – пробіг автомобіля;

$\Delta S$  – напрацювання транспортного засобу, яке прогнозується.

Коефіцієнт готовності  $\alpha_T(\Delta S)$  на майбутнє напрацювання

$$\alpha_T(\Delta S) = \frac{1}{1 + V_C \sum_{i=1}^n \omega_i \cdot t_{vi}}$$

параметр питомих витрат ( $G$ ), який не повинен перевищити заданих значень:

$$G_{ТД} \leq G_{ТО}$$

де  $G_{ТД}$  – питомі витрати на процедуру технічної діагностики, з урахуванням вартості засобів ТД;

$G_{ТО}$  – питомі витрати на загальну процедуру проведення ТО зразка ТЗ, з урахуванням проведення операцій з технічної діагностики.

$$G_{ТД} = \frac{G}{\sum_{i=1}^m \cdot \sum_{j=1}^k \Delta \alpha_T(S)}$$

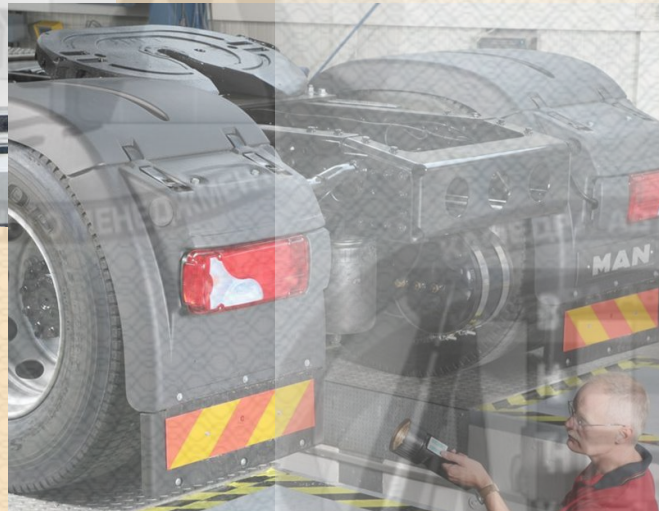
## Основне підібране діагностичне обладнання

14

Гальмівний стенд  
Safelane truck N SC 13 t HOFMANN



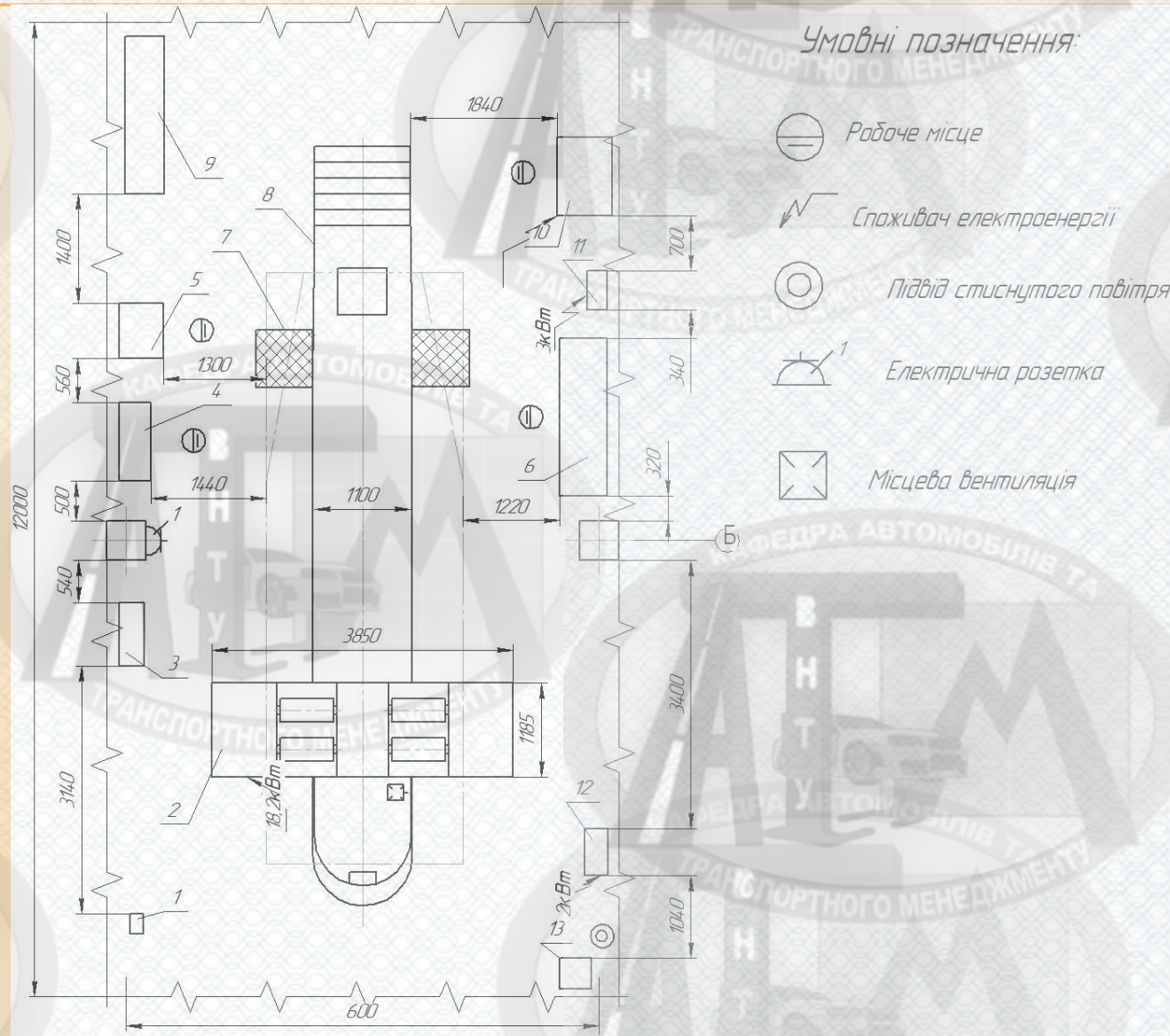
Люфт-детектор підвіски  
Weartest 4500 FA Hofmann








Автосканер  
Texa Navigator TXTs Truck



Димомір для дизельних  
двигунів  
TEXA ORAVOX Autopower



*Умовні позначення:*

-  *Робоче місце*
-  *Споживач електроенергії*
-  *Підвід стиснутого повітря*
-  *Електрична розетка*
-  *Місцева вентиляція*

1. Шумомір загального призначення
2. Гальмівний стенд
3. Стійка приборна
4. Пульт керування
5. Установка пересувна для перевірки рульового керування
6. Верстак слюсарний
7. Люфт-детектор підвіски
8. Канава
9. Стелаж
10. Автосканер
11. Димомір Теха
12. Компресор
13. Ларь для обтирочних матеріалів

Провівши аналіз діяльності підприємства ТОВ "Слав'янське-5", його виробничо-технічної бази та характеристики виконуваних робіт з діагностування, зроблено висновок про недостатнє забезпечення підприємства технічними засобами діагностування автомобілів та, відповідно, недостатньою ефективністю виконання цих робіт.

Покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів можна досягти за рахунок підвищення ймовірності знайдення несправності та понизив ймовірність помилкової фіксації несправності.

При знаходженні оптимальних режимів діагностування необхідно володіти відповідною вихідною інформацією, яка враховує певний метод обслуговування, закономірності зміни технічного стану систем автомобілів і витрати коштів на виконання діагностичних робіт, профілактичні обслуговування та ремонти автомобілів. Періодичність технічного обслуговування буде оптимальною в тому випадку, якщо коефіцієнт технічної готовності буде максимальним, а величина витрат мінімальною.

Для основних елементів автопоїздів, які обслуговуються на ТОВ «Слав'янське-5», було визначено середній наробіток на відмову, середній час відновлення та інтенсивність потоку відмов та визначено оптимальну періодичність діагностування основних систем автопоїздів, які мають найменше напрацювання на відмову (ходова частина, електрообладнання, рульове управління, гальмівна система).

Проведений аналіз організації робіт з діагностування автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту зумовив доцільність створення у ТОВ «Слав'янське-5» зону діагностування з універсальним постом з сучасним діагностичним обладнанням.

На основі розгляду наукових підходів до підбору сучасного діагностичного обладнання та з урахуванням ринку діагностичного обладнання, було обрано необхідне обладнання для покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів та запропоновано варіант технологічного планування зони діагностування для ТОВ «Слав'янське-5». Для функціонування зони діагностики достатньо площі 60,8 м<sup>2</sup>.

Розраховано кошторис витрат на створення зони діагностування на підприємстві, згідно якого загальні витрати на придбання обладнання ділянки становлять 2206000 грн, а собівартість 1 нормо-години діагностування - 507,8 грн.

На основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування технічного стану автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, рішення щодо забезпечення безпечної роботи, наведено організацію та розробку пункту спеціальної обробки ПуСО на базі ТОВ «Слав'янське-5» та розрахунок його основних характеристик.



ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Покращення ефективності виробничого процесу діагностування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Слав'янське-5» село Цимбалівка Хмельницької області

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту  
(кафедра, факультет)

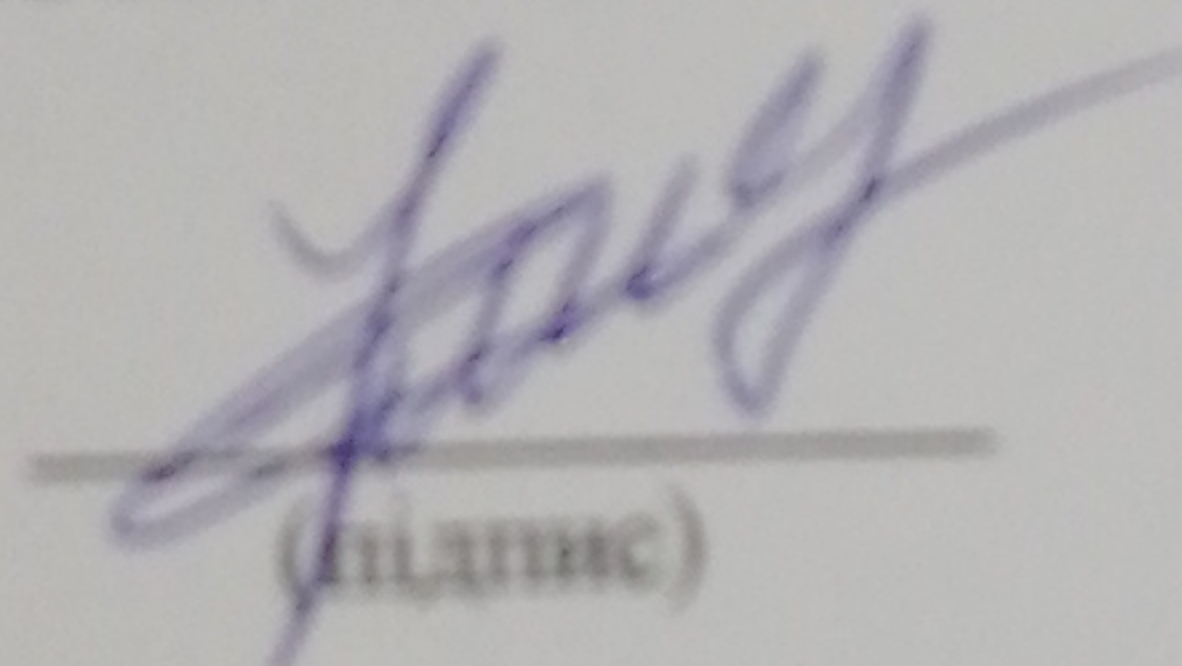
Показники звіту подібності Unischek

Оригінальність 80,9 % Схожість 19,1 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

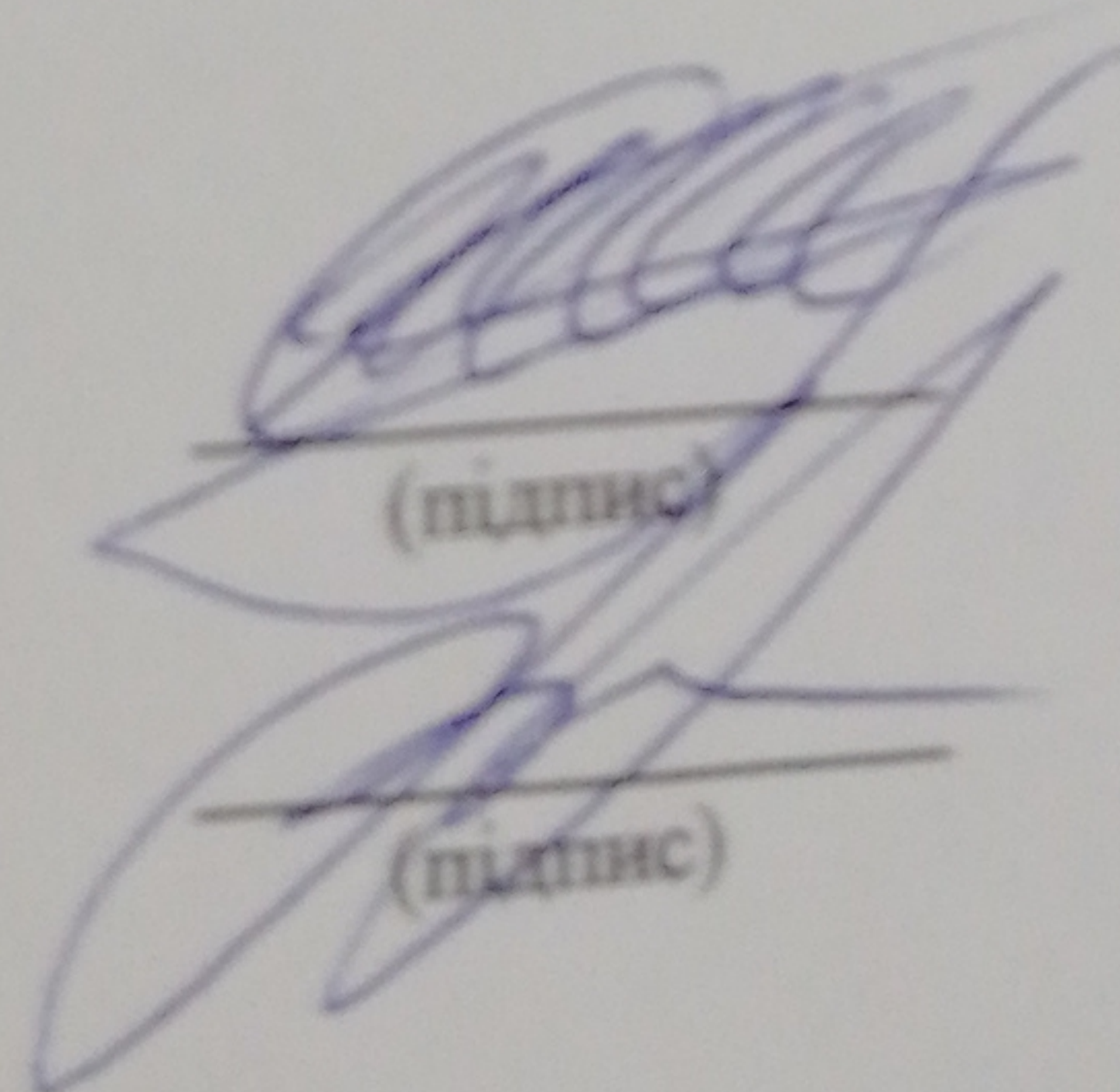
Особа, відповідальна за перевірку

  
(підпис)

Цимбал О.В.  
(прізвище, ініціали)

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

Автор роботи

  
(підпис)

Жомірук Р.О.  
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

Капканов В.А.  
(прізвище, ініціали)