

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

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему:

**«Підвищення ефективності експлуатації автомобілів приватного підприємства «ПлазмаТек-Транс» застосуванням системи самодіагностики»**



Виконав: студент 2-го курсу, групи 1АТ-20м  
спеціальності 274 – Автомобільний  
транспорт

\_\_\_\_\_ Кадинський В.О.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

\_\_\_\_\_ Галушак Д.О.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

Опонент: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**Допущено до захисту**

Завідувач кафедри АТМ

\_\_\_\_\_ к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

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.

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Кадинському Валентину Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності експлуатації автомобілів приватного підприємства «ПлазмаТек-Транс» застосуванням системи самодіагностики, керівник роботи Галушак Дмитро Олександрович, к.т.н., доцент, затверджені наказом ВНТУ від «24» вересня 2021 року № 277.

2. Строк подання студентом роботи: 08.12.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – автомобілі MAN TGX 18.440, MAN F90; об'єкт дослідження – процес діагностування вантажних автомобілів; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

1 Способи підвищення надійності вантажних автомобілів та аналіз функціонування приватного підприємства «Плазматек-Транс».

2 Розробка бортової системи контролю та діагностики транспортних засобів.

3 Визначення впливу застосування системи самодіагностики для вантажних автомобілів на показники надійності та оцінка економічної ефективності.

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1-3 Тема, мета та завдання дослідження.

4 Класифікація методів діагностування автомобілів.

5 Класифікація засобів технічного діагностування.

6 Рухомий склад приватного підприємства «ПлазмаТек-Транс»

7 Функціональна схема системи самодіагностики автомобіля.

8 Розрахунок показників надійності вантажних автомобілів.

9 Ймовірність безвідмовної роботи вантажних автомобілів.

10 Оцінка економічної ефективності від застосування системи самодіагностики для вантажних автомобілів.

11 Висновки.

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Галушак Д.О., доцент кафедри АТМ		
Економічна частина	Буренніков Ю.Ю., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Дембіцька С.В., професор кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання «27» вересня 2021 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	27.09-04.10.2021	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	27.09-04.10.2021	
3	Обґрунтування методів досліджень	27.09-04.10.2021	
4	Розв'язання поставлених задач	05.10-15.11.2021	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	16.11-30.11.2021	
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	08.11-21.11.2021	
7	Виконання розділу «Економічна частина»	08.11-21.11.2021	
8	Нормоконтроль МКР	01.12-08.12.2021	
9	Попередній захист МКР	09.12-10.12.2021	
10	Рецензування МКР	13.12-17.12.2021	
11	Захист МКР	20.12-24.12.2021	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Кадинський В.О.

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Галушак Д.О.

## АНОТАЦІЯ

УДК 631.3.02

Кадинський В.О. Підвищення ефективності експлуатації автомобілів приватного підприємства «ПлазмаТек-Транс» застосуванням системи самодіагностики. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт, освітня програма - автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2021. 86 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 24 назв; рис.: 27; табл. 14.

У магістерській кваліфікаційній роботі розглянуті питання щодо підвищення ефективності експлуатації вантажних автомобілів застосуванням бортової системи контролю та діагностики. Дана система здійснює моніторинг систем транспортних засобів безпосередньо у процесі експлуатації, що дозволяє зменшувати простой транспортних засобів з технічних причин, знизити витрати на технічне обслуговування та ремонт та забезпечити попередження виникнення відмов. У роботі розроблено функціональну схему системи самодіагностики вантажних автомобілів.

Графічна частина складається з 11 плакатів.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як аналіз умов праці при виконанні роботи з діагностування автомобілів, питання виробничої санітарії, а саме було проаналізовано мікроклімат та склад повітря, оцінено освітлення, шум та вібрацію робочої зони, питання техніки безпеки та пожежної безпеки.

Ключові слова: бортова система контролю та діагностики, моніторинг, технічний стан, параметр потоку відмов.

## ABSTRACT

Kadynsky VO Improving the efficiency of operation of cars of the private enterprise "PlasmaTech-Trans" by using a self-diagnostic system. Bachelor's thesis in specialty 274 - Road transport. Vinnytsia: VNTU, 2021. 86 p.

In Ukrainian language. Bibliographer: 24 titles; fig. : 27; tabl. 14.

In the master's qualification work the issues of increasing the efficiency of operation of trucks by using the on-board control and diagnostic system are considered. This system monitors vehicle systems directly during operation, which reduces vehicle downtime for technical reasons, reduces maintenance and repair costs and ensures failure prevention. The functional scheme of the truck self-diagnostics system is developed in the work.

The graphic part consists of 11 posters.

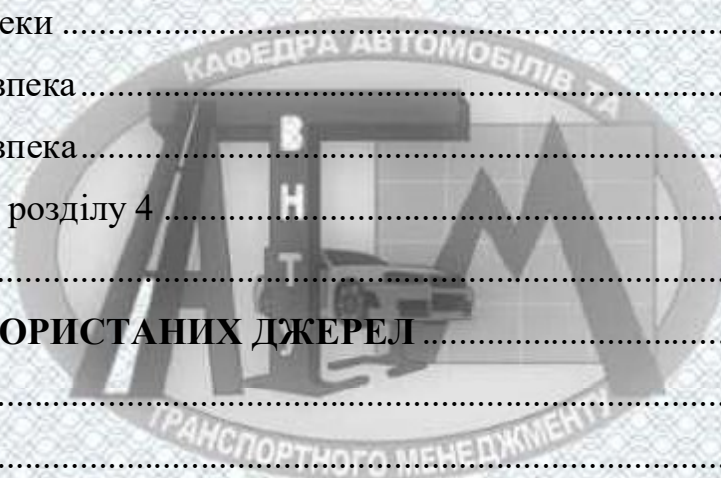
The section of labor protection deals with such issues as analysis of working conditions when diagnosing cars, issues of industrial sanitation, namely, analyzed the microclimate and air composition, assessed lighting, noise and vibration of the work area, safety and fire safety.

Keywords: on-board control and diagnostic system, monitoring, technical condition, failure rate parameter.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	8
<b>РОЗДІЛ 1 СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ПЛАЗМАТЕК-ТРАНС»</b> .....	11
1.1 Причини зниження надійності транспортних засобів.....	11
1.2 Діагностування як спосіб отримання інформації про технічний стан вантажних автомобілів та підвищення їх надійності.....	14
1.3 Оцінка системи технічного обслуговування з точки зору забезпечення працездатності вантажних автомобілів та їх надійності.....	23
1.4 Загальна характеристика приватного підприємства «ПлазмаТек-Транс» .....	30
1.5 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження.....	35
<b>РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА БОРТОВОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ</b> .....	37
2.1 Аналіз та перспективи розвитку бортових систем контролю та діагностики транспортних засобів .....	37
2.2 Відмова як передумова формування системи самодіагностики .....	43
2.3 Формалізація системи самодіагностики .....	46
2.4 Висновки до розділу 2 .....	52
<b>РОЗДІЛ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ САМОДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ ТА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ</b> .....	53
3.1 Вибір об'єктів дослідження та визначення основних показників, що характеризують надійність об'єктів досліджень.....	53
3.2 Розрахунок показників надійності вантажних автомобілів.....	60
3.3 Оцінка економічної ефективності від застосування системи самодіагностики для вантажних автомобілів.....	71
3.4 Висновки до розділу 3 .....	74

<b>РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>76</b>
4.1 Аналіз умов праці.....	76
4.2 Виробнича санітарія.....	77
4.2.1 Мікроклімат .....	77
4.2.2 Освітленість .....	78
4.2.3 Розрахунок загального штучного освітлення.....	80
4.2.4 Шум .....	82
4.2.5 Вібрація .....	83
4.3 Техніка безпеки .....	83
4.3.1 Електробезпека.....	84
4.4 Пожежна безпека.....	86
4.5 Висновки до розділу 4 .....	86
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>87</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>89</b>
Додаток А.....	92
Додаток Б.....	96



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Надійність вантажних автомобілів багато в чому визначає своєчасність та якість виконання транспортно-експедиторських функцій різних підприємств.

У більшості випадків підвищити надійність досягненням заявленого ресурсу вантажним автомобілям не вдається, що безпосередньо пов'язане з несвоєчасним виявленням та усуненням несправності. Це призводить до збільшення швидкості зношування комплектуючих, і згодом до виникнення відмов різних груп складності. Для вирішення цієї проблеми в планово-попереджувальній системі технічного обслуговування передбачено діагностування. Проте все це не вирішить питання досягнення заявленого ресурсу. Планово-попереджувальна система технічного обслуговування не враховує фактичний стан транспортного засобу та її циклічність також незадовільна. Діагностування ж в основному спрямоване на виявлення факту наявності несправностей, а не на попередження їх виникнення. Воно здатне зменшувати простої об'єктів з технічних причин, підвищити їх продуктивність, знизити витрати палива та запасних частин, витрати коштів на технічне обслуговування та ремонт, але не в змозі забезпечити попередження виникнення відмов.

Вирішенням проблеми є моніторинг систем транспортних засобів безпосередньо у процесі експлуатації. Враховуючи сучасні тенденції комп'ютеризації в різних галузях, доцільно використовувати дану систему і для вантажних автомобілів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалась відповідно до науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету. Робота виконана відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» № 2623-14 від 05.12.2012 р.; розпорядження Кабінету Міністрів України з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку «Україна-2020» № 213-р. від 4 березня 2015 р.



**Мета і завдання роботи.** Метою дослідження є підвищення надійності вантажних автомобілів ПП «ПлазмаТек-Транс» застосуванням системи самодіагностики.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- встановити причини зниження надійності транспортних засобів;
- здійснити оцінку системи технічного обслуговування з точки зору забезпечення працездатності вантажних автомобілів та їх надійності;
- розробити функціональну схему системи самодіагностики вантажних автомобілів;
- здійснити вибір об'єктів дослідження та визначити основних показників, що характеризують надійність об'єктів досліджень;
- здійснити розрахунок показників надійності вантажних автомобілів;
- здійснити оцінку економічної ефективності від застосування системи самодіагностики для вантажних автомобілів.

**Об'єкт дослідження** – процес діагностування вантажних автомобілів.

**Предмет дослідження** – вантажні автомобілі MAN F90 без бортової системи контролю та діагностики.

**Методи досліджень.** Методологічною основою роботи є використання системного підходу, аналізу проблем з технічної, математичної і інформаційної точок зору. В роботі використовуються наступні методи досліджень: матричний аналіз, моделювання, ймовірно-статистичний та регресійний аналізи.

**Новизна одержаних результатів.**

Отримали подальшого розвитку способи діагностування вантажних автомобілів для підвищення їх надійності.

Розроблено функціональну схему системи самодіагностики вантажних автомобілів.

**Апробація результатів магістерської кваліфікаційної роботи.** Деякі положення та результати роботи доповідались та обговорювались на

Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (Вінниця: ВНТУ, 2021).

**Публікації результатів магістерської кваліфікаційної роботи.** Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в одній публікації [1].



## РОЗДІЛ 1

### СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ТА АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ПЛАЗМАТЕК-ТРАНС»

#### 1.1 Причини зниження надійності транспортних засобів

Постійне ускладнення технічних об'єктів та зростання ступеня автоматизації процесу управління роблять основною проблемою оптимальної організації експлуатації складних технічних об'єктів, у тому числі й автотранспорту. Особливу роль при цьому відводять визначенню технічного стану транспортних засобів (ТЗ), яке в процесі експлуатації безперервно змінюється під дією зовнішніх і внутрішніх факторів.

До перших належать кліматичні умови, якість дорожнього покриття, а також рівень технічного обслуговування та ремонту (експлуатаційні фактори). Так, несвоєчасне або неправильне регулювання з'єднань, несвоєчасна заміна мастильного матеріалу або зношених деталей, недостатнє кріплення складових частин значно збільшують динамічні та температурні навантаження на складові частини, що призводить до підвищення інтенсивності їх зношування, вібрації, дисбалансу деталей, що обертаються і т.д. Це в свою чергу погіршує властивості робочих рідин і значно скорочує ресурс складових частин автомобілів, цим знижується надійність ТЗ загалом.

До внутрішніх (конструктивно-технологічних) факторів віднесемо рівень проектування машин, якість виготовлення комплектуючих. Однойменні деталі і з'єднання, як правило, мають у певних межах різну твердість поверхонь, що труться, шорсткість, початкові зазори і натяги. Якість складання та обкатки на підприємствах-виробниках також неоднакова.

Крім перерахованого також необхідно відзначити вплив на ресурс таких факторів як якість палива, мастильних матеріалів та технічних рідин, а також кваліфікацію та накопичений досвід водіїв ТЗ, їхнє вміння аналізувати та своєчасно реагувати на зміну технічного стану машин.

В результаті комплексного або одиничного впливу факторів на об'єкт значно швидше погіршуються його техніко-економічні показники: знижується потужність, збільшується витрата палива, мастильних матеріалів і технічних рідин, і, як наслідок, збільшення кількості відмов і простоїв, зниження надійності ТС.

Причинами виникнення відмов у працюючих машин є поява тих чи інших несправностей у деталей. За його класифікацією всі види несправностей різних деталей можна звести до таких груп:

- зношування;
- зміна фізико-механічних властивостей матеріалу деталі;
- деформації та поломки.

Процес розвитку несправностей перших двох видів протікає поступово. Розвиток цих несправностей викликає старіння деталей, що зрештою призводить до їх виходу за граничний стан. Останній вид несправностей виникає раптово і являється наслідком впливу на деталь надвисоких навантажень. Все це зрештою впливає на рівень надійності автомобіля.

Отже, надійність - це властивість ТЗ виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених показників якості в заданих межах. Надійність є комплексною властивістю для будь-якого об'єкта, що включає чотири властивості: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереження. Довговічність об'єкта оцінюється ресурсом, тобто сумарним напрацюванням об'єкта від початку його експлуатації або його відновлення після ремонту до граничного стану. Цей параметр наводиться в нормативно-технічній документації.

Враховуючи той факт, що автомобілі однієї марки завжди певною мірою відмінні один від одного за своїми вихідними характеристиками, і що умови

експлуатації ТЗ однієї і тієї ж марки дуже різноманітні, фактичний ресурс визначається випадковою величиною.

Тому необхідно розмежувати поняття заявленого та фактичного ресурсу. Під поняттям «заявлений ресурс» слід розуміти напрацювання, закладене заводом-виробником, а під визначенням «фактичний ресурс» - реальне напрацювання до переходу в граничний стан. Ще однією причиною відокремлення є суттєва (до 25%) відмінність параметрів цих показників для автомобілів.

Напрацювання об'єкта до настання граничного стану (до виникнення потреби в капітальному ремонті або до списання) доцільно прогнозувати на основі оцінки стану і темпу зміни параметрів, що контролюються.

Прогнозування потреби об'єкта в ремонті дозволяє ще до настання відмови виконати регулювальні роботи, підготувати об'єкт для поточного ремонту і виконати його при оптимальному пробігу. Визначити потребу в поточному ремонті можна за економічним або технічним критеріями, а також щодо зміни технічного стану даного об'єкта.

Прогнозування технічного стану є науково обґрунтоване визначення з відомою ймовірністю напрацювання (пробігу), після якого параметр, що діагностується, або експлуатаційний показник досягне заданого значення. З метою передбачити зміни технічного стану необхідно знати закономірність зміни критерію стану в залежності від пробігу автомобіля та результати діагностування при різному напрацюванні конкретного вузла або агрегату.

Як відомо повний процес прогнозування включає три етапи: ретроспекцію, діагностування і прогноз. Початковий етап полягає у дослідженні процесу зміни параметрів стану об'єкта в минулому. При діагностуванні фіксуються номінальні, допустимі та граничні значення параметрів, вимірюються їх поточні значення. На завершальному етапі здійснюється прогноз стану об'єкта, в результаті аналізу якого виноситься конкретне рішення про здійснення тих чи інших впливів на об'єкт.

Прогнозування базується на діалектичному методі - вивчення процесу у всій його складності та різноманітні форм. У зв'язку з цим прогноз як форма майбутніх звершень достовірний тією мірою, якою достовірний результат вивчення процесу на початкових його етапах.

Проблематика досягнення заявленого значення ресурсу полягає у складності його передбачення, а також у відсутності офіційно закріпленого терміна у нормативно-технічній документації. Отже, юридичної основи цього поняття немає. Тому підприємства-виробники, призначаючи заявлений ресурс, можуть змінювати його значення, не боячись юридичної відповідальності за свої «заявки». Таке явище вигідне лише з маркетингової точки зору, а не з боку організацій і компаній, що експлуатують техніку, які стають заручниками ситуації, коли об'єкт істотно не допрацьовує до зазначеного значення ресурсу. Враховуючи індивідуальні особливості автомобілів однакових марок (у тому числі й вантажних автомобілів), відсоток досягнення ними заявленого ресурсу дуже невеликий. Засоби досягнення значень заявлених ресурсів, і, як наслідок, підвищення надійності також не позначені.

Оптимальним способом підвищення надійності (реального досягнення об'єктом свого заявленого ресурсу) є моніторинг зміни різних параметрів з метою недопущення виникнення відмов.

## **1.2 Діагностування як спосіб отримання інформації про технічний стан вантажних автомобілів та підвищення їх надійності**

Для формулювання ефективних рішень щодо оперативного управління виробничими процесами технічної експлуатації вантажних автомобілів виникає необхідність використання достовірної інформації про технічний стан кожного окремого об'єкта. Як відомо, базовими джерелами інформації такого роду є технічний контроль, що включає огляд та інструментальне діагностування.

На початковому етапі розвитку специфіка виробничих процесів технічної експлуатації вкрай неоднорідних за складом ТЗ визначила можливість застосування переважно суб'єктивних методів визначення технічного стану. Однак, з ускладненням процесу управління працездатністю рухомого складу, вимоги до індивідуальної інформації значно підвищилися, що послужило каталізатором виникнення та розвитку технічної діагностики, як галузі, що досліджує технічні стани об'єктів, їх прояви, що розробляє методи їх визначення, а також принципи побудови та організацію використання систем діагностування. Перелік завдань, що вирішуються за допомогою діагностування, також розширився: від елемента технологічного процесу ТО та ремонту до однієї з підсистем інформаційного забезпечення надійності ТЗ.

Діагностування являє собою більш досконалу форму проведення контрольних робіт. Основними перевагами процесу діагностування є об'єктивність та достовірність оцінки технічного стану, що досягається застосуванням інструментальних методів перевірки; можливість визначення вихідних параметрів (параметри ефективності) агрегатів та систем вантажного автомобіля (потужність, паливна економічність та ін); наявність умов підвищення надійності та організованості функціонування системи ТО та ремонту з допомогою ефективнішого оперативного управління. [2]

Потреба наявності достовірної та об'єктивної інформації, отримання якої можливе із застосуванням інструментальних методів контролю, пояснюється з точки зору ускладнення машин та прагнення забезпечити підтримку її працездатності в умовах низької забезпеченості кваліфікованими кадрами. Сучасні комплектуючі з одного боку забезпечують високу ефективність застосування ТЗ, а з іншого - різко ускладнюють організацію ТО та ремонту та вимагають створення прогресивних методів їх технічної експлуатації, у тому числі й методів технічного діагностування.

Інформація про технічний стан автомобілів, що формується механіками на контрольно-технічних пунктах, на 76% складається з описів зовнішніх проявів несправностей [3]. Дана інформація має досить високу (до 96%) достовірність, але має низьку якість, оскільки містить до 40% неоднозначних відомостей, коли одному зовнішньому прояву може відповідати кілька можливих несправностей, що вимагають їх усунення проведенням різних операцій ТО і ремонту і, як наслідок, різної підготовки виробництва. Застосування діагностування дозволяє підвищити надійність та ефективність роботи технічної служби шляхом уточнення та локалізації несправностей у разі неоднозначності інформації та прийняття на цій основі обґрунтованих рішень, що значно знижує простій на ТО та ремонт та підвищує якість їх проведення. Застосування засобів діагностики знижує витрати на ТО та поточний ремонт (ТР) на 5%, витрату запасних деталей та матеріалів – на 10%, палива та шин – на 20%. Наприклад, контроль моменту запалювання підвищує потужність двигунів автомобілів на 10 – 12 %. Термін окупності засобів діагностики для підприємства з парком 250 - 300 ТЗ становить близько двох років.

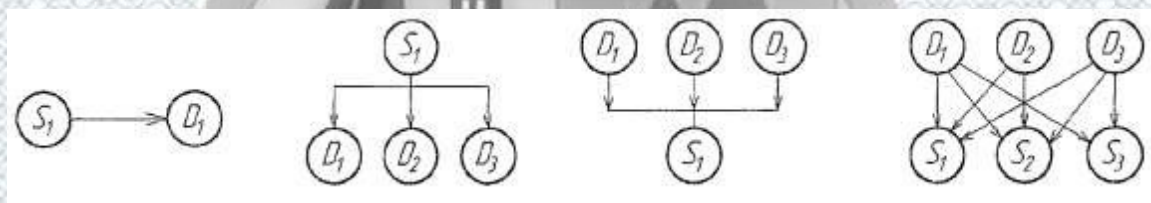
Отримання достовірної та об'єктивної інформації про стан ТЗ різних моделей цілком реальне, враховуючи сучасний технічний прогрес. Не можна не відзначити зростання електронізації техніки, поява найпростіших елементів бортової діагностики, а також пакетів програм типу Bosch [ESI]tronic, що надає нову інформацію про діагностику, пошук несправностей, обслуговування та ремонт ТЗ.

Для оцінки технічного стану об'єкта необхідно визначити поточне значення структурного параметра та зіставити його значення з нормативним. Але без розбирання агрегату чи вузла оцінити значення структурного параметра найчастіше неможливо. До того ж, проведення збірно-розбірних робіт призводить до порушення взаємного положення припрацьованих деталей, що призводить до скорочення залишкового ресурсу на 30 - 40%. Тому при діагностуванні про значення структурних параметрів судять за непрямими діагностичними ознаками, якісною мірою яких є діагностичні параметри. Між структурними (S) та



діагностичними (D) параметрами в залежності від складності автомобіля можуть мати місце різні взаємозв'язки (рис. 1.1).

При визначенні можливого набору діагностичних параметрів і вибору з безлічі найбільш зручних для використання часто застосовують структурно-наслідкові схеми вузла, які являють собою графічну модель, що ув'язує в комплекс основні елементи механізму, що характеризують їх структурні параметри, перелік характерних несправностей, що підлягають виявленню, а також набір можливих для використання діагностичних параметрів. Список характерних несправностей механізму визначається з урахуванням статистичних оцінок показників його надійності.



*одиначний      багаточисельний      невизначений      комбінований*

Рисунок 1.1 – Зв'язок між структурними і діагностичними параметрами

Характер зміни значення діагностичного параметра обумовлений зміною структурного параметра. Аналогічно структурним вони мають різну значущість та зазвичай визначають технічний стан вузла, агрегату, системи вантажного автомобіля комплексно. При фіксуванні діагностичних параметрів, як правило, реєструються перешкоди, що пояснюється конструктивними особливостями об'єкта, що діагностується (комплексний фактор) і вибірковими здібностями і точністю діагностичного обладнання (поодинокий фактор). Це значно ускладнює постановку діагнозу і знижує ступінь його достовірності. Тому важливим моментом є відбір з виявленої базової сукупності найбільш значущих та ефективних у використанні діагностичних параметрів. Згідно з Ламберсоном [4]

для цього вони повинні задовольняти вимоги однозначності, стабільності, інформативності та чутливості.

Комплексний процес технічного діагностування включає такі елементи: забезпечення функціонування об'єкта на заданих режимах або тестовий вплив на об'єкт; фіксація та перетворення сигналів, що виражають значення діагностичного параметра, його вимірювання; постановка діагнозу виходячи з логічної обробки отриманої інформації та зіставлення її з нормативними показниками. Структурну схему процесу діагностування показано на рис. 1.2.



Рисунок 1.2 – Схема процесу технічної діагностики

У об'єкта діагностування, виведеного на заданий режим, за допомогою датчика первинної фіксації сприймається сигнал, що відображає діагностичний параметр  $D$ , що характеризує також значення структурного параметра. Далі сигнал у трансформованому вигляді  $D'$  надходить на вимірювальний пристрій, а потім кількісне значення діагностичного параметра  $D_i$  видається пристроєм відображення даних.

У багатокомпонентних автоматичних засобах технічного діагностування за допомогою спеціального логічного пристрою на базі процесора виконується постановка діагнозу, і видаються конкретні рекомендації.

Враховуючи завдання діагностування, а також складність сучасних автомобілів, діагноз може відрізнитись по глибині. Для оцінки працездатності агрегату, системи чи вантажного автомобіля загалом використовуються вихідні параметри постановки діагнозу рівня «придатний», «не придатний». Для

визначення потреби у ремонті необхідний глибший діагноз, ґрунтований на локалізації конкретної несправності.

При постановці діагнозу для складної системи, коли при пошуку несправності використовується кілька діагностичних параметрів, необхідно на основі даних про надійність об'єкта ідентифікувати причинно-наслідкові зв'язки між його найбільш ймовірними несправностями і діагностичними параметрами, що використовуються. Для цього при діагностуванні доцільно застосування діагностичних матриць - логічних моделей, що описують зв'язки між діагностичними параметрами і можливими несправностями об'єкта.

Діагностичні матриці є невід'ємною складовою автоматизованих логічних пристроїв, що застосовуються в засобах технічного діагностування. Залежно від виду діагностичних властивостей у роботі [5] виділяються три основні групи методів діагностування (рис. 1.3).

Перша група методів базується на імітації швидкісних та навантажувальних режимів роботи ТЗ та визначенні за заданих умов вихідних параметрів. З цією метою застосовуються обкатувально-гальмівні, потужнісні стенди з біговими барабанами або параметри можуть фіксуватися безпосередньо в процесі роботи автомобіля.

До другої групи відносять методи, що оцінюють за герметичністю робочих об'ємів ступінь зносу ЦПГ, працездатність пневмоприводу гальм, щільність прилягання клапанів та ін. шляхом створення в контрольованому обсязі надлишкового тиску або розрідження та в оцінці інтенсивності падіння тиску (розрідження).



Рисунок 1.3 – Класифікація методів діагностування автомобілів

Методи, що оцінюють стан вузлів і систем за параметрами коливальних процесів використовуються при проектуванні засобів технічного діагностування ТЗ та їх поділяють на три підгрупи: методи, що оцінюють коливання напруги в електричних ланцюгах (на їх основі створені мотор-тестери); параметри віброакустичних сигналів (отримувані під час роботи зубчастих зачеплень, клапанних механізмів, підшипників); методи, що оцінюють пульсацію тиску в

трубопроводах (на цій основі створені дизель-тестери діагностування дизельної паливної апаратури).

Окреме місце займають методи, що оцінюють за фізико-хімічним складом відпрацьованих експлуатаційних матеріалів стан вузлів та агрегатів та відхилення від їх нормального функціонування. Прикладом може служити експрес-аналіз відпрацьованого масла на забруднення, складний спектральний аналіз проб масел, в результаті проведення якого за наявності та концентрації різних хімічних елементів в олії можна поставити діагноз працездатності окремих вузлів та сполучень агрегату. Якщо в пробі картерного масла спостерігається високий вміст свинцю, це є інформатором зносу вкладишів шатунних і корінних підшипників, якщо високий вміст заліза - про знос гільз циліндрів, якщо високий вміст кремнію - про засмічення повітряного фільтра.

Третя група методів базується на об'єктивній оцінці геометричних параметрів у статиці, що зазвичай вимагає застосування динамометра, з метою визначення зазору, люфту або вільного ходу.

В даний час має місце тенденція розробки нових і вдосконалення вже існуючих методів діагностування стосовно сучасних складних конструкцій автомобілів.

Одночасно з розвитком методів удосконалюються і засоби діагностування. Весь комплекс засобів можна поділити на три види (рис. 1.4) щодо їх взаємодії з об'єктом діагностування.



Рисунок 1.4 – Класифікація засобів технічного діагностування

Зовнішні засоби технічного діагностування забезпечують одержання та обробку інформації про технічний стан ТЗ та рівень їх експлуатаційних властивостей, необхідний для здійснення ТО та ремонту. Такі засоби стаціонарного типу встановлюються в приміщеннях, оснащених обладнанням для видалення відпрацьованих газів, вентиляцією і т.д. Переносні пристрої часто використовуються у комплексі зі стаціонарними стендами, а також окремо для локалізації та уточнення несправностей.

Більш прогресивними є вбудовані засоби технічного діагностування, що дозволяють постійно контролювати стани елементів та робочих механізмів різних систем вантажних автомобілів, витрату палива, токсичність відпрацьованих газів у процесі експлуатації та вибирати найбільш економічні та безпечні режими руху або своєчасно припиняти функціонування. Дані засоби дозволяють своєчасно виявити настання передвідмовних станів і фіксувати момент необхідності проведення запобіжних робіт за фактичним станом, забезпечуючи цим повне використання ресурсу агрегатів і деталей.

Додаткові засоби технічного діагностування відрізняються від вбудованих конструктивним виконанням засобів обробки, зберігання та видачі інформації (блоковий тип). Такі засоби виготовляються на базі електронних елементів, що дозволяє широко використовувати комп'ютер для обробки діагностичної інформації про технічний стан об'єкта і його подальшого використання для вирішення завдань ТО і ремонту.

Виходячи з усього вище викладеного, найбільш перспективним варіантом є створення та застосування засобів на базі двох останніх, розглянутих вище типів, що є своєрідним синтезом цих елементів, що дозволить вирішити проблему підвищення надійності за короткий проміжок часу.

### **1.3 Оцінка системи технічного обслуговування з точки зору забезпечення працездатності вантажних автомобілів та їх надійності**

У процесі інтенсивної експлуатації вантажних автомобілів постійно відбувається зміна технічного стану деталей, вузлів, агрегатів, що може призвести до часткової або повної втрати працездатності. Розрізняють два способи забезпечення працездатності в експлуатації: підтримка працездатності за допомогою ТО та відновлення працездатності за допомогою ремонтних впливів на об'єкт.

Основною метою ТО є попередження та віддалення моменту досягнення об'єкта граничного стану. Це досягається попередженням виникнення відмови за рахунок попереджувального контролю та доведення параметрів технічного стану автомобіля (агрегату, механізму) до номінальних або близьких до них значень, а також попередженням відмови в результаті зменшення інтенсивності зміни параметра технічного стану, зниженням темпу зношування деталей. Для формування системи ТО важлива наявність інформації: ймовірнісної, що характеризує поведінку або стан групи машин, і індивідуальної, тобто яка визначає

стан чи показники функціонування конкретного об'єкта. Джерелами отримання ймовірнісної інформації є відповідним чином оброблені звітні дані про ресурси деталей, трудомісткість виконання робіт, витрату матеріалів, характеристики випадкових процесів як результат спеціально організованих спостережень. До цієї інформації також належить раніше накопичений досвід. Імовірнісний характер інформації проявляється у можливості повного або часткового її використання в певних умовах без коригування.

Індивідуальна інформація аналогічно імовірнісній може бути отримана за звітними даними для конкретного об'єкта або результатів безпосередніх спостережень за ним. І застосовується в основному для коригування рішення стосовно даного об'єкта. Імовірнісна та індивідуальна інформації взаємодоповнювані: на базі першої може бути встановлений момент контролю технічного стану автомобіля, а доцільність конкретних робіт з підтримки працездатності визначається індивідуальною інформацією про технічний стан об'єкта, що отримується з використанням засобів діагностування.

Система ТО має відповідати наступним вимогам [6]:

- забезпечувати задані рівні експлуатаційної надійності при раціональних матеріальних та трудових витратах;
- забезпечувати та зберігати ресурсозберігаючу та природоохоронну спрямованість;
- дозволяти планувати та організовувати ТО та ремонт на всіх рівнях, а також нормативно забезпечувати господарські відносини всередині підприємств та між ними;
- бути обов'язковою для всіх організацій і підприємств, які мають транспортні засоби;
- бути доступною та придатною для керівництва та прийняття рішень усіма ланками інженерно-технічної служби;



- забезпечувати стабільність основних принципів і гнучкість конкретних нормативів, що враховують зміну умов експлуатації, конструкції та надійності автомобілів;

- враховувати різноманітність умов експлуатації транспортних засобів.

Основою системи ТО та ремонту є її структура та нормативи.

Структура системи визначається рівнем надійності та якості ТЗ, метою, поставленою перед ним та технічною експлуатацією, наявними ресурсами та організаційно-технічними обмеженнями, а також видами відповідних впливів та їх числом. Нормативи включають конкретні значення періодичності впливів, трудомісткості та переліки операцій.

Система, що активно використовується в Україні, носить планово-попереджувальний характер. Плановість системи ТО та ремонту обумовлюється тим, що об'єкт, як правило, ставлять на ТО та ремонт у плановому регламентному порядку. Запобіжність полягає в тому, що основна кількість операцій при плановій постановці на ТО та ремонт виконують запобіжно до появи відмови (несправності). Параметри технічного стану машин при ТО або ремонті попереджувально відновлюють при їх значенні, що перевищує допустиму величину. Винятком є ресурсні параметри, досягнення граничного значення яких зумовлює постановку агрегату чи машини в капітальний ремонт. До подібних ресурсних параметрів можна віднести зазори в сполученні гільза - поршень, корінні підшипники - шийка колінчастого валу. Однак і ресурсні параметри попереджувально відновлюють при ремонті, якщо залишковий ресурс агрегату, що визначається за цими параметрами за результатами діагностування, виявиться менше заданого напрацювання транспортного засобу.

Таким чином, плановість системи ТО і ремонту визначається її періодичністю, а запобіжність операцій - допустимими значеннями параметрів (при ремонті - зносом деталей і з'єднань), залишковим ресурсом агрегатів, а також якісними ознаками появи відмов. У зв'язку з цим основними технічними вимогами

на ТО і ремонт ТЗ є міжконтрольне напрацювання, що збігається за величиною з періодичністю ТО, допустимі значення нересурсних параметрів, залишковий ресурс агрегатів і якісні ознаки їх стану. Дані величини та ознаки служать важливими характеристиками технічного стану об'єктів. При їх неправильному встановленні частота появи відмов і витрати на усунення їх наслідків зростають приблизно в 2 - 3 рази. Таким чином, обґрунтування цих технічних вимог є першорядним у аналізованій системі ТО та ремонту.

Планово-попереджувальна система ТО та ремонту рухомого складу передбачає проведення щоденного (ЩО), першого (ТО-1), другого (ТО-2), періодичного технічного обслуговування, загальної (Д-1) та поглибленої (Д-2) діагностики, а також проведення поточного (ПР) та капітального (КР) ремонтів.

Основна мета проведених періодичних ТО полягає у забезпеченні надійної та економічної роботи рухомого складу до наступного аналогічного виду ТО. Сезонне ТО складається з комплексу операцій, призначених для підготовки ТЗ до весняно-літнього або осінньо-зимового періоду експлуатації.

Діагностування Д-1 призначене головним чином для визначення технічного стану агрегатів, вузлів та систем автомобіля, що забезпечують безпеку руху. Проводиться перед кожним ТО-1 або безпосередньо при ТО-1. Д-2 призначається для визначення потужнісних і економічних показників, і навіть виявлення прихованих несправностей, відмов, їх місця, характеру і причини. За результатами Д-2 складається поглиблений діагноз технічного стану, встановлюється обсяг ремонтних впливів для відновлення працездатного та підтримання справного стану до чергового Д-2, що проводиться за 1-2 дні перед ТО-2.

Поточний ремонт проводиться для забезпечення чи відновлення працездатності транспортного засобу шляхом заміни та (або) відновлення окремих складових частин.

Капітальний ремонт проводиться з метою відновлення справності та повного або близького до повного відновлення ресурсу об'єкта, його агрегатів із заміною або відновленням будь-яких складових частин, включаючи базові.

Якщо після капітального ремонту ТЗ має задовольняти всім вимогам технічної документації, що регламентує його справність, то після проведення поточного ремонту пред'являються вимоги працездатності протягом періоду до капітального ремонту або до планового ремонту, або до списання об'єкта. При постановці ТЗ в ремонт, його характер та обсяг визначаються за технічним станом у результаті діагностування.

Планово-попереджувальна система ТО та ремонту передбачає:

- максимальне подовження термінів служби окремих деталей, вузлів та автомобіля в цілому;
- максимальне підвищення коефіцієнта технічної готовності транспортного засобу, що визначає частку календарного часу, протягом якого об'єкт (або група об'єктів) перебуває у працездатному стані та може здійснювати свої прямі функції;
- встановлення контролю за правильністю експлуатації та ремонту рухомого складу.

Технічне обслуговування в даній системі виконується за двома методами: тупиковим, при великій кількості ТЗ різних марок і невеликій їх кількості; потоковим, що застосовується на великих підприємствах. Застосування останнього методу дозволяє суттєво підвищити продуктивність праці, скоротити простій транспорту та зменшити виробничу площу за рахунок більшої пропускної спроможності.

Проте, незважаючи на свою широку застосовність, дана система не позбавлена недоліків, що відзначали багато наукових організацій. Узагальнивши публікації на цю тему, можна виділити такі недоліки типової планово-попереджувальної системи та ремонту:

1. Структура ремонтного циклу, а також склад та обсяг робіт були розроблені багато років тому. Основою для таких розробок були статистичні дані, відповідно до яких необхідність постановки ТЗ в ремонт визначалася виходом з ладу 5% окремих деталей, вузлів і агрегатів. Цей підхід вже спочатку мав два важливі недоліки. По-перше, не враховувалися фактичні умови (якість матеріалів, збирання, обкатки, технологічні режими роботи та ін.) роботи. По-друге, у системі закладався значний «запас міцності».

Крім того, за останні десятиліття багато що змінилося. Так на багатьох підприємствах були впроваджені сучасні технології та матеріали, що використовуються при ТО та ремонті рухомого складу. Це дозволило істотно підвищити надійність окремих вузлів і агрегатів, і, відповідно, збільшити міжремонтне напрацювання автомобілів загалом.

2. Відсутність достовірних даних про технічний стан ТС. Проблема моніторингу залишається актуальною досі. Навіть там, де відповідні механізми вже створені, проблеми отримання достовірних даних про технічний стан залишаються. З чинників, які впливають на достовірність, можна назвати такі: по-перше, складнощі з коректною інтерпретацією отриманих даних, внаслідок недосконалості програмного забезпечення та похибки вимірювань; по-друге, коригування технологічних режимів роботи об'єктів призводять до зміни прогностичних трендів його технічного стану.

Відповідно, все це призводить до зниження достовірності планування. Тим не менш, наявність таких, навіть не завжди достовірних даних підвищує якість планування (хоча б на короткостроковому інтервалі часу) і, відповідно, ефективність системи та ремонту.

3. Жорстка регламентованість міжремонтних періодів, що дозволяє гнучко планувати виведення об'єктів у ремонт, а також обов'язковість проведення капітального ремонту без складання економічного обґрунтування та визначення доцільності його проведення.

Відсутність ефективних методів та засобів технічної діагностики рухомого складу для уточнення термінів виведення об'єктів у капітальний ремонт, а також використання єдиних нормативів витрати матеріалів без диференціації умовної одиниці для об'єктів з різними технічними характеристиками також відкладає свій негативний відбиток на факт подальшого застосування планово-попереджувальної системи ТО та ремонту.

Однак повністю відмовлятися від системи не слід. Вивчення зарубіжного досвіду показує, що на багатьох підприємствах інших країн елементи планово-попереджувальної системи використовуються досить широко. Так на підприємствах США цю систему використовують не для всіх ТЗ, а лише для найбільш високопродуктивний і важливий, а для інших ТЗ використовувати планово-попереджувальну систему вважається не вигідно.

До того ж, повна відмова від системи неможлива ще й з юридичних причин. Відповідно до нормативних документів, система є основним інструментом забезпечення надійної та безпечної експлуатації об'єктів.

Виходом із ситуації може служити своєрідна реорганізація внутрішньої структури системи, заснована на принципах застосування моделі пріоритетів (для різних ТЗ) і суміщення планово-попереджувальної системи ТО і ремонту з плануванням за технічним станом. Але і в цьому випадку основним фактором, що визначає ефективність системи планування ТО та ремонту, є наявність достовірної інформації про технічний стан об'єктів, яка може бути отримана за допомогою постійної діагностики всіх його систем.

#### 1.4 Загальна характеристика приватного підприємства «ПлазмаТек-Транс»

У 1996 році було засновано ПрАТ «ПлазмаТек». Підприємство здійснювало виготовлення розхідних матеріалів та оснащення для зварювальних робіт, таких як електроди, дроти, прутки та ін.

Із поступовим зростанням обсягів виробництва та кількості замовлень, постала потреба у розширенні бази рухомого складу, в результаті чого було прийнято рішення про створення окремого підрозділу – «ПлазмаТек-Транс», за допомогою якого вирішилось би питання транспортних перевезень.

У 2004 році було створено ПП «ПлазмаТек-Транс» для здійснення внутрішніх перевезень та надання транспортних послуг клієнтам ПАТ «ПлазмаТек».

Місце розташування бази рухомого складу – вул. Шевченка 81, смт Рудниця, Піщанський район, Вінницька область (рис. 1.5). Географічне положення має ряд переваг, таких як: доступ до мережі доріг, наявне залізничне сполучення та умовне розташування на кордоні України з Молдовою.

На території підприємства розташовано склади, ангари, гаражі та адміністративні споруди різного призначення.

Працездатність рухомого складу – основа якісного функціонування підприємства. Заради ефективності робочого процесу, на території було створено ремонтну базу та склад запасних частин, щоб своєчасно виконати профілактичні та ремонтні роботи. Ремонтна база оснащена усім необхідним обладнанням та персоналом механіків.

Для здійснення вантажних перевезень продукції потрібен придатний рухомий склад, який відповідав би всім вимогам підприємства та, що ще важливіше, залишав у клієнта гарне враження про якість обслуговування. У відповідності до цих вимог ПП «ПлазмаТек-Транс» сформувало базу рухомого

складу, що забезпечує здійснення транспортних перевезень у необхідному обсязі.



Рисунок 1.5 – Розташування ПП «ПлазмаТек-Транс»

Рухомий склад підприємства налічує 20 одиниць рухомого складу, клас – вантажні автомобілі, а саме: автомобілі MAN – 8 од. (MAN TGX 18.440 – 4 од., MAN F90 – 4 од.), DAF XF 106 460 - 3 од., КамАЗ 54115 – 3 од., Renault Magnum – 1 од., ГАЗ 33023 – 3 од., ЗІЛ-130 – 2 од.

Щоб мати більш широке уявлення про РС підприємства, розглянемо характеристики найбільш поширених моделей ТЗ:

1) MAN TGX 18.440 (рис. 1.6) - є сідельним магістральним тягачем нового покоління з колісною формулою 4x2. Його призначення – перевезення різних вантажів у складі автопоїздів на середні чи далекі відстані.



Рисунок 1.6 - Великотоннажний вантажний автомобіль MAN TGX 18.440

Автомобіль оснащений дизельним турбованим двигуном:

Число циліндрів – 6;

Потужність – 440 л;

Крутячий момент – 2100 н/м;

Об'єм – 10,5 л;

Максимальна швидкість – 90 км/год;

Витрата палива – близько 25 л/100 км.

2) MAN F90 (рис. 1.7) - великотоннажний вантажний автомобіль, що випускався компанією MAN у період з 1986 по 1994 рік.





Рисунок 1.7 - Вантажний автомобіль MAN F90

У 1986 році розпочалося виробництво автомобілів MAN F90 повною масою понад 18 тонн. Автомобілі мали рядні 6-циліндрові двигуни з турбонадувом та проміжним охолодженням потужністю від 150 до 360 л. с., багатоступінчасті коробки, передні дискові гальма, антиблокувальну систему (АБС), ГМП та нові планетарні колісні редуктори.

Кабіни відповідали новим вимогам безпеки та ергономіки. Спеціальні виконання Silent мали еластичну підвіску кабін та посилену звукоізоляцію.

3) Сідловий Тягач DAF XF 106 460 (рис. 1.8). Перевезення здійснюються за допомогою напівпричепа, який дозволяє вмістити достатню кількість продукції.

Даний ТЗ обладнаний 6-циліндровим дизельним двигуном PACCAR MX-13 об'ємом 12,9 літра, із номінальною потужністю 340 кВт (460 к.с.), що досягається при 1425-1750 об/хв. Ресурс даного двигуна становить  $\approx 1,6$  млн. км. Також варто відзначити, що двигун відповідає нормам Euro-6, що в подальшому дозволить зекономити на переобладнанні ТЗ, або ж його заміні.



Рисунок 1.8 – Сідловий тягач DAF XF 106 460

Маса автомобіля становить 19 т., повна маса – 50 т. Об'єм паливних баків – 1500 л.

Автомобіль оснащений 16-ступінчастою напівавтоматичною КПП (ZF Friedrichshafen). Завдяки використанню нових технологій, робота КПП знижує витрату палива.

DAF XF 106 460 має колісну базу 4x2, роботі якої допомагають EBS (електронна система гальмування) та ЕВА (система екстреної зупинки) та ін.

Обсяги перевезень варіюються в залежності від сезонності, попиту на продукцію, яку виготовляє ПАТ «ПлазмаТек-Транс», основна частка річного обсягу припадає на кінець серпня – початок вересня, що обумовлює необхідність наявності резервної частки одиниць РС.

Конфігурація ТЗ підприємства – комбінована. Ціль даного рішення полягає в раціональному використанні ресурсів транспортної одиниці та експлуатаційних матеріалів, що в свою чергу сприяє зниженню витрат на перевезення. Оскільки

продукцію замовляють малими, середніми та великими партіями, через це і застосовується ТЗ відповідної конфігурації.

Клієнтами ПП «ПлазмаТек-Транс» виступають як великі підприємства, так і постачальники роздрібної торгівлі.

### **1.5 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження**

На основі розглянутого в п. 1.1-1.4 можна зробити наступні висновки:

1. В результаті проведення аналізу причин зниження надійності транспортних засобів, встановлено, що оптимальним способом підвищення надійності (реального досягнення об'єктом свого заявленого ресурсу) є моніторинг зміни різних параметрів з метою недопущення виникнення відмов.

2. Встановлено зв'язок між структурними та діагностичними параметрами, здійснено аналіз засобів технічного діагностування. Визначено, що найбільш перспективним варіантом діагностування для отримання інформації про технічний стан вантажних автомобілів є своєрідний синтез вбудованих та додаткових засобів технічного діагностування.

3. Здійснено аналіз діяльності та загальну характеристику приватного підприємства «ПлазмаТек-Транс». Здійснено аналіз рухомого складу підприємства.

Метою дослідження є підвищення надійності вантажних автомобілів застосуванням системи самодіагностики.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- встановити причини зниження надійності транспортних засобів;
- здійснити оцінку системи технічного обслуговування з точки зору забезпечення працездатності вантажних автомобілів та їх надійності;
- розробити функціональну схему системи самодіагностики вантажних автомобілів;

- здійснити вибір об'єктів дослідження та визначити основних показників, що характеризують надійність об'єктів досліджень;
- здійснити орахунок показників надійності вантажних автомобілів;
- здійснити оцінку економічної ефективності від застосування системи самодіагностики для вантажних автомобілів;
- розробити заходи щодо забезпечення необхідного рівня охорони праці та праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.



## РОЗДІЛ 2

### РОЗРОБКА БОРТОВОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

#### **2.1 Аналіз та перспективи розвитку бортових систем контролю та діагностики транспортних засобів**

Сучасні ТЗ, у тому числі й ті, що беруть участь у вантажних перевезеннях, включають в себе чотири основні агрегати: двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), кузов, шасі і ходову частину. Зазначені елементи, у свою чергу, складаються з різних функціональних систем, що забезпечують виконання основних функцій того чи іншого автомобіля. З метою забезпечення безвідмовної роботи агрегатів, вузлів, блоків і систем загалом доцільне застосування різних електротехнічних пристроїв контролю та засобів електронної автоматики.

Бортові системи контролю вже відносно давно використовуються на іноземній техніці таких компаній як Case, Deutz, Caterpillar, Volvo, DAF, Renault, Iveco та інших. У нашій країні також ведеться розробка подібних систем, тому технічна оснащеність автомобілів (у тому числі і вантажних) бортовою електронікою значно зростає.

Бортові системи можна розділити на інформаційні, керуючі, рекомендує, діагностичні та автоматичного керування.

Інформаційними називають системи контролю, що вимірюють, вираховують та оповіщають водія про значення поточних параметрів автомобіля шляхом виведення їх на монітор.

Керуючі системи за поточними значеннями параметрів здатні вносити необхідні коригування при експлуатації об'єкта без участі водія.

Рекомендуючі системи здатні видавати оператору прямі вказівки щодо управління режимами роботи агрегатів.

Діагностуючі системи дозволяють без проведення розбірних робіт визначати стан тих чи інших вузлів, механізмів ТЗ.

Список контрольованих показників сучасних інформаційних систем значно ширший. Крім цього, необхідним компонентом таких систем є глобальна система позиціонування GPS. Інформація, що фіксується системою, може переноситись на інші платформи за допомогою технологій Bluetooth, USB та інших розгалужувачів.

Існують також інформаційні системи безпосереднього одиничного контролю або «Single Type System» (STS). Закордонні розробники STS представлені фірмами Agrotronic (Франція), Timken (Великобританія), Sky Eye, Linetronic (США).

Рекомендуючі системи пропонують також зарубіжні фірми Datatronic, Spartronic. Такі системи інформують оператора про доцільність зміни режиму роботи ДВЗ за результатами вимірювання поточних значень навантаження та частоти обертання колінчастого валу. Сучасні системи рекомендуючого типу оснащені мовним виведенням інформації. Типовим представником є система Warning Sreaker, яка інформує водія про зміну майже 30 показників (температура двигуна, рівень гальмівної рідини, тиск масла, напруга бортової мережі та інші).

Основною вимогою до управляючих систем є достовірні алгоритми, що враховують взаємозв'язок різних показників. Найбільш поширеними є електронні системи автоматичного управління (ЕСАУ) фірми Bosch. Застосування даних систем необхідне для задоволення високих вимог щодо екологічності, паливної економічності, експлуатаційних характеристик, зручності обслуговування та діагностики, що пред'являються до сучасних ТЗ законодавчо і безпосередньо споживачами. До систем автоматичного управління відносять також навігаційні системи. На базі ЕСАУ розроблена та широко застосовується гіроскопічна система VDS для підвищення курсової стійкості ТЗ у складних умовах руху. Система VDS працює за принципом запрограмованого під певні умови руху впливу на крутний момент ДВЗ і на антиблокувальну систему гальм ABS, чим виключається бічне відведення ТЗ при поворотах.

Таким чином, бортові системи стали невід'ємною складовою електронного оснащення ТЗ. Раніше недооцінювалися, вони розглядалися як побічний результат впровадження найбільш складних мікропроцесорних систем управління, а останнім часом стали одним із центральних напрямів комп'ютеризації рухомого складу. Мікропроцесорним бортовим засобам приділяється завдання моніторингу технічного стану агрегатів, вузлів, систем та автомобіля в цілому.

Сучасні бортові системи можна класифікувати як змішані або комбінованого типу. Їх поділяють на:

- системи контрольних точок, що забезпечують виведення сигналів на зовнішні засоби діагностування;
- бортові системи контролю для допускового контролю параметрів функціонування та технічного стану із виведенням результатів на дисплеї в салоні;
- системи діагностування, що функціонують комплексно зі стаціонарними інформаційно-керуючими центрами.

Такі системи служать для непрямого узагальненого контролю працездатності вузлів та агрегатів з фіксацією результатів у бортовий накопичувач для подальшого прогнозування та обліку ресурсу та напрацювань вузлів, коригування режимів ТО.

Діагностування тільки за допомогою зовнішніх засобів не забезпечує запобігання експлуатації об'єкта з несправностями, раптових відмов, оптимізації вибору режиму руху та проведення ТО та ПР. Воно не усуває накопичення несправностей на міжконтрольному пробігу, тому в середньому більше 30% рухомого складу експлуатуються з такими несправностями. Погіршення технічного стану є основною причиною виникнення відмов різної складності, що негативно позначається на надійності техніки.

Наявні в даний час розробки показують доцільність діагностування вбудованими засобами ДВЗ та вузлів, основних функціональних властивостей ТЗ за функціональними параметрами агрегатів, а також узагальнених показників працездатності найважливіших складальних одиниць.

При насиченні автомобілів електронікою встановлювані на бортові системи пристрої все частіше об'єднують на мікропроцесорній основі в єдине ціле з іншими пристроями контролю (маршрутним комп'ютером, електронною панеллю, показником доцільності перемикавання передач та інших) і пов'язують з автоматичними регуляторами (вприскування, запалювання, роботою трансмісії і т.д.). Подібні зв'язки виникають як при використанні загальних конструктивних елементів фіксації робочих параметрів одночасно для декількох компонентів, так і при виконанні функції обробки, відображення та накопичення даних спільними для них блоками.

Для поелементної перевірки, визначення характеру несправностей і пошуку несправних елементів мікропроцесорні системи управління оснащуються засобами конектингу вторинних переносних приладів. Однак такі системи в комплексі з вторинним обладнанням слід відносити до зовнішніх засобів діагностування з усіма властивими їм можливостями.

Різноманітність функціональних можливостей, апаратурної побудови та форм видачі результатів відображає класифікація бортових засобів діагностування за функціональними та структурними ознаками (рис. 2.1).

Узагальнивши вищезгадане, можна виділити ряд загальних функцій бортових систем транспортних засобів:

- контроль режимів функціонування агрегатів з виведенням інформації на засоби відображення;
- захист у передаварійних режимах із можливістю введення заборони чи затримки відключення несправного вузла;
- реєстрація в постійному запам'ятовуючому пристрої характерних параметрів експлуатації та напрацювань вузлів;
- діагностування технічного стану агрегатів в оперативному та тестовому режимах;
- автоматизація пошуку несправностей;





Рисунок 2.1 – Класифікація бортових засобів діагностики

- прогнозування залишкового ресурсу агрегату та ТЗ загалом за даними реєстрації умов експлуатації;
- оптимізація режимів функціонування агрегатів;
- інформаційне забезпечення ТО та ремонту агрегатів та ТЗ в цілому.

Враховуючи сучасні наукові досягнення, найбільш перспективним є об'єднання різних систем контролю та діагностування на структурному та алгоритмічному рівнях в єдину інформаційну систему із загальною мережею пристроїв фіксації та мікропроцесорним блоком із накопичувачем у комплексі зі стаціонарними системами управління автопарку. Таким чином, є досить перспективною заміна провідної бортової мережі екранованих комунікацій, що з'єднують вбудовані фіксуючі елементи з бортовим електронним блоком, на кільцеву комунікацію передачі даних мультиплексорного типу. При цьому всі елементи системи з'єднуються з одним або двома кільцевими проводами, за допомогою яких забезпечується їх опитування імпульсними сигналами системи в кодованому формулюванні з тимчасовим або частотним поділом командних та інформаційних сигналів. Застосування таких систем значно скоротить протяжність електричних проводів і кількість роз'ємів. Але одночасно з цим матиме місце тенденція ускладнення процедур обробки інформації, її попереднього аналізу перед видачею користувачам в упорядкованій формі безпосередньо в момент контролю. Однак при цьому забезпечуються не тільки ефективне сприйняття даних, але, що важливіше, і додаткові функції автоматизації всіх етапів обліку показників роботи, технічного стану, ресурсу, напрацювання та відновлення працездатності рухомого складу, прогнозування темпу зношування, залишкового ресурсу, виникнення різних відмов груп складності та підвищення надійності ТЗ.

## 2.2 Відмова як передумова формування системи самодіагностики

Сучасні ТЗ можна розглядати як складні, полісистемні структури. Тому в процесі експлуатації можуть мати місце відмови різних типів. Як відомо, відмова - це випадкова подія, яка полягає у порушенні працездатного стану технічної системи під впливом низки випадкових факторів. Критерієм відмови є ознаки виходу хоча б одного заданого параметра за встановлений допуск.

Причини виникнення відмов можуть бути різні. Це і прорахунки, допущені на стадії проектування та конструювання, дефекти виробництва, порушення правил і норм експлуатації, ушкодження, а також природні процеси зношування та старіння.

Ознаки відмови виявляють безпосередні чи опосередковані дії на органи чуття водія явищ, притаманних непрацездатного стану об'єктів, чи процесів із нею пов'язаних, а характер - визначають конкретні зміни, які відбулись в об'єкті.

Для більшості технічних систем і, зокрема, вантажних автомобілів характерні три види залежностей інтенсивності відмов від тимчасового проміжку, які відповідають трьом «періодам життя» цих систем (рис. 2.2). [7]

Перший вид характеристики (ділянка «а») характеризується монотонним зменшенням інтенсивності відмов. Це відповідає періоду припрацювання, в якому виявляються дефекти технології та виготовлення та які не властиві конструкції.

Другий вид характеристики (ділянка «б») обумовлений константною інтенсивністю відмов. Це відповідає так званому періоду нормальної експлуатації. У цей період, як правило, виникають раптові відмови, властиві самій конструкції, частота виникнення залежать від напруження.

Третій вид характеристики (ділянка «в») характеризується постійним зростанням інтенсивності відмов. Це відповідає періоду зношування, викликаного процесами старіння. У цей час виникають, головним чином, поступові відмови.

Відмови прийнято класифікувати за низкою ознак. Розглянемо поділ відмов за групами складності.

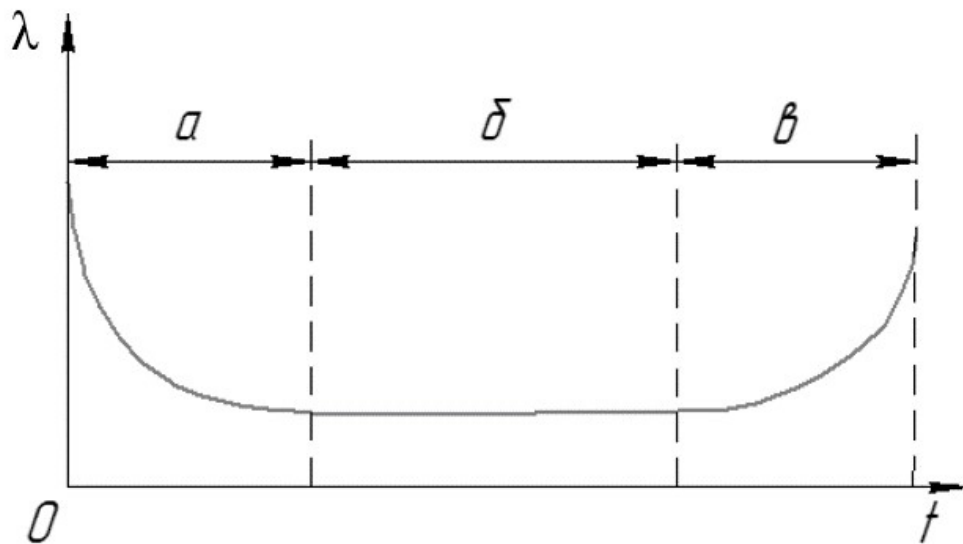


Рисунок 2.2 – Залежність інтенсивності відмов від часу

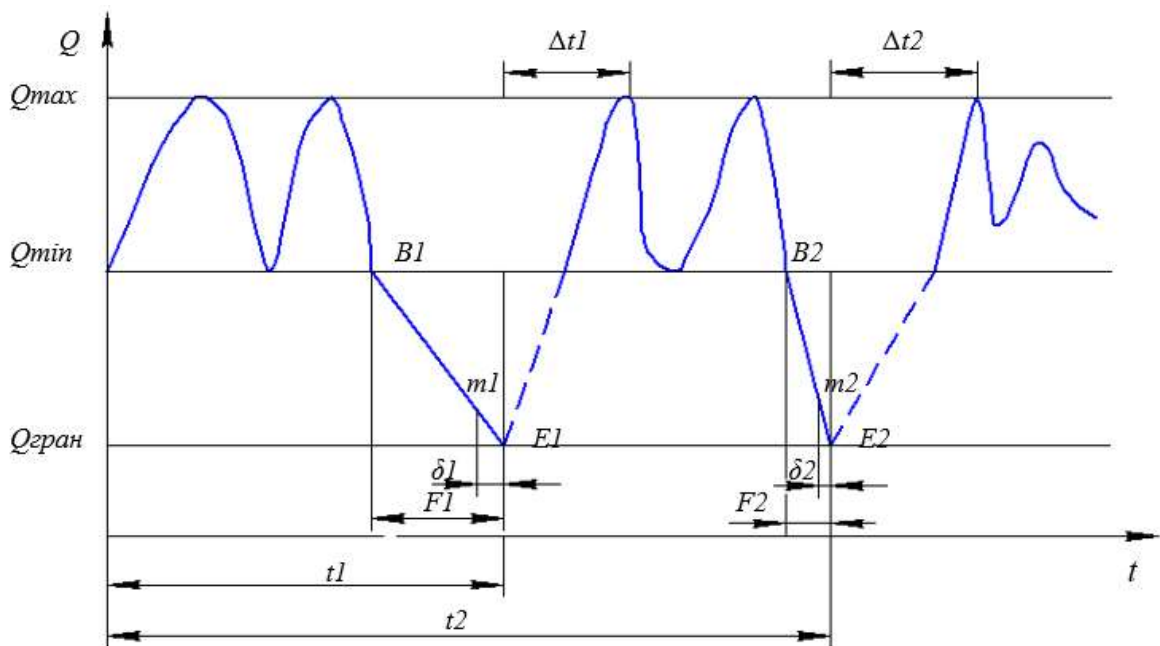
До відмов першої групи складності відносяться відмови, усунення яких здійснюється без розбирання різних агрегатів або вузлів об'єкта, а також усунення яких можливо при проведенні ТО.

Відмовами другої групи складності є відмови, що усуваються шляхом проведення ремонту або заміною легкодоступних агрегатів і вузлів, а також відмови, для усунення яких необхідне розкриття внутрішніх порожнин основних агрегатів (без їх розбирання).

Третя група визначає відмови, для усунення яких необхідне розбирання основних агрегатів. Відмови цієї групи усуваються в умовах спеціалізованих ремонтних підприємств або центральних ремонтних майстерень.

Розглядаючи ТЗ з точки зору «життєвого циклу» (рис. 2.3) можна відзначити той факт, що протягом всього періоду експлуатації «незмінною величиною» є зміна якості об'єкта.

Більшість діагностичних засобів здатні фіксувати момент настання відмови в точці  $m1$  ( $m2$ ) віддаленої від точки  $E1$  ( $E2$ ) на завжди різну величину  $\delta1$  ( $\delta2$ ), що в свою чергу незначно зменшить періоди відновлення об'єкта  $\Delta t$ . Але тоді можна говорити про «незавершену відмову», тобто. факт наявності відмови зафіксовано у разі недосягнення об'єктом гранично допустимого значення якості. Однак навіть така мала величина  $B1m1$  ( $B2m2$ ) на відрізку відмови  $F1$  ( $F2$ ) здатна негативно відбитися на якості ТЗ, що в кінцевому підсумку вплине на ресурс. Вирішенням цієї проблеми є використання програмних структур та фізичних компонентів, що дозволяють фіксувати моменти формування відмов (точки  $B1$ ,  $B2$  і близькі до них), а також виключити характер раптовості їх появи, тобто. застосування системи самодіагностики Це значною мірою підвищить надійність ТЗ, і, зокрема вантажних автомобілів, загалом.



$Q_{max}$ ,  $Q_{min}$ ,  $Q_{гран}$  - відповідно максимальна, мінімальна і гранично допустима якість ТЗ;  $B1$ ,  $B2$  - початок формування відмови;  $E1$ ,  $E2$  - точки відмови;

$\Delta t1$ ,  $\Delta t2$  - періоди відновлення

Рисунок 2.3 - Графічне відображення «життєвого циклу» ТЗ

### 2.3 Формалізація системи самодіагностики

З розвитком комп'ютерних технологій вантажний автомобіль все частіше визначається як складна багатокomпонентна структура, що включає в себе не тільки механічні, але і складніші інтегровані елементи (системи управління та контролю), що дозволяють істотно підвищити його надійність. Для забезпечення якісного ТО та діагностики виникає необхідність застосування принципово нових, більш сучасних засобів, способів, методів. Це можливо із застосуванням останніх досягнень у галузі інформаційних технологій, що значно полегшують сам процес діагностування, а також його трудомісткість.

В останні роки все більше проявляються основні відмінності між системами управління та контролю ТЗ, з одного боку, та системами їхньої діагностики, з іншого боку. Системи контролю, що є фактично складовою систем моніторингу першого покоління, використовують симпланарні способи вимірювання основних фізичних величин. Діагностичні системи будуються з огляду на необхідність отримання найбільшого обсягу інформації. Саме тому для системи самодіагностики необхідне застосування нових інформаційних технологій, що базуються на складно структурованих методах вимірювання та аналізу сигналів.

Вирішення питання щодо визначення стану вантажних автомобілів, а також характеру його дискретності, є першорядним завданням технічної діагностики.

Початковий етап її фактичної реалізації - це розробка діагностичної моделі, ефективність якої багато в чому залежить від ступеня пристосованості конструкції вантажного автомобіля до проведення технічного діагностування. Аналіз діагностичної моделі дозволить з певним ступенем точності ідентифікувати умову працездатності об'єкта, визначити ознаки несправностей та ініціалізувати обмежену кількість характеристик, параметрів та показників, що підлягають контролю у процесі діагностування, що є одним з основних кроків на шляху формування системи самодіагностики.

Розглянемо вантажний автомобіль як багатокomпонентний об'єкт діагностування (рис. 2.4). Абстрагуючись від внутрішньої структури та процесів, що відбуваються всередині, визначимо цей складний елемент як відносно відокремлену структуру, пов'язану із навколишнім середовищем, ідентичними об'єктами, системами або середовищем за допомогою зовнішніх зв'язків  $x_{in}$ , що визначаються як вхідні параметри,  $y_{out}$  - вихідні параметри,  $n_i$  - зовнішні шуми,  $b$  - внутрішні завади, що виникають внаслідок зносу та поломок. Серед вихідних параметрів  $y_{out}$  мають місце безліч параметрів  $f_y$ , що характеризують базові функції процесу, для реалізації якого створено вантажний автомобіль.

Наступним етапом є формування діагностичного простору об'єкта та розробка діагностичного забезпечення з урахуванням коректних методів оцінки прямих та непрямих показників, що характеризують технічний стан вантажного автомобіля.



Рисунок 2.4 – Вантажний автомобіль як складна структура діагностування

При переході з одного стану в інший безліч вихідних величин  $y_{out}$  змінюються, і в загальному випадку значення таких величин, залежать від вхідних параметрів  $x_{in}$ , шумів  $n_i$ , і завад  $b$ , що утворюють сумарну величину  $\sum x_{in} n_i b$  - зовнішні параметри. Тоді внутрішні параметри аналогічно значенням вихідних величин змінюються виходячи з перетворення вхідних сигналів  $x_{in}$ , шумів  $n_i$ , і завад  $b$ . Діагностичний простір вантажного автомобіля можна як сукупність

діагностичних параметрів, тобто елементів, що містять інформацію про несправності, які доцільно контролювати.

Для формування діагностичної моделі з метою обґрунтованого вибору сукупності діагностичних показників  $D$ , оптимальної щодо оцінки технічного стану вантажного автомобіля здійснюється градація множини  $D$ .

Діагностична модель вантажного автомобіля містить у собі безліч елементів  $d_i$  - прямих показників, що входять до множини  $D$  і які характеризують його технічний стан. Враховуючи технічну складність окремих об'єктів рухомого складу, доцільно з множини  $d_i$  вибирати відносну множину показників  $L$ , для оцінки в процесі діагностування. Якщо кількість показників  $L_i$  повністю задовольняє комплексну оцінку технічного стану вантажного автомобіля - це дозволить зробити розробку алгоритму та програми діагностування. В зворотному випадку виникає необхідність формування множини непрямих показників  $M_i$ , для повної компенсації недооцінюваних показників  $L_i$  з наступною оцінкою «достатності» обраних показників. На завершення здійснюється побудова алгоритмів та програми діагностування, що дозволить визначити послідовність виконання перевірок окремих елементів вантажного автомобіля при пошуку дефектів діагностичних показників, що характеризують працездатність об'єкта в цілому або певного його блоку.

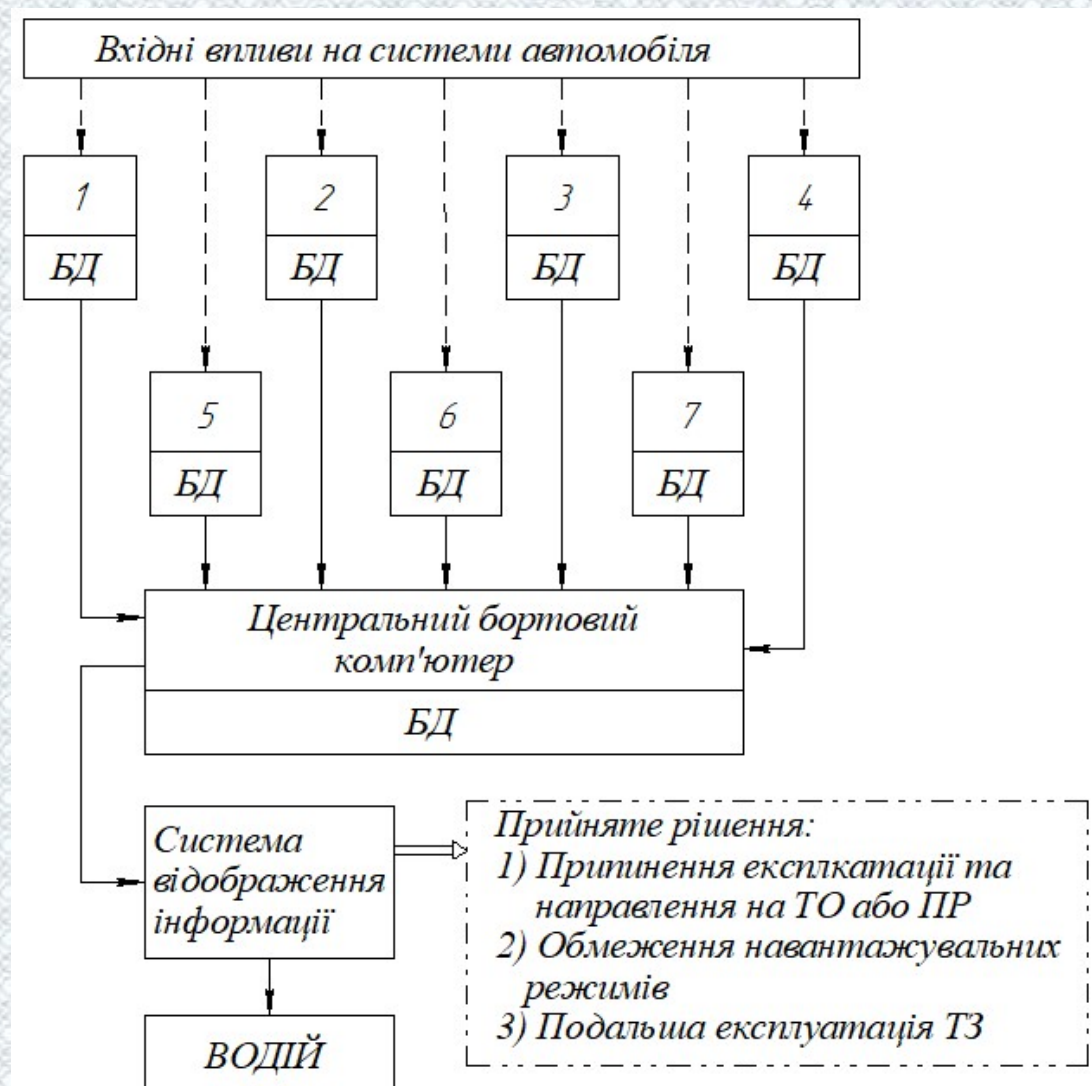
Концепція побудови алгоритму базується на статистичній базі даних, що характеризує надійність вантажних автомобілів, або виходячи з аналізу структури та особливостей функціонування об'єкта діагностування.

Розглянуті принципи, алгоритми та програми є підготовчою базою для технічної реалізації системи оперативної діагностики (системи самодіагностики). Дана структура дозволить вантажним автомобілям забезпечити виконання поставлених технологічних завдань, враховуючи різні фактори та умови експлуатації, тобто протистояти зовнішнім та внутрішнім факторам, що



перешкоджають її виконанню. Процес підтримки динамічності є ключовим у вирішенні проблеми забезпечення стабільного виконання ТЗ його завдань.

Бортова діагностика з використанням системи самодіагностики являється основною ланкою підвищення надійності, забезпечення заявленого ресурсу вантажних автомобілів. На рис. 2.5 представлено функціональну схему системи самодіагностики.



БД – елемент системи бортової діагностики; 1 – двигун; 2 – трансмісія; 3 – гальмівна система; 4 – система контролю курсової стійкості; 5 – підвіска; 6 – електричне та електронне обладнання; 9 – система технологічного та допоміжного обладнання

Рисунок 2.5 - Функціональна схема системи самодіагностики

Водії вантажних автомобілів не завжди мають достатній досвід, щоб визначити момент проведення ТО за непрямими ознаками; планове ТО з використанням стаціонарної діагностики щодо напрацьованого ресурсу не захистить від раптових відмов. Таким чином, використання засобів бортової діагностики на локальному рівні (безпосередньо в об'єкті, його структурних одиницях, вузлах тощо) з виведенням результатів на блок відображення інформації є засобом забезпечення стабільності функціонування вантажних автомобілів та «інструментом» підвищення їх надійності.

Відповідно до представленої на рис. 2.5 схеми, кожна структурна одиниця вантажного автомобіля, і навіть їх підструктурні одиниці, забезпечені засобами діагностики, які здійснюють контроль за поточними параметрами стану об'єкта діагностування. Кожен елемент діагностики є комплексом датчиків первинної інформації, перетворювачів, мікроконтролерів і локальних пристроїв управління, об'єднаних в блоки. Центральний бортовий комп'ютер розглядається як об'єкт виконання функції контролю ТЗ. При формалізації системи самодіагностики для вантажних автомобілів можливі певні варіанти.

До першого варіанту віднесемо створення системи на основі вже існуючих, близьких за функціональністю. Система може комплектуватися однією чи декількома існуючими структурами - однорідними чи неоднорідними, які працюють спільно чи незалежно. Така система є надлишковою і може бути оптимальною з погляду габаритно-масових характеристик, обчислювальних ресурсів. До того ж, деякі характеристики можуть не задовольняти вимогам самодіагностики, внаслідок чого розшириться програмне забезпечення, що знизить загальну продуктивність центрального вузла і системи в цілому.

Другим варіантом є створення системи під конкретне застосування. Тоді разом із бортовою системою необхідно здійснювати розробку процесора чи комплексу (процесор + мікропроцесори), який буде відповідати вимогам і умовам самодіагностики конкретного ТЗ, що спричинить значні матеріальні і часові

витрати, а система у цьому випадку не буде універсальною, оскільки не враховує вимог інших можливих способів використання.

Третім варіантом є створення системи з готових конструктивно-функціональних модулів. У такому випадку розробка набору типових комплектуючих зводиться до визначення їхньої структури, кількості, внутрішніх і зовнішніх зв'язків, характеристик, що забезпечують побудову на їх основі різних систем. Даний спосіб є універсальним, дозволить отримати оптимальні системи для різних вантажних автомобілів, а також найперспективнішим: комплекси характеризуються переходом від блочного складу обладнання до модульного.

Порівняння розглянутих вище способів створення системи самодіагностики наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняння способів створення системи самодіагностики

Спосіб	Витрати	Ресурс	Універсальність
З наявних систем	Малі	Мала	Так
З «нуля»	Великі	Велика	Ні
З готових комплектуючих	Середні	Середня	Так

Виходячи з даних, наведених в табл. 2.1, оптимальним варіантом у нашому випадку є останній.

Характеризуючи систему самодіагностики як складну багаторівневу електронно-технічну структуру, доцільним є пред'явлення до неї наступних вимог:

- забезпечення контролю за функціонуванням складних систем та вузлів вантажних автомобілів; а також інформування водія про несправності;
- зберігання інформації та даних про окремі несправності вантажного автомобіля;

- забезпечувати високу швидкість обробки даних, необхідну для обміну ними між компонентами системи;
- забезпечення стабільності функціонування та адаптивності до температурних режимів;
- мати прийнятні габарити, що дозволяють компактно та функціонально вбудовувати обладнання в ТЗ, та здатність до розширення (оновлення окремих частин);
- зручність у користуванні за допомогою застосування ергономічних інтерфейсів.

#### **2.4 Висновки до розділу 2**

1. Встановлено, що основною причиною недосягнення ТЗ заявленого заводом-виробником ресурсу, як наслідок, незадовільної надійності є відмови різних груп складності.
2. Забезпечення транспортних засобів (в тому числі вантажних автомобілів) бортовими засобами контролю є найбільш перспективним способом запобігання виникненню відмов та підвищення надійності об'єктів в цілому.
3. Оптимальним варіантом підвищення надійності та досягнення заявленого ресурсу для вантажних автомобілів, що експлуатуються в транспортно-експедиторській сфері, є система самодіагностики.
4. Встановлено, що найкращим виконанням система самодіагностики є її формування з готових комплектуючих.

### РОЗДІЛ 3

## ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ САМОДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ НА ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ ТА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

### 3.1 Вибір об'єктів дослідження та визначення основних показників, що характеризують надійність об'єктів досліджень

Як зазначалося в розділі 1, переважною більшістю автомобілів, які використовуються для вантажних перевезень на ПП «ПлазмаТек-Транс», є автомобілі MAN. Вони складають 55% від всього автопарку підприємства. Саме вантажні автомобілі MAN являються основними транспортними засобами для ближніх та дальніх вантажних перевезень, своєчасність та якість перевезень основним чином залежать від роботи цих ТЗ.

ПП «ПлазмаТек-Транс» налічує 4 од. MAN TGX 18.440 та 4 од. MAN F90. Вантажні автомобілі MAN TGX, на відміну від ранніх версій (MAN F90) забезпечені бортовою (електронною) системою контролю та діагностики (БСКД), що здійснює реєстрацію, відображення експлуатаційних параметрів роботи транспортного засобу, а також діагностування електронних блоків керування. БСКД за допомогою центрального бортового комп'ютера та керуючого процесора здійснює контроль за:

- системою електронного управління коробкою передач AS-Tronic, що є поєднанням електропневматичної коробки передач з автоматичним зчепленням.
- системою EDC (Electronic Diesel Control) - електронна система регулювання упорскування дизельного палива. Для своєї роботи система EDC використовує інформацію від багатьох датчиків, таких як: датчик кисню, тиску наддуву, температури повітря на впуску, температури палива, температури охолоджуючої

рідини, тиску палива, витратомір повітря, положення педалі акселератора, частоти обертання колінчастого валу, швидкості руху, температури мастила, моменту початку впорскування (ходу голки розпилювача), тиску повітря на впуску. На основі інформації, що надходить від датчиків, центральний блок управління приймає рішення і повідомляє їх виконуючим пристроям.;

- електронною гальмівною системою (EBS), що є синтезом трьох підсистем: EPB - що здійснює електронне регулювання гальмівного тиску; ABS - що регулює гальмівний тиск при блокуванні коліс і активізує гальмо-сповільнювач; ASR - що регулює гальмівний тиск на ведучих мостах при проковзуванні коліс;

- електронною пневматичною системою та підвіскою;

- двигуном.

Отже, можна здійснити порівняння даних про показники надійності в рамках однієї марки вантажного автомобіля виходячи зі ступеня їх насиченості бортовими (електронними) системами контролю та діагностики (БСКД).

Тому як об'єкти досліджень були обрані автомобілі MAN F90 і MAN TGX 18.440 з БСКД.

Як відомо, серед найважливіших техніко-експлуатаційних характеристик, які визначають ефективність ТЗ, особливе місце займають показники надійності. Надійність транспортного засобу складається з поєднань властивостей: безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності та збереження. Тому оцінку надійності вантажних автомобілів MAN F90 (далі MAN без БСКД) та MAN TGX 18.440 (далі MAN з БСКД) здійснюємо окремо за показниками окремих властивостей, ґрунтуючись на результатах спостережень за їх експлуатацією.

Визначення показників безвідмовності доцільно здійснювати окремо за інтервалами напрацювання, а також загалом за весь період спостереження. Для цього необхідно всі відмови кожного вантажного автомобіля розподілити за інтервалами напрацювання.

Тоді умовна кількість автомобілів MAN, що працюють у конкретному інтервалі, визначається за формулою:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^N (t_i)}{\Delta t}, \quad (3.1)$$

де  $\sum_{i=1}^N (t_i)$  - сумарне напрацювання всіх вантажних автомобілів в конкретному інтервалі, тис.км;

$\Delta t$  – величина інтервалу, тис.км.

Середня кількість відмов на один вантажний автомобіль MAN в конкретному інтервалі визначаємо за формулою:



$$r_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N r_i(\Delta t)}{N}, \quad (3.2)$$

де  $r_i(\Delta t)$  - кількість відмов  $i$ -го вантажного автомобіля в конкретному інтервалі.

Параметр потоку відмов по інтервалам  $\omega(\Delta t)$ , відмов на тис. км., визначається за формулою:

$$\omega(\Delta t) = \frac{r_{cp}(\Delta t)}{\Delta t}. \quad (3.3)$$

Тоді, середнє значення параметру потоку відмов за весь період спостереження визначається за формулою:

$$\bar{\omega} = \frac{\sum_{i=1}^N r_i}{\sum T}, \quad (3.4)$$

де  $\sum_{i=1}^N r_i$  - сумарна кількість відмов по всіх вантажних автомобілях за період спостереження;

$\sum T$  - сумарне напрацювання всіх вантажних автомобілів за період спостереження, тис. км.

Середнє напрацювання на відмову  $T_0$ , у конкретному інтервалі визначаємо за формулою:



$$T_0 = \frac{1}{\omega(\Delta t)}. \quad (3.5)$$

Тоді середнє напрацювання на відмову по всіх вантажних автомобілях за період спостереження:

$$\bar{T}_0 = \frac{\sum T}{\sum_{i=1}^N r_i} = \frac{1}{\omega}. \quad (3.6)$$

Імовірність безвідмовної роботи в межах конкретного інтервалу визначаємо за формулою:

$$P(t, t + \Delta t) = e^{-\omega(\Delta t) \times \Delta t}. \quad (3.7)$$

З показників ремонтпридатності визначаємо основний – середній час відновлення працездатності.



Розрахунок середнього часу відновлення працездатності ведеться по усім усуненим відмовам у період спостереження за вантажними автомобілями, використовуючи для цього формулу:

$$T_{в.ср} = \frac{\sum_1^N t_{в}}{\sum_1^N r_{від}}, \quad (3.8)$$

де  $\sum_1^N t_{в}$  - сумарний час відновлення працездатності, год;

$\sum_1^N r_{від}$  - сумарна кількість відмов всіх вантажних автомобілів, усунених за період спостереження.

Коефіцієнт готовності - комплексний показник, що характеризує одночасно ремонтпридатність та безвідмовність транспортних засобів визначаємо за формулою:

$$K_1 = \frac{x \times T_0}{x \times T_0 + T_{в.ср}}, \quad (3.9)$$

де  $x$  – коефіцієнт переводу одиниць напрацювання в часи роботи вантажного автомобіля.

Даний коефіцієнт розраховується за формулою:

$$x = \frac{1}{W_T}, \quad (3.10)$$

де  $W_T$  – теоретична продуктивність вантажного автомобіля.

Довговічність об'єктів спостереження оцінюємо напрацюванням до капітального ремонту (КР), а також у -процентним ресурсом. Для цього значення ресурсів вантажних автомобілів (варіаційний ряд) маємо в порядку їх збільшення.

Статистичний ряд інформації складаємо за числовими значеннями інтервалів, середини інтервалів, частоти, дослідної ймовірності (частини) та накопиченої дослідної ймовірності.

Всю інформацію розбиваємо на інтервали, кількість яких визначається за формулою:

$$n = \sqrt{N}, \quad (3.11)$$

де  $N$  – кількість інформації.

Протяжність одного інтервалу  $A$ , тис.км., визначається за формулою:

$$A = \frac{T_{\max} - T_{\min}}{n}, \quad (3.12)$$

де  $T_{\max}$  і  $T_{\min}$  - найбільше та найменше значення ресурсів в статистичному ряду, відповідно.

Протяжність інтервалу заокруглюється в більшу сторону.

Визначаємо основні числові характеристики розподілу ресурсу: середнє значення  $T_{ДР}$ , середнє квадратичне відхилення  $\sigma$  та коефіцієнт варіації  $V$ .

Середнє квадратичне відхилення є абсолютною величиною, а коефіцієнт варіації - відносна величина розсіювання випадкових величин.

Величина зміщення  $t_{зм}$  визначається:

$$t_{зм} = T_{ДР1} - 0,5 \cdot A, \quad (3.13)$$

де  $T_{др1}$  - значення ресурсу в першій точці (найменший ресурс), тис.км.

Число інтервалів та їх протяжність використовуємо для побудови першого рядку статистичного ряду. Другий рядок цього ряду являє собою середину кожного інтервалу. Третій рядок показує частоту  $m_j$ , тобто кількість значень, що потрапили до кожного інтервалу ресурсів. При цьому, якщо на межі двох інтервалів виявиться кілька однакових значень ресурсу, їх порівну розподіляємо між цими інтервалами. У разі виходу одного або кількох значень точок інформації за межі останнього інтервалу збільшуємо довжину інтервалів  $A$ .

Значення ймовірності появи показника надійності у кожному інтервалі  $P_i$  визначаємо за формулою:

$$P_i = \frac{m_i}{N}, \quad (3.14)$$

де  $m_i$  - частота в  $i$ -му інтервалі.

Значення накопичених ймовірностей визначаємо додаванням ймовірностей за інтервалами по формулам:

$$\sum_{i=1}^n P_i = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{N} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{N}, \quad (3.15)$$

Таким чином формуємо всі необхідні рядки статистичного ряду розподілу доремонтних ресурсів вантажних автомобілів MAN.

Далі визначаємо основні числові характеристики розподілу ресурсу: середнє значення  $T_{др}$ , середнє квадратичне відхилення  $\sigma$  та коефіцієнт варіації  $V$ .

Середнє квадратичне відхилення є абсолютною мірою, а коефіцієнт варіації - відносно міру розсіювання випадкових величин.

Середнє значення ресурсу визначаємо за формулою:

$$\bar{T}_{ДР} = \sum_1^n T_{СРi} \times P_i, \quad (3.16)$$

де -  $T_{СРi}$  - значення ресурсу в середині  $i$ -го інтервалу;

$P_i$  - ймовірність в  $i$ -му інтервалі.

Середнє квадратичне відхилення розраховується за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\sum (T_{СРi} \times \bar{T}_{ДР})^2 \times P_i}, \quad (3.17)$$

Коефіцієнт варіації визначається за формулою:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{T}_{ДР} - t_{СМ}}, \quad (3.18)$$

Таким чином, по визначеним показникам можна комплексно визначити рівень надійності об'єктів, що досліджуються.

### 3.2 Розрахунок показників надійності вантажних автомобілів

Був проведений аналіз кількості відмов автомобілів MAN TGX 18.440 та MAN F90, які експлуатуються на ПП «ПлазмаТек-Транс». Кількість відмов автомобілів MAN TGX 18.440 та MAN F90 представлені в табл. 3.1 та 3.2.

Таблиця 3.1 – Кількість відмов автомобілів MAN TGX 18.440 (з БСКД)

Назва показника	Значення показника за етапами				Всього
	1	2	3	4	
Кількість вантажних автомобілів	4	4	4	4	-
Кількість відмов: всього	28	47	43	45	163
в тому числі по групам складності:					
І гр.	7	17	15	17	56
ІІ гр.	15	25	24	25	89
ІІІ гр.	6	5	4	3	18
Середнє число відмов на один вантажний автомобіль	7	11,8	11,0	11,3	41,1
Середньорічне напрацювання на один вантажний автомобіль, тис.км.	335,6	341,1	221,4	208,3	1106,4
Середньорічне напрацювання на відмову, тис.км./відм.	47,9	28,9	20,1	18,4	28,8

Таблиця 3.2 – Кількість відмов автомобілів MAN F90 (без БСКД)

Назва показника	Значення показника за етапами				Всього
	1	2	3	4	
Кількість вантажних автомобілів	4	4	4	4	-
Кількість відмов: всього	33	56	55	54	198
в тому числі по групам складності:					
І гр.	7	18	20	20	65
ІІ гр.	18	33	29	30	110
ІІІ гр.	8	5	6	4	23
Середнє число відмов на один вантажний автомобіль	8,3	14,1	13,7	13,5	49,6
Середньорічне напрацювання на один вантажний автомобіль, тис.км.	160,6	163,3	102,5	99,7	526,1
Середньорічне напрацювання на відмову, тис.км./відм.	19,4	11,6	7,5	7,4	45,9

Як видно з табл. 3.1 та 3.2 за період досліджень у автомобілів MAN без БСКД зафіксовано на 13,32% більше відмов першої групи складності, на 16,0% - другої групи складності та на 16,1% - третьої групи складності порівняно з вантажними автомобілями MAN з БСКД. Середньорічне напрацювання одним автомобілем MAN скорочується на 51,74% і 53,93% для ТЗ без БСКД та з БСКД відповідно, тобто фактично вдвічі. Підсумковий показник загального напрацювання вантажних автомобілів після закінчення дослідження для MAN з БСКД значно вищий (на 47,6%), а сумарна кількість відмов нижче на 17,7% порівняно з автомобілями MAN без БСКД.

Порівняльна характеристика кількості відмов за інтервалами напрацювання представлена на рис. 3.1.

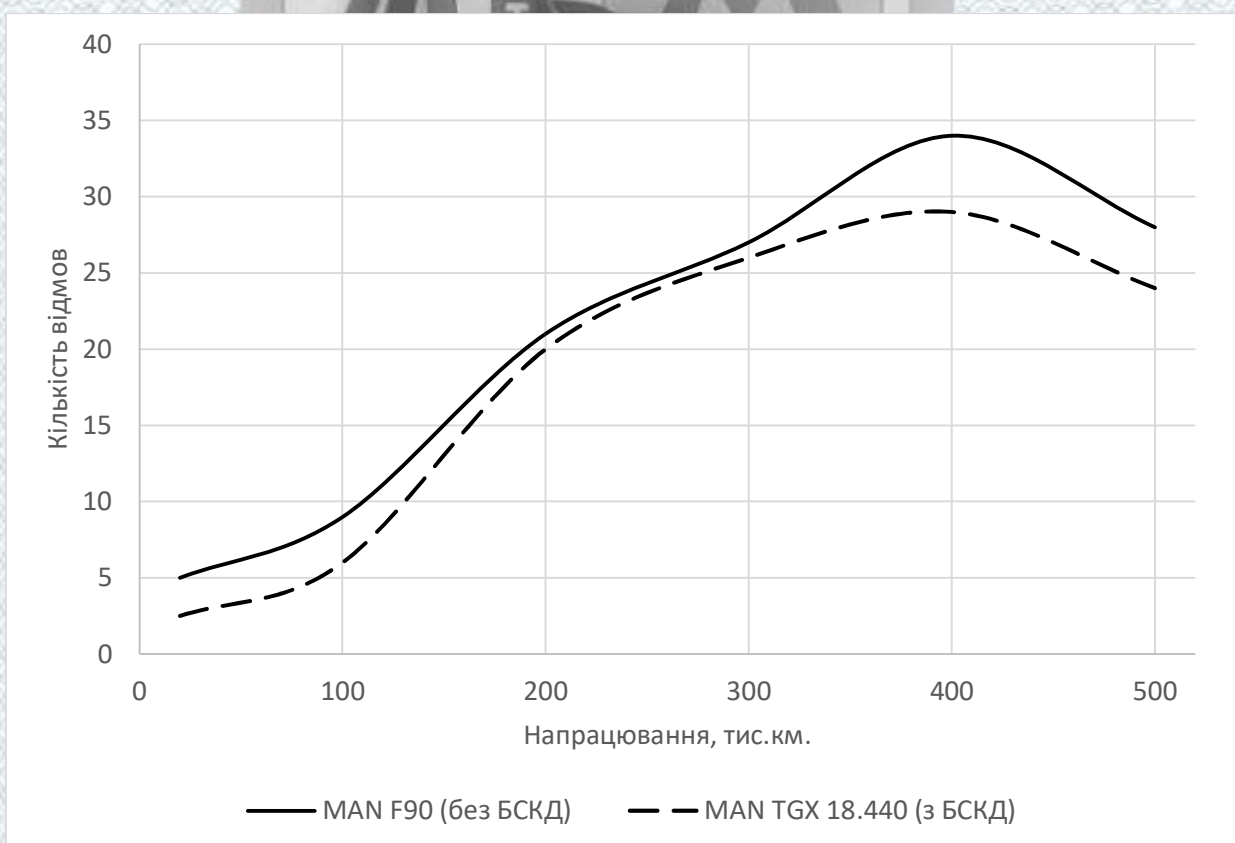


Рисунок 3.1 – Кількість відмов вантажних автомобілів MAN за інтервалами напрацювання

До значення напрацювання 100 тис. км спостерігається значна перевага кількості відмов вантажних автомобілів MAN без БСКД: відмов виникло більше на 46% у порівнянні з автомобілями MAN з БСКД. У подальшому зі збільшенням напрацювання різним чином у відсотковому співвідношенні кількість відмов знижується до 15%. У середньому різниця зростання кількості відмов вантажних автомобілів MAN без БСКД в порівнянні з MAN з БСКД зі збільшенням напрацювання склало 27%.

Порівнюючи кількість відмов за елементами конструкції та систем об'єктів досліджень, слід зазначити, що відсоток відмов двигуна вантажних автомобілів MAN з БСКД нижчий на 9,3% (39,7% від загальної кількості відмов за період спостереження у MAN без БСКД проти 30,4% у MAN з БСКД), відмови трансмісії нижче на 2,8% (16,6% у MAN без БСКД проти 13,8% у MAN з БСКД), відмови несучої системи вище на 0,5% (5,8% у MAN без БСКД проти 6,3% у MAN з БСКД), відмови у електрообладнанні та електроніці вище на 13,7% (13% у MAN без БСКД проти 26,7% у MAN з БСКД), відмови елементів управління та систем (рульове управління, гальмівна система, система підвіски, мости, системи зчеплення для причепів і т.д.) нижче на 1,6% (21,3% у MAN без БСКД проти 19,7% у MAN з БСКД). Виходячи з отриманих даних, можна відзначити позитивний комплексний вплив бортової системи контролю та діагностики на величину відмов щодо окремих конструктивних елементів і систем вантажних автомобілів. Проте відсоток відмов електрообладнання та електроніки вантажних автомобілів MAN з БСКД у 2 рази вищий, що свідчить про незадовільний рівень надійності самої бортової системи контролю та діагностики.

Далі здійснювався розрахунок показників надійності об'єктів досліджень відповідно до методики, представленої в підрозділі 3.1. Здійснюється визначення показників безвідмовності за інтервалами напрацювання, та протягом періоду спостережень.

Показники безвідмовності вантажних автомобілів MAN представлені в табл. 3.3, показники розраховуються за форм. 3.3-3.5.

Таблиця 3.3 – Показники безвідмовності вантажних автомобілів MAN

Назва показника	Значення показника					
	0	100	200	300	400	500
MAN TGX 18.440 (з БСКД)						
Параметр потоку відмов $\omega(\Delta t)$	0,018	0,034	0,095	0,115	0,13	0,12
Середнє напрацювання на відмову $T_0$	55,5	29,4	10,5	8,7	7,7	8,3
MAN F90 (без БСКД)						
Параметр потоку відмов $\omega(\Delta t)$	0,028	0,04	0,108	0,13	0,175	0,152
Середнє напрацювання на відмову $T_0$	35,7	25	9,26	7,7	5,7	6,6

Середнє напрацювання на відмову  $T_0$  розраховуємо за форм. 3.5 та заноситься в тал. 3.3:

$$T_0 = \frac{1}{0,018} = 55,5.$$

Показник середньої кількості відмов одним вантажним автомобілем MAN без БСКД до напрацювання 100 тис. км значно перевищує аналогічний показник автомобілів MAN з БСКД: на 57%. При подальшому зростанні напрацювання різниця зменшується майже в 2 рази: до 32% (при досягненні напрацювання до



600 тис.км). В середньому різниця зростання середньої кількості відмов вантажних автомобілів MAN без БСКД порівняно з MAN з БСКД зі збільшенням напрацювання становила 37,3%. Аналогічні зміни відбуваються з показником параметра потоку відмов вантажних автомобілів MAN залежно від збільшення напрацювання (рис. 3.2).

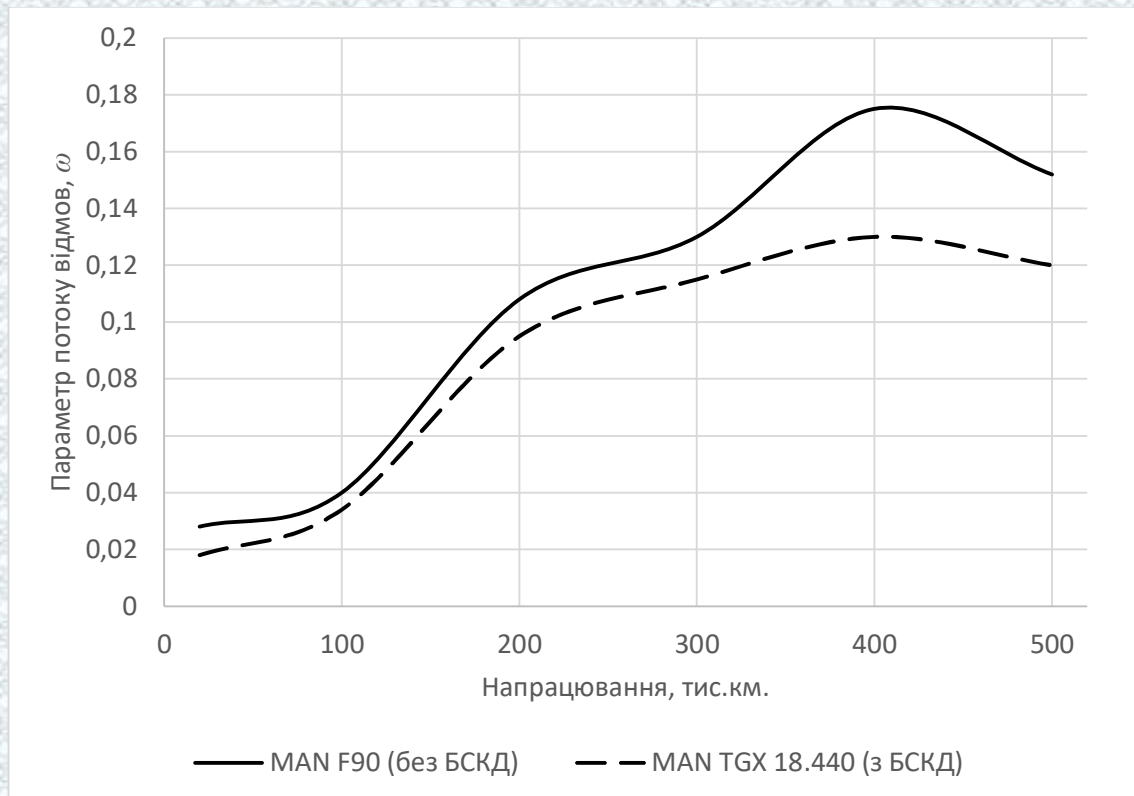


Рисунок 3.2 – Параметр потоку відмов вантажних автомобілів MAN

Як видно з табл. 3.3 та рис. 3.3 середнє напрацювання на відмову для вантажних автомобілів MAN без БСКД та з БСКД зменшується до напрацювання в 400 тис. км. Після напрацювання 400 тис. км. спостерігається незначне збільшення середнього напрацювання на відмову. Загалом показник середнього напрацювання на відмову у MAN з БСКД вище на 20 - 25%.

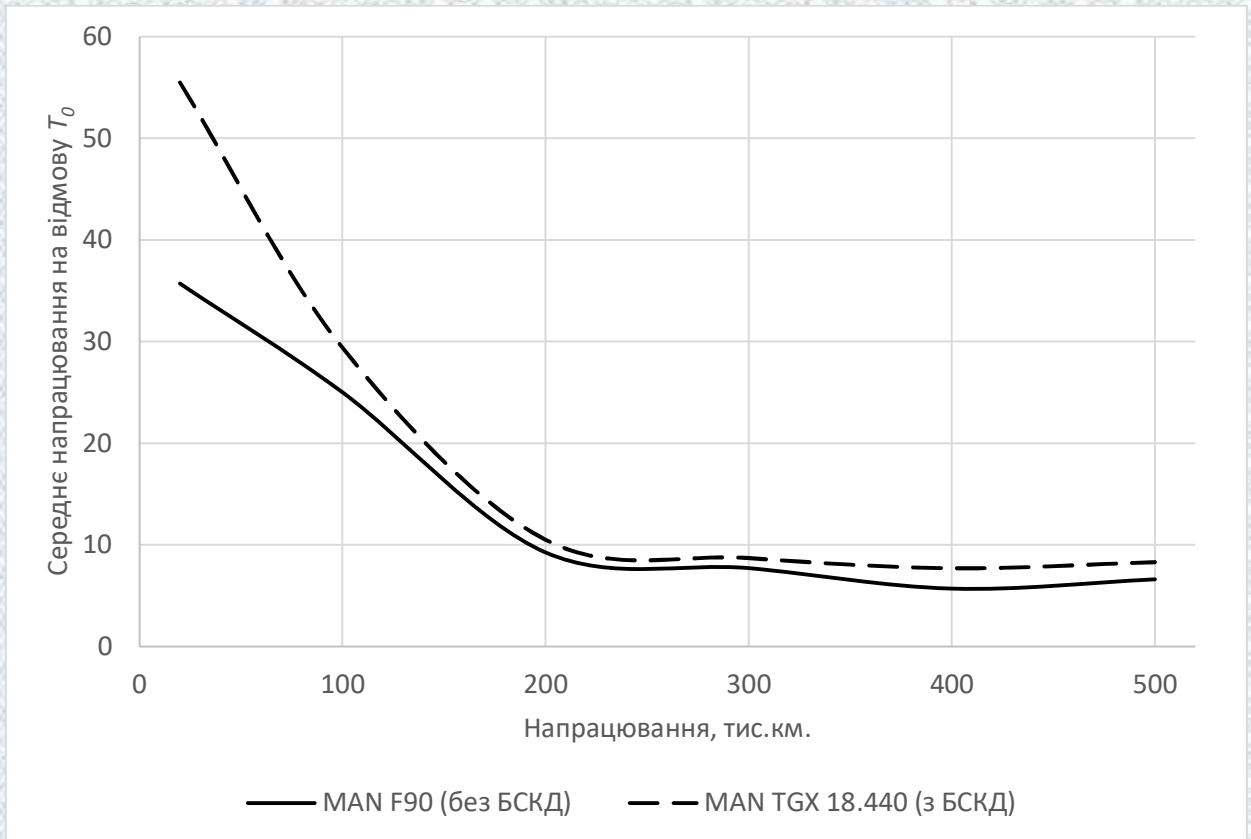


Рисунок 3.3 – Середнє напрацювання на відмову  $T_0$

Для визначення ймовірності безвідмовної роботи в межах інтервалів підставляємо значення у формулу (3.7):

$$P_{з\ БСКД}(t, t + \Delta t) = 2,71^{-0,034 \times 100} = 0,0337,$$

$$P_{без\ БСКД}(t, t + \Delta t) = 2,71^{-0,04 \times 100} = 0,0185.$$

Результати розрахунків представлені на рисунках 3.4 та 3.5. Числове значення даного показника зі збільшенням інтервалу напрацювання незмінно зменшується.

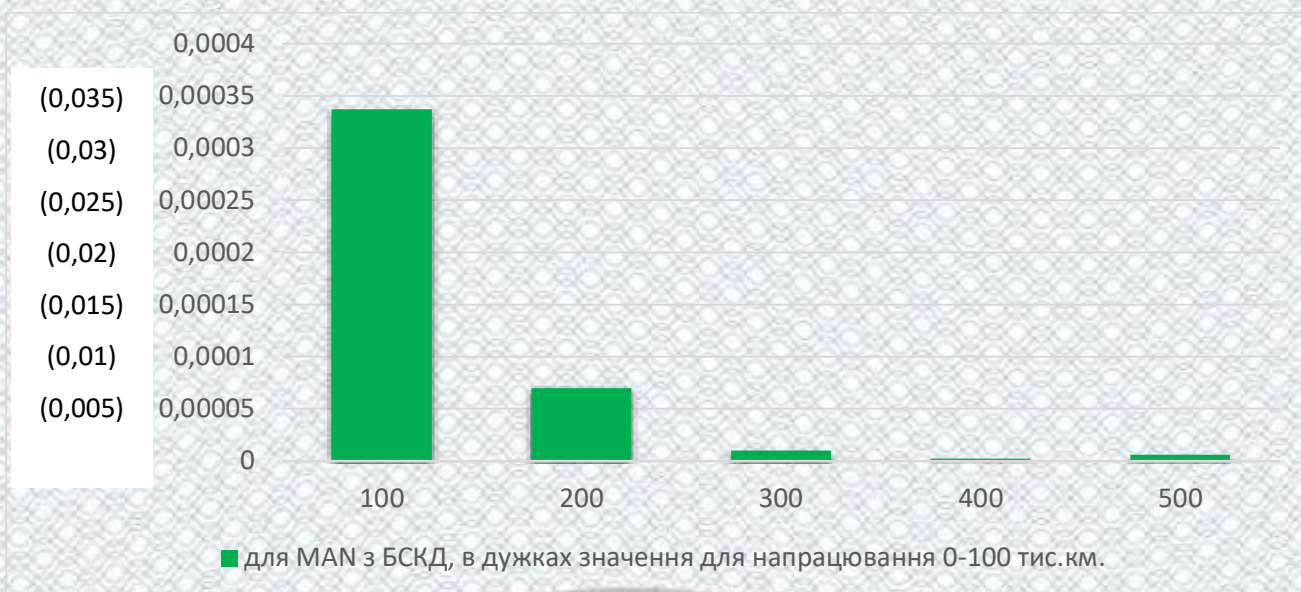


Рисунок 3.4 - Ймовірності безвідмовної роботи вантажних автомобілів  
MAN з БСКД за інтервалами напрацювання

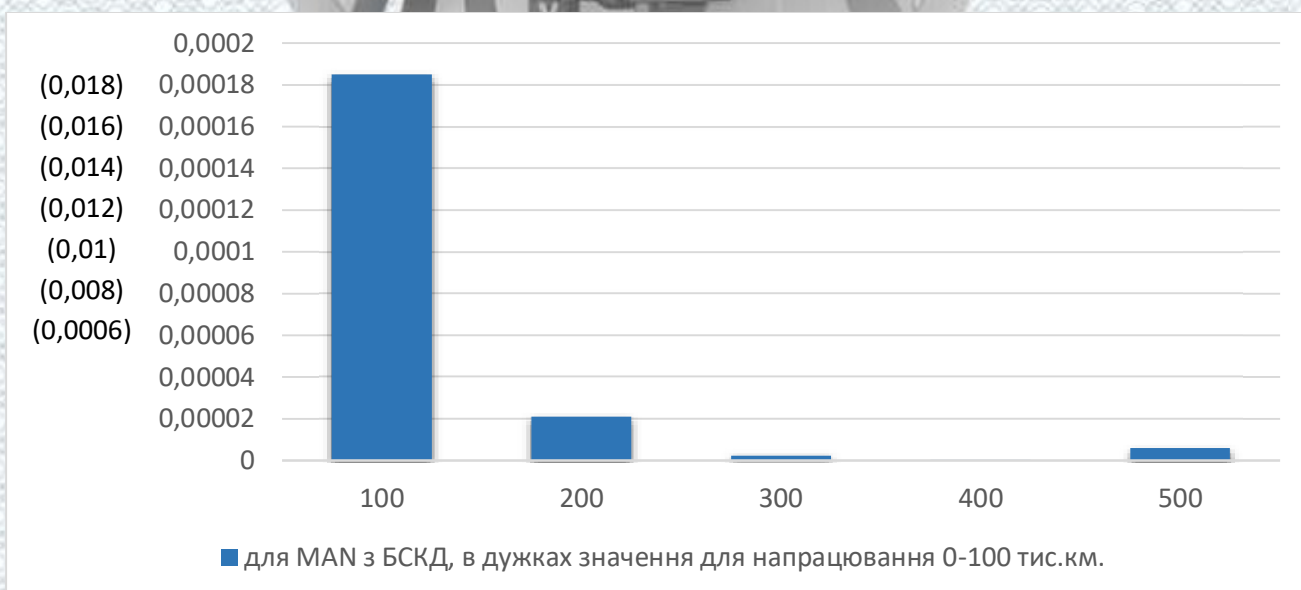


Рисунок 3.5 - Ймовірності безвідмовної роботи вантажних автомобілів  
MAN без БСКД за інтервалами напрацювання

При досягненні напрацювання в 400 тис. км параметр  $P(t, t + \Delta t)$  для вантажних автомобілів MAN без БСКД та з БСКД досягає критичного значення в порівнянні з початковим інтервалом, що показує низький рівень надійності.

Коефіцієнт готовності розраховується за весь період досліджень за формулою (3.9), а також за інтервалами напрацювання, враховуючи, що коефіцієнт переведення одиниць напрацювання в години чистої роботи для вантажних автомобілів MAN дорівнює 1:

$$K_1 = \frac{1 \times 35,7}{1 \times 35,7 + 5,61} = 0,86,$$

де  $T_{в.ср} = 5,61$ .

Стосовно першого інтервалу для вантажних автомобілів MAN без БСКД це означає, що 14% робочого часу в даному інтервалі об'єкт досліджень простоював на усунення наслідків відмов.

З метою аналізу відмов залежно від причини та часу виникнення побудуємо графіки зміни параметра потоку відмов та коефіцієнта готовності по інтервалах напрацювання для досліджуваних вантажних автомобілів MAN з БСКД та MAN без БСКД (рис. 3.6 і 3.7).

На графіку видно область, коли необхідно здійснювати ремонт автомобілів (крива параметра потоку відмов значно перевищує середнє значення). Виходячи з графіків, доцільність проведення ремонтних робіт для вантажних автомобілів MAN без БСКД виникає приблизно через 400 тис.км пробігу, для автомобілів MAN з БСКД відповідно через 450-460 тис.км. Фактично ремонт вантажних автомобілів MAN здійснюється через 650 тис.км та 800 тис.км відповідно.

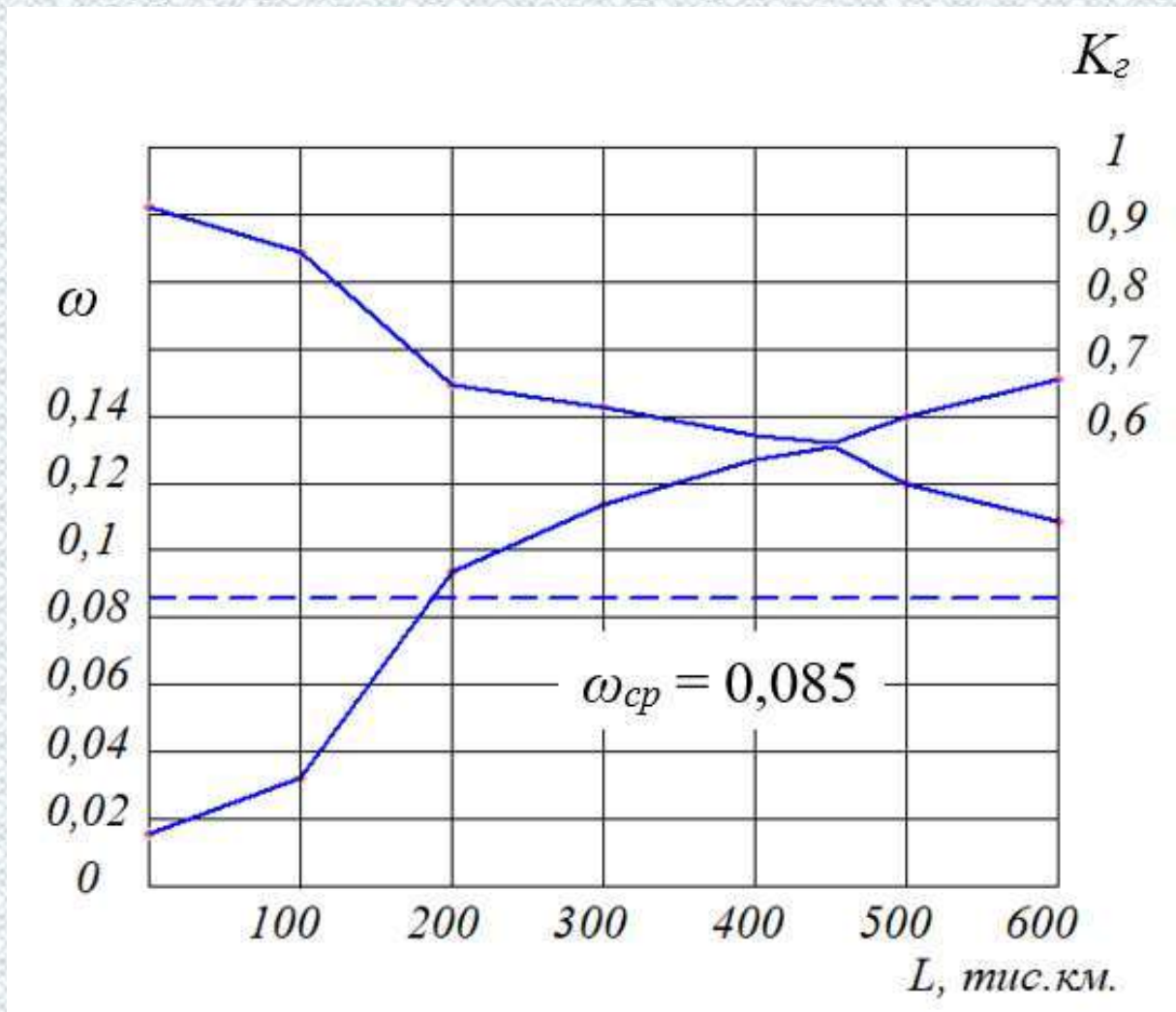


Рисунок 3.6 – Графік зміни параметра потоку відмов  $\omega(t)$  та коефіцієнта готовності  $K_2$  вантажних автомобілів MAN з БСКД за інтервалами напрацювання

Таким чином, на підставі результатів досліджень, можна зробити такі висновки:

- сумарна кількість відмов вантажних автомобілів MAN з БСКД нижче на 17,7% порівняно з MAN без БСКД;
- середнє зростання кількості відмов вантажних автомобілів MAN без БСКД порівняно з MAN з БСКД із збільшенням напрацювання становило 27%;
- показник середньої кількості відмов на одиницю техніки для вантажних автомобілів MAN без БСКД вищий на 25%, ніж аналогічний показник для MAN з

БСКД за інтервалами напрацювання, а збільшення показника зі зростанням напрацювання в середньому вище у MAN без БСКД на 37,3%;

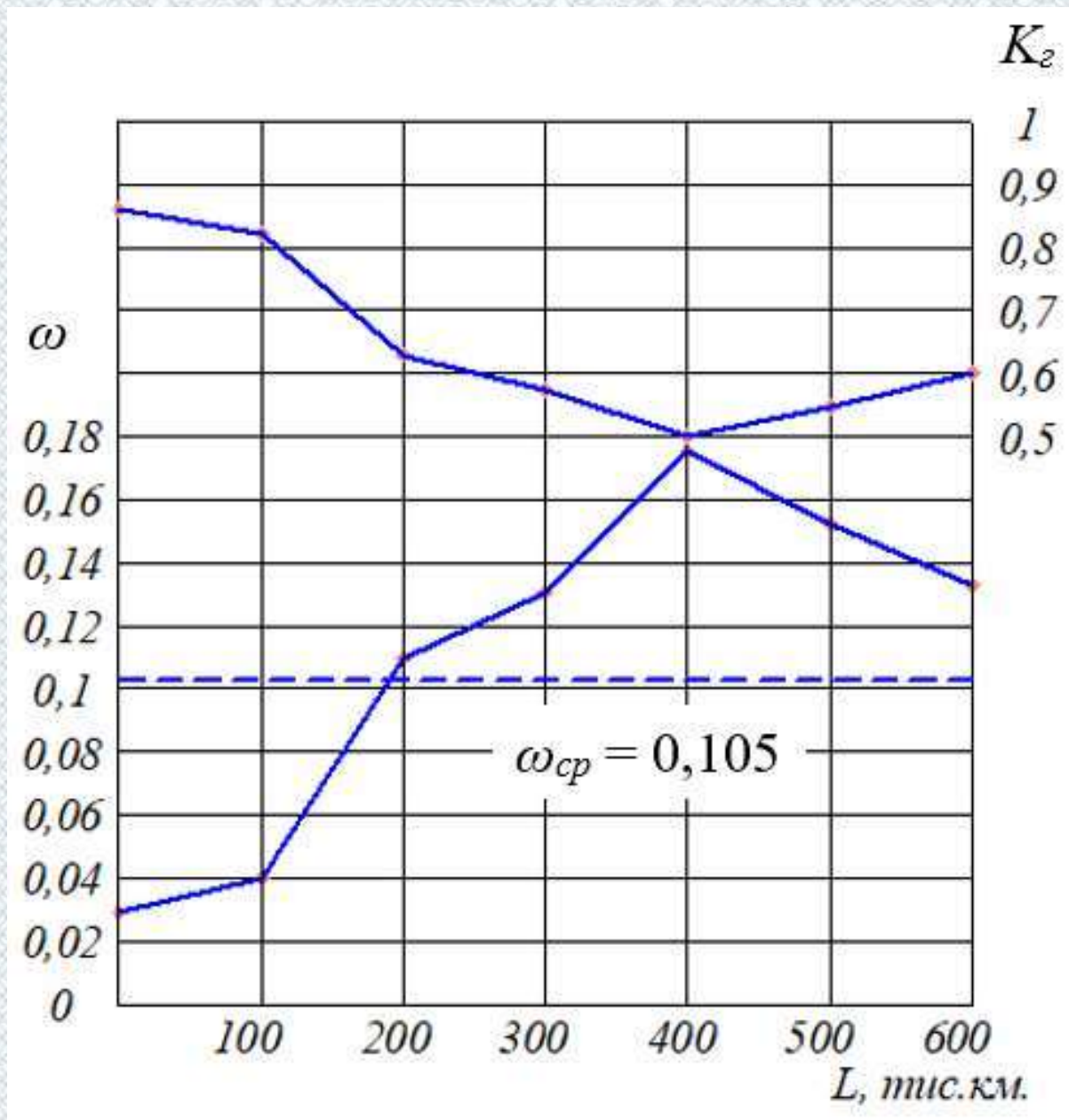


Рисунок 3.7 – Графік зміни параметра потоку відмов  $\omega(t)$  та коефіцієнта готовності  $K_2$  вантажних автомобілів MAN без БСКД за інтервалами напрацювання

- показники середнього значення параметра потоку відмов за весь період випробувань та середнього напрацювання на відмову краще у вантажних автомобілів MAN з БСКД на 23,5%;
- середнє напрацювання на відмову вантажних автомобілів MAN з БСКД зі збільшенням напрацювання в середньому вище на 20-25% відносно автомобілів MAN без БСКД;
- ймовірність безвідмовної роботи вантажних автомобілів MAN з БСКД вище в 1,6 рази на відміну від MAN без БСКД;
- коефіцієнт готовності за період досліджень змінюється в межах 0,86 - 0,5 для вантажних автомобілів MAN без БСКД; 0,91 - 0,58 для MAN з БСКД та в середньому вище у об'єктів з БСКД на 7%.

### **3.3 Оцінка економічної ефективності від застосування системи самодіагностики для вантажних автомобілів**

Необхідною складовою процесу вантажних перевезень за умов сучасних ринкових відносин є підвищення рівня ефективності використання матеріальних, трудових і фінансових ресурсів, і навіть якості транспортування, тобто підвищення рентабельності. У свою чергу цей відносний показник економічної ефективності повністю залежить від економічної ситуації, що складається на ринку, що характеризується рівнем попиту та пропозицій, ринковою активністю, цінами, обсягами продажів, рухом процентних ставок, валютного курсу, заробітної плати, дивідендів.

Об'єктивність оцінки реальна виключно при комплексному підході, що передбачає суперечливість: облік великої кількості факторів та їх внутрішніх та зовнішніх взаємодій, що сприяє виникненню труднощів при системній оцінці з одного боку, і простота, а також практична доступність методологічної складової розрахунків з іншого боку.

Економічна ефективність від застосування системи самодіагностики для вантажних автомобілів досягається за рахунок зменшення витрат на експлуатацію (проведення ремонтних робіт, зменшення простоїв). Цей ефект обумовлений тим, що в результаті своєчасного проведення контрольних-діагностичних і при необхідності регулювальних робіт істотно зменшується інтенсивність зношування вузлів автомобіля. Впровадження запропонованих заходів передбачає вчасне виконання технічних впливів в залежності від технічного стану вузлів, що розглядаються.

Економічний ефект  $E_B$  від зменшення витрат на експлуатацію 1-го вантажного автомобіля за рахунок застосування системи самодіагностики визначається за формулою:

$$E_B = C_0^p - C_6^p - C_{\text{дод.обл}}, \quad (3.19)$$

де  $C_{\text{дод.обл}}$  - вартість розробки та встановлення додаткового обладнання на автомобілі MAN без БСКД, приймаємо  $C_{\text{дод.обл}} = 5000$  грн.;

$C_0^p$ ,  $C_6^p$  – річні загальні витрати на експлуатацію вантажних автомобілів MAN без БСКД та MAN з БСКД, визначаються із виразу:

$$C_0^p = C_{\Sigma TB}^n \cdot L, \quad (3.20)$$

де  $C_{\Sigma TB}^n$  – загальні питомі річні витрати на обслуговування і ремонт вантажних автомобілів MAN без БСКД (MAN з БСКД);

$L$  – середньорічний пробіг вантажних автомобілів.



Загальні питомі річні витрати  $C_{\Sigma TB}^n$  складаються з:

$$C_{\Sigma TB}^n = C_D^n + C_{TO}^n + C_{PP}^n, \quad (3.21)$$

де  $C_D^n = \frac{C_D}{L_D}$ ,  $C_{TO}^n = \frac{C_{TO}}{L_{TO}}$ ,  $C_{PP}^n = \frac{C_{PP}}{L_{PP}}$  - питома разова вартість одного діагностування,

ТО і ПР відповідно;

$C_D$ ,  $C_{TO}$ ,  $C_{PP}$  – разова вартість Д, ТО, ПР;

$L_D$ ,  $L_{TO}$ ,  $L_{PP}$  – напрацювання до проведення Д, ТО, ПР.



Разова вартість технічних впливів визначається за наступною формулою:

$$C_{ТВ} = C_D + t \cdot B, \quad (3.22)$$

де  $t$  - трудомісткість проведення ТО чи ПР,

$B$  - вартість однієї нормо-години обслуговування чи ремонту.

Вартість діагностування  $C_D$  і нормо-години обслуговування чи ремонту вантажних автомобілів  $B$  приймалися у відповідності з встановленими ринковими цінами для і склали 320 і 450 грн. відповідно.

Економічний ефект  $E_B$  від зменшення витрат на експлуатацію 1-го вантажного автомобіля розрахуємо за форм. 3.19:

$$E_e = 52620 - 42278 - 5000 = 5342 \text{ грн.}$$

Таким чином, економічна ефективність від застосування системи самодіагностики для 1-го вантажного автомобіля складає 5342 грн.

ПП «ПлазмаТек-Транс» налічує 4 одиниці вантажних автомобілів MAN без БСКД (MAN F90), тому розрахуємо економічний ефект за умови застосування системи самодіагностики для 4 автомобілів:

$$E_{\text{в газ}} = 5342 \cdot 4 = 21368 \text{ грн.}$$

Отже, економічний ефект від застосування системи самодіагностики на автомобілях ПП «ПлазмаТек-Транс» склав 21368 грн. (зменшення витрат на 10,15%).

### 3.4 Висновки до розділу 3

1. Результати проведених розрахунків показують: сумарна кількість відмов вантажних автомобілів MAN з БСКД нижче на 17,7% порівняно з MAN без БСКД; середнє зростання кількості відмов вантажних автомобілів MAN без БСКД порівняно з MAN з БСКД із збільшенням напрацювання становило 27%; показник середньої кількості відмов на одиницю техніки для вантажних автомобілів MAN без БСКД вищий на 25%, ніж аналогічний показник для MAN з БСКД за інтервалами напрацювання, а збільшення показника зі зростанням напрацювання в середньому вище у MAN без БСКД на 37,3%; показники середнього значення параметра потоку відмов за весь період випробувань та середнього напрацювання на відмову краще у вантажних автомобілів MAN з БСКД на 23,5%; середнє напрацювання на відмову вантажних автомобілів MAN з БСКД зі збільшенням напрацювання в середньому вище на 20-25% відносно автомобілів MAN без БСКД; ймовірність безвідмовної роботи вантажних автомобілів MAN з БСКД вище в 1,6 рази на відміну від MAN без БСКД; коефіцієнт готовності за період досліджень

змінюється в межах 0,86 - 0,5 для вантажних автомобілів MAN без БСКД; 0,91 - 0,58 для MAN з БСКД та в середньому вище у об'єктів з БСКД на 7%.

2. Розраховано економічний ефект від застосування системи самодіагностики на автомобілях ПП «ПлазмаТек-Транс». Економічний ефект досягається за рахунок зменшення витрат на ТО і ремонт, та склав 21368 грн. (зменшення витрат на 10,15%).



## РОЗДІЛ 4

# ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Аналіз умов праці

Аналізуються умови праці при виконанні роботи з діагностування автомобілів.

Шкідливі виробничі фактори, що можуть виникнути на робочих місцях:

- підвищена загазованість та запиленість робочих місць;
- недостатнє освітлення;
- мікроклімат, який не відповідає вимогам;
- випаровування бензину, мастил, гальмівної рідини та ін.
- підвищений рівень шуму та вібрації.

Небезпечні виробничі фактори, що можуть виникнути на робочих місцях:

- частини обладнання, які рухаються;
- ураження електричним струмом напругою 220/380 В;
- падіння предметів;
- наїзд автомобіля;
- при користуванні несправним інструментом або при застосуванні небезпечних
- прийомів праці можливе ураження кінцівок.

Психофізіологічні фактори, що можуть виникнути на робочих місцях:

- фізичні перевантаження (статичні, динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (розумові перевантаження, перевантаження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

## 4.2 Виробнича санітарія

### 4.2.1 Мікроклімат

Роботи, що виконуються на ділянці діагностування переважно, характеризуються як роботи, пов'язані з ходьбою і перенесенням невеликої ваги (до 10 кг), і відносяться до категорії робіт середньої важкості (Пб). Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 значення допустимих нормованих параметрів метеорологічних умов для даної категорії робіт наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Мікроклімат в приміщенні

Період року	Категорія робіт	Температура, С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Факт.	Допус.	Факт.	Допус.	Факт.	Допус.
Хол.	Пб	15-18	21-15	70-75	75	0,3-0,4	<0,4
Тепл.	Пб	20-24	27-26	70-80	75	0,4-0,5	0,2-0,5

Дотримання нормативних метеоумов забезпечується за допомогою опалення та вентиляції в холодний період року, та вентиляції в теплий період року. Теплове опромінення не перевищує нормативне ( $100 \text{ Вт/м}^2$ ) при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла людини.

Максимально допустима для роботи температура поверхонь не повинна перевищувати 45 С.

Шкідливі речовини, які забруднюють повітря, значення їх ГДК, агрегатний стан, клас безпеки та особливості дії на організм людини наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Шкідливі речовини в робочій зоні [18]

Назва шкідливої речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Агрегатний стан	Клас небезпеки	Особливості дії на організм
Азота оксид	5	Пари (або газ)	II	Речовини з гостро-направленим механізмом дії, які потребують автоматичного контролю за їх вмістом в повітрі
Акролеїн	0,2	Пари (або газ)	II	-
Пил мінеральний	4	Аерозолі	III	Речовини, здатні викликати алергічні захворювання в виробничих умовах; аерозолі фіброгенної дії

Дотримання гранично-допустимих значень забезпечується за допомогою загальнообмінної приточно-витяжної та місцевої вентиляції. Вентиляція повинна бути обладнана пиловловлюючим фільтром. Необхідно стежити за своєчасним очищенням пиловловлюючого фільтра.

Система опалення, в холодний та перехідний періоди року, виконана із умов забезпечення температури повітря в приміщеннях на рівні + 15 °С. Опалення централізоване. В якості теплоносія використовується гаряча вода, з температурою 79-95 °С. Джерелом тепlopостачання є зовнішня теплова мережа.

#### 4.2.2 Освітленість

Освітлення приміщення відбувається як природнім, так і штучним методами. Природне освітлення є боковим. Штучне комбіноване - загальне і

місцеве освітлення здійснюється газорозрядними лампами. Норми освітленості дотримуються відповідно до СНіП II-4-79.

Коефіцієнт природного освітлення (КПО) для IV-го світлового поясу;

$$e^{IV} = e^{III} * m * C_k, \quad (4.1)$$

де  $e^{III}_n$  – нормований коефіцієнт природного освітлення для III поясу;

$m$  - коефіцієнт світлового клімату, залежить від географічного розташування об'єкта; для IV пояса  $m = 0,9$ ;

$C_k$  - коефіцієнт, що враховує додатковий світловий потік, який проходить через проїми в приміщення за рахунок прямого і відбитого сонячного світла на протязі року, залежить від азимута (коефіцієнт сонячності клімату складає  $C_k = 1$  ).

Норми і нормовані значення КПО згідно до СНіП II-4-79 наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Норми і нормовані значення КПО

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розпізнання, мм	Розряд зорової роботи	Підрозділ зорової роботи	Контраст об'єкту розпізнання з фоном	Характеристика фона	Штучне освітлення (освітленість, лк)				Природне освітлення, КПО $e''_H, \%$	Сумісне освітлення КПО $e'''_H, \%$
						При комбінованому освітленні		При загальному освітленні			
						Нормат.	дійсне	Нормат.	дійсне		
Середньої точності	Більше 0,5 до 1	IV	A	Малий	темний	750	750	300	300	1,5	0,9

### 4.2.3 Розрахунок загального штучного освітлення

Визначимо висоту підвісу світильників.  $H_{п} = 4,5$  м;

Визначимо відстань між рядами світильників:

$$L = 1.655 \cdot H_{п}; \quad (4.2)$$

$$L = 1,655 \cdot 4,5 = 7,45 \text{ м.}$$

Встановлюємо світильники в два ряди.

Визначимо відстань між стінкою та рядом світильників:

$$I = 0.31 \cdot L; \quad (4.3)$$

$$I = 0.31 \cdot 7.45 = 2.3 \text{ м.}$$

Визначимо відстань між світильниками в ряду. Розмістимо шість світильників в ряду. Прийmemo  $I^* = 3$  м.

Визначимо світловий потік однієї лампи:

$$\Phi_c = \frac{E_H \cdot S \cdot Z \cdot k}{N_{cn} \cdot \eta \cdot N_{лн}} \quad (4.4)$$

де:  $E_H$  - нормована величина штучного загального освітлення, визначається зі СНІП.  $E_H = 200$  лк.

$S$  - площа приміщення, м<sup>2</sup>.

$$S = A \cdot B \quad (4.5)$$

$$S = 18 \cdot 12 = 216 \text{ м}^2$$



$Z$  - коефіцієнт нерівномірності освітлення.  $Z = 1,1$

$K$  - коефіцієнт запасу.  $K = 1,8$

$\eta$  - коефіцієнт світлового потоку, залежить від:

- індексу приміщення

$$I = \frac{A \cdot B}{Hn \cdot (A + B)}, \quad (4.6)$$

$$I = \frac{18 \cdot 12}{5 \cdot (18 + 12)} = 1.44.$$

Коефіцієнт відбиття стелі, стін та підлоги - прийmemo пофарбування стелі в білий колір, стін - в світлозелений; підлогу в сірий:

- типу світильника - встановлюємо світильник з люмінісцентними лампами типу ЛПП-01 (в світильнику 4 лампи).

$N$  - кількість світильників

$N = 12$  шт.

$n$  - кількість ламп в світильнику

$n = 4$  шт.

$$\Phi_n = \frac{200 \cdot 216 \cdot 1,1 \cdot 1,8}{12 \cdot 4 \cdot 0,3} = 5940 \text{ лм.}$$

Вибираємо стандартну люмінісцентну лампу типу ЛДЦ 80-4 потужністю- 80 Вт і світловим потоком 6900 лм

$$\Phi_{л.ст} = (0,9 \dots 1,2) \cdot \Phi_n;$$

$$\Phi_{л.ст} = (0,9 \dots 1,2) \cdot 5940 = 5348 \dots 7128 \text{ лм.}$$

Проводимо перевірочний розрахунок:

$$E_c = \frac{6900 \cdot 12 \cdot 4 \cdot 0.3}{216 \cdot 1.1 \cdot 1.8} = 232 \text{ лк.}$$

Таким чином, норми штучного освітлення дотримано.

#### 4.2.4 Шум

В робочій зоні джерелами шуму є працюючі двигуни технологічного обладнання.

Допустимі рівні звукового тиску для широкосмугового шуму в октавних смугах частот і дійсні значення рівня звукового тиску в зоні відповідно до СНіП 3223-85 наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Допустимі рівні звукового тиску для широкосмугового шуму в октавних, смугах частот і дійсні значення рівня звукового тиску

Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах із середніми частотами									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	99	87	82	78	75	73	71	69	80

Необхідно використовувати шумопоглинаючі матеріали або конструкції для зменшення рівня шуму, звукопоглинаюче облицювання стін та стелі дозволяє знизити рівень шуму на 6..8 дБ, звукоізоляційною огорожею є всі корпуси машин та агрегатів.

### 4.2.5 Вібрація

Джерелами вібрації на ділянці є технологічне обладнання. Для попередження негативного впливу вібрацій на працюючих допускаються такі граничні величини відповідно ГОСТ 12.1012-90, які наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Санітарні норми одночисельних показників вібраційної навантаження оператора при тривалості зміни 8 год.

Вид Вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Нормативні, коректовані по частоті та еквівалентні коректовані значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкості	
			$\alpha_H$ ,	$L_{CH}$ , дБ	$V_H \cdot 10^{-2}$ , м/с	$L_{VH}$ , дБ
Локальна	-	$X_\Lambda, Y_\Lambda, Z_\Lambda$	2.0	126	2.0	112
Загальна	3 тип "а"	$X_0, Y_0, Z_0$	0.1	100	0.2	92

Віброізоляція зменшує рівні вібрацій, що передаються від джерела на тіло робітника. Вона здійснюється введенням поміж джерелом вібрацій і працюючим проміжного пружного зв'язку. Наприклад, фундамент машин, споруджений на пружних прокладках, або встановлюються на віброізолюючих опорах.

### 4.3 Техніка безпеки

Приміщення повинно відповідати таким вимогам :

- підлога виготовляється з неіскроутворюючих вогнетривких матеріалів;
- двері повинні бути вогнетривкими і відкриватися на зовні;
- стіни приміщення також будуються з вогнестійких матеріалів;

- опалення повинно бути водяне або парове;
- вентиляція застосовується припливно-витяжна та місцева;
- дроти освітлювальної та силової ліній повинні бути в трубах з герметичною арматурою; розетки для переносних ламп повинні мати напругу 36 В;

Для виключення травматизму від ураження електричним струмом електричні дроти обладнання повинні бути у металевому рукаві або металеві й трубі. Усе електрообладнання занулюється,

Робітники мають здавати один раз в три місяці екзамен.

До робіт на обладнанні допускаються персонал, що пройшов необхідну підготовку,

Не допускається виконувати роботу на несправному інструменті.

Опір ізоляції дротів первинних ланцюгів живлення відносно ненапругованих частин стенду повинно бути не менш 1 МОм.

### **4.3.1 Електробезпека**

Згідно з ГОСТ 12.1.013 - 78 необхідно щоб:

- струмопроводжучі частини повинні бути ізольовані, огороженні або розміщені в місцях, недоступних до дотикання до них;
- світильники загального освітлення, приєднанні до джерела живлення (електромережі) напругою 127 і 220 В, повинні встановлюватися на висоті не менше 2,5 м. від рівня землі, підлоги. При висоті підвісу менше 2,5 м. світильники повинні приєднуватися до мережі напругою не більше 42 В,
- електроустановки повинні бути занулені.

Умови роботи особливо небезпечні для ураження людей електричним струмом тому обладнання потрібно виконувати у вибухонебезпечній формі, а всі дроти освинцьовані.

#### 4.4 Пожежна безпека

Більшість приміщень віднесені до категорії В (пожежо-небезпечні виробництва), а будівля, де вони розміщуються, має 1-й ступінь вогнестійкості - незгораємі стіни, перегородки і покриття з межею вогнестійкості не менш 1 години (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 - Межі вогнестійкості будівельних конструкцій

Ступінь вогнестійкості	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій, год							
	Стіни				Колони	Плити, настили, переkritтя	Елементи покриттів	
	Несучі клітини, сходи	самонесучі і	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі			Плити, настили	Балки, ферми
1	2.5	2.0	2.5	2.5	1.5	2.0	2.0	2.0

Основними причинами виникнення пожеж, є коротке замикання в електропровідниках, самозаймання ганчір'я, паління в недозволених місцях, розряди блискавки і порушення правил пожежної безпеки.

Обладнання повинно бути виконано в вибухобезпечному виконанні. Необхідно своєчасно проводити протипожежний інструктаж і встановлювати жорсткий протипожежний режим. Для паління відводяться та обладнуються спеціальні місця.

Для використаного обтирочного матеріалу передбачають металеві ящики з кришками та. цей матеріал зберігається не більше однієї зміни.

Для запобігання пожежі від короткого замикання в провідниках їх. необхідно розміщувати в металевих трубах, або гнучких, металевих кожухах,

Для захисту від блискавок, застосовують металеві стержні, які розташовані вище даху приміщення та з'єднані із землею дротом, Для оповіщення відповідних служб про пожежу застосовують телефони та теплові повідомлювачі максимальної дії ДІЛ, які спрацьовують, коли температура, навколишнього середовища досягає критичної.

#### **4.5 Висновки до розділу 4**

1. Розглянуто основні питання охорони праці Було проведено аналіз праці робітників технічні рішення з виробничої санітарії, а саме було проаналізовано мікроклімат та склад повітря, оцінено освітлення, шум та вібрацію робочої зони.

2. Було прийнято технічні рішення з пожежної безпеки. Для цього було проаналізовано виробниче приміщення та будівля, і на основі цих значень були прийняті рішення щодо запобігання пожежі та протипожежних засобів.

## ВИСНОВКИ

1. В результаті проведення аналізу причин зниження надійності транспортних засобів, встановлено, що оптимальним способом підвищення надійності (реального досягнення об'єктом свого заявленого ресурсу) є моніторинг зміни різних параметрів з метою недопущення виникнення відмов.

2. Встановлено зв'язок між структурними та діагностичними параметрами, здійснено аналіз засобів технічного діагностування. Визначено, що найбільш перспективним варіантом діагностування для отримання інформації про технічний стан вантажних автомобілів є своєрідний синтез вбудованих та додаткових засобів технічного діагностування.

3. Здійснено аналіз діяльності та загальну характеристику приватного підприємства «ПлазмаТек-Транс». Здійснено аналіз рухомого складу підприємства.

4. Встановлено, що основною причиною недосягнення ТЗ заявленого заводом-виробником ресурсу, як наслідок, незадовільної надійності є відмови різних груп складності. Забезпечення транспортних засобів (в тому числі вантажних автомобілів) бортовими засобами контролю є найбільш перспективним способом запобігання виникненню відмов та підвищення надійності об'єктів в цілому.

5. Оптимальним варіантом підвищення надійності та досягнення заявленого ресурсу для вантажних автомобілів, що експлуатуються в транспортно-експедиторській сфері, є система самодіагностики. Встановлено, що найкращим виконанням система самодіагностики є її формування з готових комплектуючих.

6. Результати проведених розрахунків показують: сумарна кількість відмов вантажних автомобілів MAN з БСКД нижче на 17,7% порівняно з MAN без БСКД; середнє зростання кількості відмов вантажних автомобілів MAN без БСКД порівняно з MAN з БСКД із збільшенням напрацювання становило 27%; показник

середньої кількості відмов на одиницю техніки для вантажних автомобілів MAN без БСКД вищий на 25%, ніж аналогічний показник для MAN з БСКД за інтервалами напрацювання, а збільшення показника зі зростанням напрацювання в середньому вище у MAN без БСКД на 37,3%; показники середнього значення параметра потоку відмов за весь період випробувань та середнього напрацювання на відмову краще у вантажних автомобілів MAN з БСКД на 23,5%; середнє напрацювання на відмову вантажних автомобілів MAN з БСКД зі збільшенням напрацювання в середньому вище на 20-25% відносно автомобілів MAN без БСКД; ймовірність безвідмовної роботи вантажних автомобілів MAN з БСКД вище в 1,6 рази на відміну від MAN без БСКД; коефіцієнт готовності за період досліджень змінюється в межах 0,86 - 0,5 для вантажних автомобілів MAN без БСКД; 0,91 - 0,58 для MAN з БСКД та в середньому вище у об'єктів з БСКД на 7%.

7. Розраховано економічний ефект від застосування системи самодіагностики на автомобілях ПП «ПлазмаТек-Транс». Економічний ефект досягається за рахунок зменшення витрат на ТО і ремонт, та склав 21368 грн. (зменшення витрат на 10,15%).

8. Розглянуто основні питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Було проведено аналіз праці робітників технічні рішення з виробничої санітарії, а саме було проаналізовано мікроклімат та склад повітря, оцінено освітлення, шум та вібрацію робочої зони.

9. Було прийнято технічні рішення з пожежної безпеки. Для цього було проаналізовано виробниче приміщення та будівля, і на основі цих значень були прийняті рішення щодо запобігання пожежі та протипожежних засобів.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кадинський В.О. Аналіз та перспективи розвитку бортових систем контролю та діагностики транспортних засобів // В.О. Кадинський, Д.О. Галушак / Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи: Матеріали всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції. – ВНТУ, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2022/schedConf/presentations>
2. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. — К.: Знання-Прес, 2003. — 511 с.
3. Кулик Г. И. Оценка параметров надежности системы по графу отказов / Г. И. Кулик, Г. С. Пашковский, К. А. Юрченко // Надежность и контроль качества. - 1990. - №3 - с. 10-13.
4. Гришин Ю. П. Динамические системы, устойчивые к отказам / Ю. П. Гришин, Ю. М. Казаринов. - М.: Радио и связь. - 1985. - 115 с.
5. Дынько А. В. Диагностика неисправностей автомобилей / А. В. Дынько. - М.: ТИД Континент-Пресс. - 2001.-384 с.
6. Ольшевский С. Н. Комплексный контроль технического состояния ДВС по параметрам переходных процессов: автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.20.03., 2005 - 20 с.
7. Павленко В.М. Вдосконалення процесу моніторингу транспортних засобів із використанням телематичних систем / В.М. Павленко // Вестник ХНАДУ. Сб. науч. трудов, 2016. Вып. 75. С. 139-144.
8. Denton T. Automobile electrical and electronic systems / T. Denton. -In: SAE.- 2000.-412 pp.
9. Frank P. Fault diagnosis in dynamic systems using analytical and knowledge-based redundancy / P. Frank. - NY.: Automatica. - 1995. - 474 pp.
10. Аринин И.Н. Диагностирование технического состояния автомобиля.-М: Транспорт, 1978; - 176 с.

11. Крамаренко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / 2-е изд., перераб. и под. М.: Транспорт, 1983.-488с.
12. Крамаренко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей.-М.: Транспорт, 1972.-440С.
13. Канарчук В.Є., Лудченко ОА., Чигринець АД. Експлуатаційна надійність авто мобілів: Підручник: У 2 ч., 4 кн. — К.: Вища шк., 2000. — Ч. 1: кн. 1. — 609 с, кн. 2. - 458 с; Ч. 2: кн. 3. - 321 с, кн. 4. - 552 с.
14. Кузнецов Е.С. Теоретические и нормативные основы технической эксплуатации сервиса автомобилей: тех. состояние и методы обеспечения работоспособности автомобилей. МАДИ ТУ-М, 2000.-56с.
15. Законодавство України. [Електронний ресурс]: Про затвердження Технічного регламенту з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/643-2013-%D0%BF>
16. Грабар І. Г. Основи надійності машин: Навчальний посібник. - Житомир: ЖГП, 1998. - 298 с.
17. Мигаль В. Д. Інтелектуальні системи в технічній експлуатації автомобілів: монографія / В. Д. Мигаль. Х.: Майдан, 2018. - 262 с.
18. Карташов В. П. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей [Текст] / В. П. Карташов, В. М. Мальцев. - М.: Транспорт. -1974.-215 с.
19. Клюев В.В. Технические средства диагностирования: Справочник / В. В. Клюев, П. П. Пархоменко, В. Е. Абрамчук. - М.: Машиностроение. - 1990. — 672 с.
20. Канарчук В.Є., Дудченко ОА. Система забезпечення роботоздатності автотранс-портних засобів: Навч. посіб. — К.: НМК БО, 1991. — 216 с.
21. Коршунов А. П. Об оценке эффективности техники в условиях недостаточности исходной информации [Текст] / А. П. Коршунов // Техника в сельском хозяйстве. - 1998. - №5. -с. 12.

22. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Наказ МНС України від. 09.07.2012 року № 964. Держгірпромнагляд, 2012.-110 с.

23. Сивко В.Й. Розрахунки з охорони праці / В.Й. Сивко. Житомир: ЖІТІ 2001. – 152 с.

24. Закон України. Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. № 1809-III від. 08.06. 2000 року.

25. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. – К.; «Основа». 2011. – 551 с.



Додаток А  
(обов'язковий)

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

ПОГОДЖЕНО

Керівник або заступник

(назва підприємства або ініціали та

прізвище)

(підпис)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. С.В. Цимбал

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**

**на виконання магістерської кваліфікаційної роботи**  
на тему: Підвищення ефективності експлуатації автомобілів  
приватного підприємства «ПлазмаТек-Транс» застосуванням  
системи самодіагностики

08-29.МКР.106.00.000.ТЗ

Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри АТМ  
наук. ступінь, вчене звання (посада)

\_\_\_\_\_ Галушак Д.О.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Студент групи \_\_\_\_\_

1АТ-20м

назва групи

\_\_\_\_\_ Кадинський В.О.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Вінниця 2021 р.

**1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)**  
наказ № 277 по ВНТУ від «24» вересня 2021 р. про затвердження теми МКР.

## **2. Мета і призначення магістерської кваліфікаційної роботи**

Магістерська кваліфікаційна роботи призначена для вирішення питань підвищення ефективності експлуатації автомобілів.

**Мета роботи:** підвищення надійності вантажних автомобілів застосуванням системи самодіагностики.

*Для виконання МКР необхідно розв'язати такі задачі:*

- встановити причини зниження надійності транспортних засобів;
- здійснити оцінку системи технічного обслуговування з точки зору забезпечення працездатності вантажних автомобілів та їх надійності;
- розробити функціональну схему системи самодіагностики вантажних автомобілів;
- здійснити вибір об'єктів дослідження та визначити основних показників, що характеризують надійність об'єктів досліджень;
- здійснити розрахунок показників надійності вантажних автомобілів;
- здійснити оцінку економічної ефективності від застосування системи самодіагностики для вантажних автомобілів.

## **3. Вихідні дані для написання магістерської кваліфікаційної роботи**

Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – автомобілі MAN TGX 18.440, MAN F90; об'єкт дослідження – процес діагностування вантажних автомобілів; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

#### 4. Виконавець МКР – Кадинський В.О., ст. гр. 1АТ-20м.

#### 5. Вимоги до виконання МКР

В процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи потрібно — встановити причини зниження надійності транспортних засобів; здійснити оцінку системи технічного обслуговування з точки зору забезпечення працездатності вантажних автомобілів та їх надійності; розробити функціональну схему системи самодіагностики вантажних автомобілів; здійснити вибір об'єктів дослідження та визначити основних показників, що характеризують надійність об'єктів досліджень; здійснити розрахунок показників надійності вантажних автомобілів; здійснити оцінку економічної ефективності від застосування системи самодіагностики для вантажних автомобілів.

#### 6. Етапи МКР і терміни їх виконання

Етапи МКР	Зміст етапу	Термін виконання	Очікувані результати
Вибір напрямку дослідження	<ul style="list-style-type: none"> <li>Добір, вивчення та узагальнення наукової та статистичної інформації</li> <li>Розгляд можливих напрямів досліджень та їх оцінювання</li> <li>Вибір напрямку дослідження</li> <li>Обґрунтування прийнятого напрямку дослідження</li> <li>Розроблення, погодження і затвердження ТЗ на МКР</li> </ul>	27.09-04.10.2021	розгорнутий план МКР
Основна частина роботи	<ul style="list-style-type: none"> <li>Способи підвищення надійності вантажних автомобілів та аналіз функціонування приватного підприємства «Плазматек-Транс»</li> </ul>	05.10-12.10.2021	Розділ 1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Розробка бортової системи контролю та діагностики транспортних засобів</li> </ul>	13.10-31.10.2021	Розділ 2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Визначення впливу застосування системи самодіагностики для вантажних автомобілів на показники надійності та оцінка економічної ефективності</li> </ul>	01.11-15.11.2021	Розділ 3
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</li> </ul>	08.11-21.11.2021	Розділ 4

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Складання висновків за результатами досліджень</li> </ul>	16.11-30.11.2021	Висновки МКР
Узагальнення результатів досліджень, підготовка до захисту роботи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Узагальнення результатів теоретичних та аналітичних досліджень та написання доповіді на захист МКР</li> <li>• Оформлення ілюстративного матеріалу, реферату, підготовка презентації МКР в редакторі Microsoft Office PowerPoint.</li> <li>• Одержання відзиву наукового керівника та рецензії</li> </ul>	01.12-08.12.2021	Ілюстративний матеріал, презентація

## 7. Очікувані результати

На основі одержаних наукових результатів розробити функціональну схему системи самодіагностики вантажних автомобілів на прикладі транспортних засобів приватного підприємства «ПлазмаТек-Транс».

## 8. Матеріали, які подають після завершення написання МКР та її етапів

Переплетена пояснювальна записка магістерської кваліфікаційної роботи; графічний матеріал; відгук керівника; рецензія зовнішнього рецензента.

## 9. Порядок приймання МКР та її етапів

Результати магістерської кваліфікаційної роботи розглядаються на процентовках керівником роботи та завідувачем кафедри відповідно до етапів роботи та термінів їх виконання; проводиться попередній захист роботи та офіційний захист магістерської кваліфікаційної роботи.

Дата початку роботи – 27 вересня 2021 р.

Граничний термін закінчення робіт – 8 грудня 2021 р.

Додаток Б  
(обов'язковий)



**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА**  
**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ**  
**ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ПЛАЗМАТЕК-ТРАНС» ЗАСТОСУВАННЯМ**  
**СИСТЕМИ САМОДІАГНОСТИКИ**