

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГИЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

КВАЛІФІКАЦІЙНА Р О Б О Т А

Освітнього ступеня «Магістр»

на тему: **„ Удосконалення технічного рівня та функціональної
якості послуг технічного сервісу автомобілів ”**

Виконав: студент 6 курсу групи Ат-62
Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Марчак Олександр Вадимович
(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Василь РИС
(Прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доц. Степан ХІМКА
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГИЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА
“ 28 ” лютого 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту
Марчаку Олександру Вадимовичу

1. Тема роботи: „ Удосконалення технічного рівня та функціональної якості послуг технічного сервісу автомобілів ”

Керівник роботи: Рис Василь Іванович, к.т.н., доц.

Затверджена наказом по університету 28.02.2025 року № 140/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 05.12.2025 року.

3. Вихідні дані: Науково-технічна література з питань надійності автомобілів. Показники стану охорони праці в базовому підприємстві.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

ВСТУП

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ АВТОМОБІЛІВ

2. МЕТОДИКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

3. РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
5	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри інженерної механіки			

7. Дата видачі завдання: 28.02.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	Написання розділу: «Аналіз сучасного стану технічного сервісу автомобілів»	28.02.25-28.03.25	
2.	Виконання розділу «Методика та організація дослідження»	29.03 25-30.05.25	
3.	Виконання розділу «Розрахунково-аналітична частина та результати досліджень»	31.05.25-01.07.25	
4.	Написання розділу: «Охорона праці та захист довкілля»	02.07.25-31.08.25	
5.	Написання розділу: «Економічне обґрунтування удосконалення системи технічного сервісу»	01.09.25-24.11.25	
6.	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки	25.11.25-30.11.25	
7.	Завершення роботи в цілому	01.12.25-5.12.25	

Студент _____ Олександр МАРЧАК
(підпис)

Керівник роботи _____ Василь РИС

АНОТАЦІЯ

Марчак О. В. «Удосконалення технічного рівня та функціональної якості послуг технічного сервісу автомобілів». Кваліфікаційна робота. Дубляни. Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2025. 85 с.

табл. 10; рис. 16; бібліогр. джерел 24.

У магістерській роботі виконано комплексне дослідження процесу технічного сервісу вантажних автомобілів та обґрунтовано методичні і організаційно-технологічні рішення, спрямовані на підвищення ефективності та якості комплексного технічного обслуговування. Робота містить аналітичний огляд сучасного стану системи сервісного обслуговування, розроблення методики оцінювання трудомісткості, тривалості та надійності робіт, розрахунок показників якості та економічної ефективності вдосконаленого технологічного процесу.

У першому розділі наведено теоретичні засади функціонування системи технічного сервісу, визначено роль технічного обслуговування у забезпеченні надійності та технічної готовності вантажного автотранспорту, подано класифікацію видів сервісних робіт та розглянуто сучасні тенденції розвитку сервісних центрів.

Другий розділ присвячено формуванню методики дослідження. Розроблено алгоритми та структурні схеми аналізу технології комплексного технічного обслуговування, створено математичні моделі визначення нормативних і фактичних витрат часу, а також критерії оцінювання рівня якості сервісних послуг.

У третьому розділі виконано розрахунок трудомісткості, тривалості та простою транспортного засобу, оцінено якість виконання технічного обслуговування та визначено інтегральний показник якості. Проведено порівняння результатів до і після удосконалення, що дозволило кількісно оцінити ефективність запропонованих змін.

Четвертий розділ містить аналіз питань охорони праці, безпеки під час виконання робіт та екологічних аспектів функціонування сервісного центру. Розглянуто заходи щодо зменшення ризиків травмування, мінімізації впливу технічного обслуговування на довкілля та дотримання вимог чинних нормативних актів.

У п'ятому розділі проведено економічне обґрунтування результатів удосконалення. Визначено, що зменшення трудомісткості на 0.54 нормо-години, скорочення простою на 1.68 години та зниження повторних звернень до 5 % забезпечують загальний річний економічний ефект у розмірі близько 957.6 тис. грн. Розраховано, що інвестиції у модернізацію сервісного центру окупаються за 1.9–2.5 місяця.

Результати дослідження підтверджують ефективність запропонованої методики удосконалення системи технічного сервісу. Запропонований підхід дозволяє підвищити продуктивність сервісних постів, зменшити експлуатаційні втрати автотранспортних підприємств і забезпечити належний рівень якості та надійності обслуговування вантажних автомобілів.

Ключові слова: технічне обслуговування, вантажні автомобілі, технічний сервіс, трудомісткість, якість обслуговування, економічна ефективність, надійність, простої, сервісний центр.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ АВТОМОБІЛІВ	11
1.1. Роль та значення технічного сервісу в системі експлуатації вантажного автотранспорту	11
1.2. Класифікація та особливості послуг технічного сервісу вантажних автомобілів.....	14
1.2.1. Технічне обслуговування вантажних автомобілів.....	14
1.2.2. Діагностичні роботи.....	17
1.3. Сучасні тенденції розвитку сервісних центрів вантажних автомобілів.....	21
1.4. Основні проблеми та недоліки сервісного обслуговування вантажних автомобілів.....	25
1.5. Нормативно-правове та методичне забезпечення технічного сервісу	28
Висновки до розділу 1	30
2. МЕТОДИКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	32
2.1. Об'єкт, предмет та загальна концепція дослідження	32
2.2. Методичний підхід до аналізу трудомісткості комплексного технічного обслуговування.....	32
2.3. Методика визначення тривалості обслуговування та простою автомобіля.	33
2.4. Методика оцінювання якості технічного обслуговування	33
2.5. Методика оптимізації процесу комплексного технічного обслуговування.	37
2.6. Блок-схема методики дослідження	38
Висновки до розділу 2	43
3. РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	44
3.1. Вихідні дані та постановка задачі дослідження.....	44
3.2. Розрахунок нормативної та фактичної трудомісткості комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів	45
3.2.1. Нормативна трудомісткість комплексного ТО	45

3.2.2. Корекційні коефіцієнти	47
3.2.3. Фактична трудомісткість.....	48
3.2.4. Аналіз отриманих результатів	49
3.3. Розрахунок тривалості технічного обслуговування та простою вантажного автомобіля	49
3.3.1. Структура тривалості комплексного ТО	49
3.3.2. Розрахунок часу окремих груп операцій	52
3.3.3. Загальна тривалість комплексного ТО.....	53
3.3.4. Розрахунок простою транспортного засобу	53
3.3.5. Пропускна спроможність сервісного центру	53
3.3.6. Аналітичні висновки.....	54
3.4. Оцінювання якості комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів.....	54
3.4.1. Основні кількісні показники якості.....	54
3.4.2. Показники точності діагностики та стабільності параметрів.....	55
3.4.3. Інтегральна оцінка якості комплексного ТО.....	56
3.4.4. Приклад узагальнення результатів оцінки якості.....	57
3.5. Результати дослідження та їх інтерпретація	57
3.5.1. Узагальнення результатів розрахунків трудомісткості та тривалості обслуговування.....	58
3.5.2. Порівняння показників якості обслуговування до і після удосконалення процесу	59
3.5.3. Інтерпретація результатів дослідження та оцінка ефективності удосконалень.....	60
Висновки до розділу 3	61
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ	63
4.1. Положення охорони праці на ремонтних підприємствах	63
4.2. Моделювання процесів виникнення аварій і травм.....	65
4.3. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм	68
4.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях	70

4.5. Захист довкілля під час виконання комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів	71
Висновки до розділу 4	73
5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ	75
5.1. Аналіз витрат на послуги СТО до впровадження удосконалень	75
5.2. Розрахунок економічного ефекту від покращень	76
5.3. Оцінка окупності вкладень.....	77
5.4. Прогноз річної економії.....	79
Висновки до розділу 5	80
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83

ВСТУП

Розвиток автотранспортної галузі та зростання обсягів вантажних перевезень висувають підвищені вимоги до ефективності, надійності та якості технічного обслуговування вантажних автомобілів. В умовах високої інтенсивності експлуатації та складності сучасних транспортних систем своєчасне й якісне технічне обслуговування є ключовим чинником забезпечення технічної готовності рухомого складу, зниження аварійності, оптимізації витрат та підвищення конкурентоспроможності автотранспортних підприємств. Удосконалення системи технічного сервісу стає необхідним для зменшення простоїв транспортних засобів, підвищення точності діагностики та зниження кількості повторних звернень після виконання регламентних робіт.

Сучасний технічний сервіс вантажних автомобілів характеризується широким застосуванням електронних систем керування, діагностичних приладів нового покоління, комп'ютеризованих методів виявлення несправностей та стандартизованих процедур обслуговування. Разом із тим підвищення складності конструкцій транспортних засобів потребує створення нових методичних підходів до оцінювання трудомісткості, тривалості та якості технологічних операцій. Важливим завданням стає розроблення системи удосконалення технології комплексного технічного обслуговування, здатної забезпечити зменшення витрат, скорочення простоїв та підвищення ефективності сервісних центрів.

Актуальність теми дослідження визначається необхідністю удосконалення існуючої системи технічного сервісу з урахуванням сучасних умов експлуатації вантажного автотранспорту, високих вимог до оперативності та ефективності обслуговування, а також економічних аспектів функціонування автопідприємств. Багато сервісних центрів стикаються з проблемами низької продуктивності постів, завищеної тривалості обслуговування, недостатньої точності діагностики та значного обсягу повторних звернень, що збільшує

експлуатаційні витрати підприємств та знижує рівень технічної готовності рухомого складу.

Метою роботи є обґрунтування та розроблення методики удосконалення системи технічного сервісу вантажних автомобілів шляхом підвищення ефективності технологічних процесів, оптимізації трудових і часових витрат, покращення якості технічного обслуговування та забезпечення економічної доцільності запропонованих рішень.

Для досягнення поставленої мети вирішено такі завдання:

- дослідити сучасний стан і тенденції розвитку технічного сервісу вантажних автомобілів;
- здійснити класифікацію видів сервісних послуг та охарактеризувати їх особливості;
- сформулювати методику аналізу трудомісткості, тривалості та якості комплексного технічного обслуговування;
- виконати розрахунково-аналітичне дослідження нормативних і фактичних показників трудомісткості та тривалості робіт;
- розробити інтегральні показники оцінювання якості технічного обслуговування;
- проаналізувати питання охорони праці та екологічних вимог під час проведення сервісних робіт;
- виконати економічне обґрунтування ефективності удосконалення системи технічного сервісу;
- визначити доцільність та окупність інвестицій у модернізацію технологічного процесу.

Об'єктом дослідження є система технічного сервісу вантажних автомобілів у сучасних умовах експлуатації.

Предметом дослідження є технологічні, організаційні та економічні процеси, що формують ефективність комплексного технічного обслуговування.

Методи дослідження включають системний аналіз, математичне моделювання, техніко-економічні розрахунки, порівняльний аналіз, логіко-

структурне моделювання технологічних процесів та методи оцінювання якості сервісних робіт.

Наукова новизна роботи полягає в розробленні комплексної методики оцінювання ефективності технічного сервісу, що поєднує структурно-алгоритмічний підхід до аналізу технології обслуговування, застосування корекційних коефіцієнтів для уточнення фактичних витрат часу та інтегральну оцінку якості сервісних робіт.

Практичне значення результатів полягає в можливості застосування запропонованої методики для оптимізації діяльності сервісних центрів, скорочення технологічних простоїв, підвищення продуктивності роботи постів, зменшення експлуатаційних витрат та підвищення рівня технічної готовності вантажного автотранспорту. Розроблені підходи можуть бути використані як у приватних сервісних підприємствах, так і на базі корпоративних автопарків.

Таким чином, робота містить науково обґрунтовані положення та практичні рекомендації, які дозволяють підвищити технічний рівень і функціональну якість послуг технічного сервісу вантажних автомобілів, а також забезпечити їх економічну ефективність.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ АВТОМОБІЛІВ

1.1. Роль та значення технічного сервісу в системі експлуатації вантажного автотранспорту

Експлуатація вантажних автомобілів у сучасних умовах характеризується високою інтенсивністю використання, значними навантаженнями на агрегати та системи, а також вимогами до стабільності роботи транспортних засобів у різних дорожніх, кліматичних і технологічних ситуаціях. Вантажний автотранспорт є ключовою ланкою логістичних, виробничих, будівельних та аграрних процесів, забезпечуючи оперативність і ритмічність перевезень. У такій складній та відповідальній сфері технічний сервіс виступає не лише допоміжною функцією, а центральним елементом системи експлуатації, що визначає ефективність функціонування всього транспортного комплексу.

Технічний сервіс вантажних автомобілів охоплює комплекс заходів, спрямованих на забезпечення справності та працездатності транспортних засобів протягом усього життєвого циклу. До його складу входять технічне обслуговування, діагностичні процедури, ремонтні роботи, регулювання, відновлення та контроль технічного стану. У зв'язку з високим ступенем механічного, теплового і динамічного навантаження на вантажні автомобілі, своєчасність та якість технічного сервісу мають визначальний вплив на надійність і безпечність їх експлуатації.

Надійність вантажного автотранспорту є однією з ключових експлуатаційних характеристик, що визначає здатність системи зберігати працездатний стан протягом встановленого часу. На цю характеристику впливає безліч факторів: конструктивні особливості транспортних засобів, інтенсивність і умови експлуатації, якість паливно-мастильних матеріалів, рівень підготовки водіїв та механіків, а також технологічна досконалість процедур технічного сервісу. Саме останній фактор є тим, що можна

цілеспрямовано удосконалювати, підвищуючи загальний технічний рівень експлуатаційної системи.

Для вантажних автомобілів, що виконують тривалі міжміські рейси або працюють у важких умовах (кар'єрні перевезення, будівельні роботи, перевезення сипучих і важких вантажів), характерні такі особливості експлуатації, як підвищений тепловий режим роботи двигуна, значне навантаження на підвіску та гальмівну систему, інтенсивне зношування шин, а також швидке старіння робочих рідин. У таких умовах технічний сервіс забезпечує:

- зниження інтенсивності зношування деталей шляхом вчасної заміни мастильних матеріалів і фільтрів;
- підтримання оптимальних технічних характеристик двигуна, трансмісії та гальмівної системи;
- запобігання аварійним ситуаціям, пов'язаним із виходом із ладу відповідальних систем;
- скорочення простоїв, що є критично важливим для підприємств із високою вартістю часу;
- зменшення витрат на експлуатацію через профілактику замість ремонту;
- подовження міжремонтних періодів і загального ресурсу транспортного засобу;
- підвищення рівня екологічної безпеки шляхом контролю токсичності викидів та стану системи нейтралізації.

Особливе значення технічний сервіс має для автотранспортних підприємств, які виконують великий обсяг перевезень і несуть відповідальність за дотримання графіків доставки. Кожна позапланова зупинка вантажного автомобіля на маршруті пов'язана зі значними економічними втратами, включаючи простій вантажу, штрафи за затримку доставки, зрив логістичного ланцюга та витрати на евакуацію. Регулярне і якісне технічне обслуговування забезпечує високу готовність рухомого складу до роботи, тобто здатність

автомобіля протягом максимальної кількості часу перебувати у стані справності.

Технічний сервіс також відіграє важливу роль у забезпеченні економічності експлуатації. Відомо, що технічно справний автомобіль споживає менше палива, працює у більш оптимальному режимі та створює менше навантаження на дорожнє покриття. Несправності у паливній системі, системі впорскування або турбонаддуву можуть призвести до зростання витрат пального на 10–20 %, що у масштабах автотранспортного підприємства є суттєвим фактором перевитрат. Якісний технічний сервіс дозволяє підтримувати роботу двигуна у номінальному режимі та забезпечувати належний рівень паливної ефективності.

Окрему складову значущості технічного сервісу становить сфера безпеки дорожнього руху. Вантажні автомобілі через свою масу, габарити та кінетичну енергію становлять підвищену небезпеку для учасників дорожнього руху. Вихід із ладу гальмівної системи, рульового керування або підвіски може спричинити тяжкі наслідки. Тому наявність систематизованої системи технічного обслуговування та діагностики є обов'язковою умовою експлуатації таких транспортних засобів.

У сучасних умовах розвитку автомобільної техніки, що характеризується зростанням складності електронних систем, впровадженням систем ABS, EBS, ESP, електронних блоків управління, AdBlue, фільтрів DPF та інших компонентів, зростає значення високоточної діагностики, яку може забезпечити лише сучасний технічний сервіс. Наявність кваліфікованого персоналу та високотехнологічного обладнання стає критерієм конкурентоспроможності сервісних центрів.

Таким чином, технічний сервіс вантажних автомобілів виконує багатофункціональну роль: забезпечує технічну готовність рухомого складу, підтримує надійність та безпечність експлуатації, сприяє економії ресурсів, знижує ризик виникнення аварійних ситуацій та забезпечує безперервність логістичних процесів. Удосконалення технологій технічного обслуговування є

необхідною умовою підвищення ефективності експлуатації вантажного автотранспорту, що робить даний напрям дослідження надзвичайно актуальним для сучасного транспортного сектору.

1.2. Класифікація та особливості послуг технічного сервісу вантажних автомобілів

1.2.1. Технічне обслуговування вантажних автомобілів

Технічний сервіс вантажних автомобілів являє собою комплекс взаємопов'язаних процесів, спрямованих на забезпечення справності, надійності та безпечності транспортних засобів у процесі тривалої експлуатації. Класифікація послуг технічного сервісу ґрунтується на функціональних ознаках, меті виконання, періодичності та характері втручання у конструкцію автомобіля. Вона дозволяє систематизувати роботи, формувати технологічні процеси, визначати трудомісткість та раціонально планувати діяльність сервісного підприємства.

Загалом, послуги технічного сервісу поділяють на п'ять основних груп: технічне обслуговування, діагностика, ремонт, спеціальні роботи та організаційно-сервісні послуги. Кожна з цих груп має власну структуру та специфічні особливості виконання, які для вантажних автомобілів набувають особливої важливості у зв'язку зі складністю конструкції, масою, інтенсивними режимами роботи та підвищеними вимогами до безпеки.

Технічне обслуговування (ТО) є основою системи підтримання працездатності транспортних засобів і включає комплекс регламентних операцій, що виконуються з певною періодичністю відповідно до вимог виробника або нормативних документів. Для вантажних автомобілів прийнято виділяти такі види ТО:

1. Щоденне технічне обслуговування (ЩТО). Проводиться водієм або механіком перед виїздом. Включає огляд автомобіля, перевірку рівня рідин, зовнішніх дефектів, світлових приладів, шин. Забезпечує виявлення оперативних несправностей.

2. Періодичне ТО-1. Передбачає виконання контрольно-оглядових і частини мастильних робіт, перевірку стану основних систем (двигуна, трансмісії, ходової частини). Мета — попередження наявних дефектів.

3. Періодичне ТО-2. Це глибше обслуговування, що включає регулювальні операції, промивання систем, повну перевірку гальмівної та рульової систем, заміну окремих фільтрів і мастил. ТО-2 суттєво знижує імовірність відмов під навантаженням.

4. Сезонне технічне обслуговування. Виконується два рази на рік і включає регламентні операції з підготовки автомобіля до експлуатації у зимових або літніх умовах (заміна рідин, перевірка акумуляторів, передпускових систем).

5. Комплексне технічне обслуговування (КТО). Є сукупністю діагностичних, мастильних, контрольно-регулювальних та відновлювальних робіт, які виконуються за єдиним технологічним регламентом. Для вантажних автомобілів комплексне ТО є ключовою процедурою, що забезпечує попередження критичних відмов і підвищення міжремонтного ресурсу.

На рисунку 1.1 подано структурну схему системи технічного обслуговування вантажних автомобілів, яка відображає логічну взаємодію та послідовність основних видів регламентних робіт, що виконуються у процесі експлуатації рухомого складу. Схема включає щоденне технічне обслуговування (ЩТО), періодичні обслуговування ТО-1 і ТО-2, сезонне технічне обслуговування, комплексне ТО, а також додаткові регламентні роботи.

ЩТО, ТО-1 та ТО-2 формують базову систему профілактичного догляду за транспортним засобом, забезпечуючи контроль технічного стану та своєчасне виявлення несправностей. Сезонне технічне обслуговування виконується для адаптації автомобіля до змінних кліматичних умов та передбачає перевірку та заміну робочих рідин, акумуляторів, елементів системи охолодження тощо.

Комплексне технічне обслуговування поєднує діагностичні, мастильні, регулювальні та контрольно-відновлювальні операції, спрямовані на глибоку оцінку стану автомобіля та запобігання відмовам у роботі. Додаткові регламентні роботи виконуються за потреби або згідно з вимогами виробника, коли технічний стан вимагає втручання поза межами стандартного регламенту.

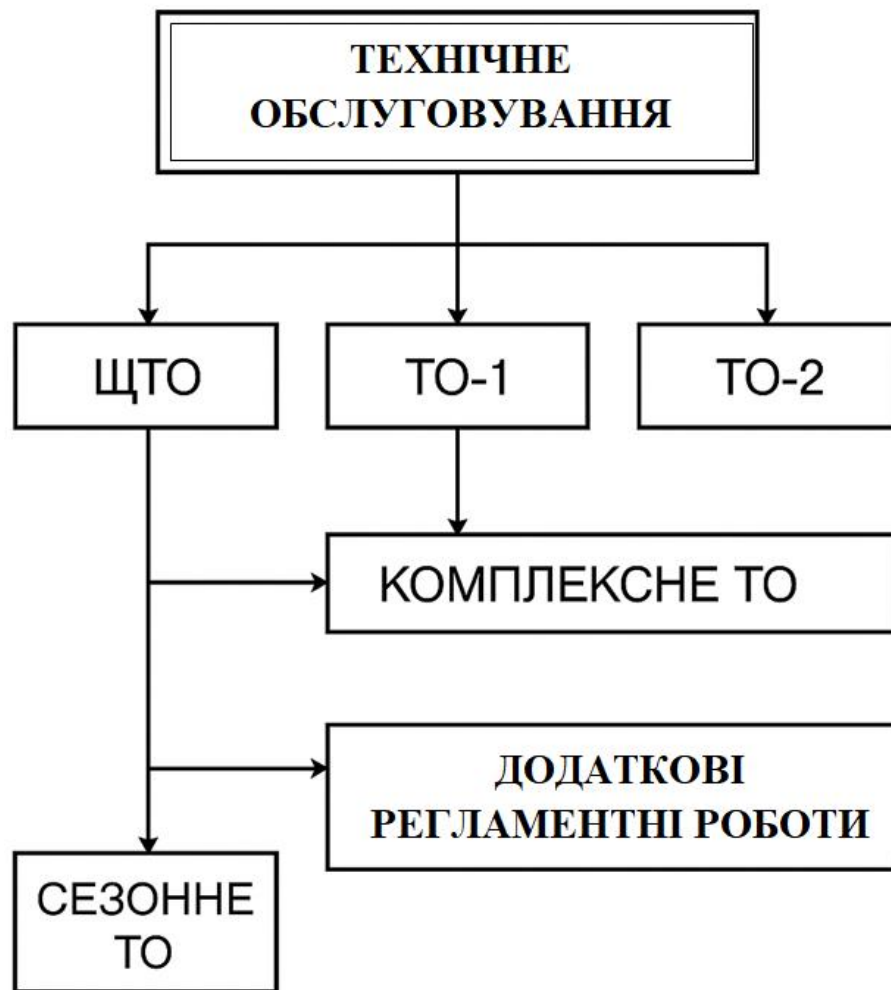


Рисунок 1.1 – Структура системи технічного обслуговування вантажних автомобілів

Подана структура відображає системний підхід до організації обслуговування вантажних автомобілів, що забезпечує підтримання їх високої технічної готовності, надійності та безпечності експлуатації.

Класифікація послуг технічного сервісу вантажних автомобілів демонструє складність, багатокomпонентність і високий ступінь відповідальності процесів, що виконуються у сервісних центрах. Вантажні автомобілі потребують системного підходу до обслуговування, який включає не тільки регламентні операції, але й точну діагностику, відновлювальні роботи, використання спеціального обладнання та впровадження сучасних цифрових сервісів. Узгодженість цих елементів визначає технічний рівень сервісного підприємства та якість обслуговування транспортних засобів.

1.2.2. Діагностичні роботи

Діагностичні роботи становлять одну з ключових складових системи технічного сервісу вантажних автомобілів і мають суттєвий вплив на забезпечення їх надійності, безпечності та економічності експлуатації. У сучасних умовах, коли конструкція вантажних транспортних засобів значно ускладнилася, а більшість функціональних елементів управляються електронікою, значення високоточної діагностики постійно зростає. Саме діагностика дозволяє не лише своєчасно виявляти несправності, а й прогнозувати можливі відмови, що формує основу для профілактичного технічного обслуговування.

На рисунку 1.2 подано узагальнену структурну схему системи діагностики вантажного автомобіля, яка відображає основні напрямки контролю технічного стану транспортного засобу. Схема демонструє ключові групи діагностичних процедур, що забезпечують комплексну оцінку роботоздатності автомобіля у процесі експлуатації. Центральним елементом схеми є вантажний автомобіль, від якого відходять структурні гілки, які ілюструють основні об'єкти діагностики.

До переліку основних напрямків діагностичних робіт належать комп'ютерна діагностика, діагностика гальмівної системи, перевірка рульового керування та ходової частини, контроль технічного стану двигуна, трансмісії і паливної апаратури, а також оцінювання працездатності екологічних систем.

Кожен із зазначених напрямків має власні інструментальні засоби, методи та алгоритми виконання, що дозволяють отримати точну інформацію щодо технічного стану відповідних агрегатів та вузлів.

Схема відображає взаємозв'язок між окремими діагностичними процедурами і демонструє системний підхід до оцінки технічного стану вантажного автомобіля. Комплексне виконання цих робіт дозволяє запобігти відмовам, підвищити надійність транспортного засобу, зменшити витрати на ремонт і забезпечити безпечну та ефективну експлуатацію рухомого складу.

Комп'ютерна діагностика забезпечує контроль електронних систем автомобіля, включаючи електронні блоки управління двигуном, системами впорскування, гальмівними та стабілізаційними комплексами. Діагностика гальмівної системи передбачає оцінювання ефективності гальмування, стану пневматичного приводу та функціонування модуляторів тиску. Діагностика двигуна і трансмісії надає інформацію про компресійні характеристики, параметри мастильних та охолоджувальних систем, роботу турбонаддуву та паливних форсунок. Перевірка рульового керування і ходової частини здійснюється шляхом визначення люфтів, оцінки стану підвіски та геометрії коліс. Діагностика екологічних систем спрямована на контроль ефективності роботи EGR, DPF та SCR, що забезпечує дотримання екологічних норм.

Комп'ютерна діагностика є однією з найважливіших складових сучасного технічного сервісу. Вона ґрунтується на зчитуванні інформації від електронних блоків управління, які контролюють роботу двигуна, гальмівної системи, трансмісії, паливної апаратури та екологічних модулів. Використання спеціалізованих діагностичних сканерів дає змогу отримати коди несправностей, оцінити параметри роботи двигуна в різних режимах, перевірити ефективність систем впорскування пального та турбонаддуву, проаналізувати стан сажового фільтра, системи SCR та інших компонентів. Завдяки цьому вдається істотно скоротити час пошуку несправностей і запобігти неправильній заміні деталей.

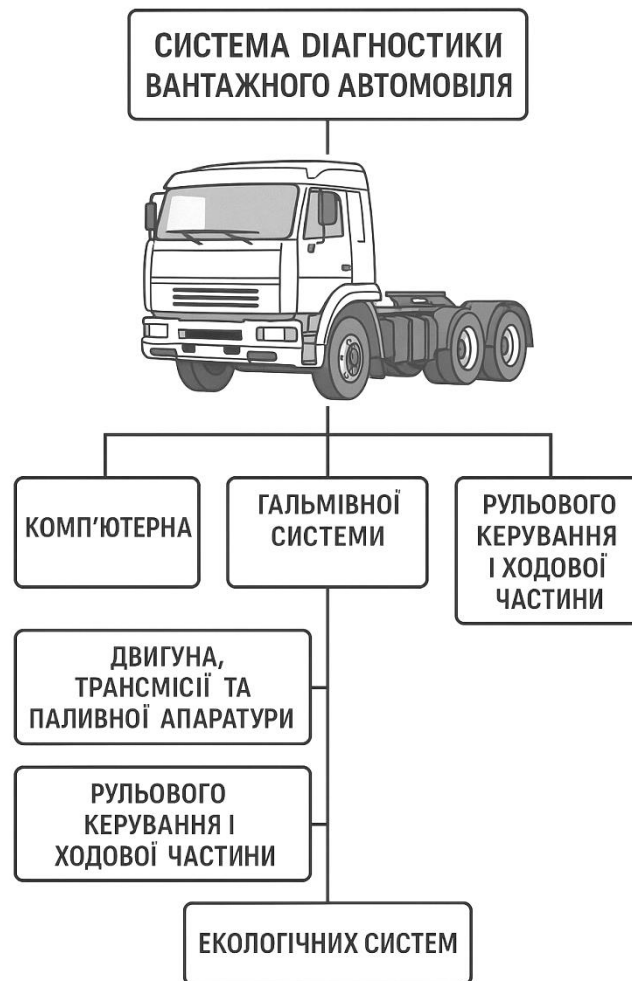


Рисунок 1.2 – Система діагностики вантажного автомобіля

Параметрична та механічна діагностика двигуна, трансмісії та паливних систем має не менше значення. Вона забезпечує оцінку реальних технічних характеристик агрегатів. Для цього вимірюють компресію, тиск у системі змащення, аналізують рівномірність роботи циліндрів, визначають ефективність турбокомпресора та оцінюють стан системи охолодження. Для діагностики коробки передач перевіряють шумові характеристики, чіткість роботи синхронізаторів і величину зношування фрикційних елементів. Застосування мотор-тестерів, газоаналізаторів, ендоскопів та стендів діагностики форсунок дає можливість встановити точну причину погіршення роботи силового агрегату і мінімізувати необхідність об'ємного розбирання.

Гальмівна система вантажних автомобілів потребує регулярного контролю, оскільки її працездатність визначає рівень безпеки дорожнього руху.

Діагностика цієї системи передбачає перевірку ефективності гальмування на стендах, аналіз стану пневматичного приводу, перевірку роботи модуляторів тиску та функціонування електронних систем ABS та EBS. Для рульового керування використовують обладнання, що дозволяє визначати величину люфту, стан шарнірів і тяг, а також справність гідропідсилювача. Важливе місце посідає контроль геометрії коліс за допомогою лазерних або 3D-установок, що забезпечує рівномірне зношування шин і стабільність руху.

Діагностика підвіски й елементів ходової частини виконується з використанням вібраційних стендів, вимірювачів люфтів та діагностичних плит. Це дає змогу визначати технічний стан амортизаторів, пружних елементів і кріплень, а також своєчасно виявляти небезпечні дефекти. Окреме значення має контроль шин, який включає оцінювання глибини протектора, рівномірності зношування та відповідності тиску в шинах встановленим нормам.

Діагностика екологічних систем вантажних автомобілів стала особливо актуальною з поширенням стандартів Euro 5 та Euro 6. Для забезпечення норм викидів перевіряють ефективність системи рециркуляції EGR, контролюють ступінь заповнення сажового фільтра DPF і виконують аналіз параметрів роботи системи SCR, що включає визначення концентрацій NOx, оцінювання роботи форсунки AdBlue та контроль температурних режимів. У разі потреби проводиться примусова регенерація фільтрів або калібрування датчиків.

Комплексні діагностичні процедури виконуються перед далекими рейсами, передсезонними перевірками або після проведення ремонту. Вони дозволяють визначити технічний стан автомобіля загалом і планувати подальші технічні дії з урахуванням виявлених дефектів.

Узагальнюючи, діагностичні роботи є критично важливим елементом сучасної системи технічного сервісу вантажних автомобілів. Вони забезпечують об'єктивну оцінку технічного стану, підвищують точність ремонту та обслуговування, зменшують експлуатаційні витрати, знижують ризики аварійних ситуацій і сприяють продовженню ресурсу основних

агрегатів транспортного засобу. Значення діагностики невинно зростає відповідно до ускладнення конструкції вантажної техніки та впровадження електронних систем управління.

1.3. Сучасні тенденції розвитку сервісних центрів вантажних автомобілів

Розвиток сервісних центрів з обслуговування вантажних автомобілів у сучасних умовах визначається комплексом технічних, організаційних та економічних факторів, що формують нову якість сервісних послуг. Автомобільна галузь швидко змінюється під впливом цифровізації, автоматизації процесів, жорсткіших вимог до безпеки та екологічності транспортних засобів, а також стрімкого ускладнення конструкції вантажних автомобілів. У зв'язку з цим сервісні підприємства змушені адаптовувати технологічні процеси, впроваджувати інноваційні рішення та підвищувати технічний рівень матеріально-технічної бази.

На рисунку 1.3 подано узагальнену структуру основних напрямів розвитку сервісних центрів, що обслуговують вантажні автомобілі. Схема відображає ключові технологічні, організаційні та інфраструктурні тенденції, які визначають сучасний вектор удосконалення сервісної діяльності. Центральний елемент схеми представляє сервісний центр як об'єкт розвитку, від якого радіально розходяться основні стратегічні напрями модернізації.

Одним із найважливіших напрямів є цифрова діагностика, розвиток якої забезпечує точність оцінювання технічного стану транспортних засобів та формує основу для автоматизованого управління сервісними процесами. Оснащення сервісних центрів сучасним діагностичним та ремонтним обладнанням є іншим важливим чинником, що суттєво впливає на технічний рівень робіт і дозволяє обслуговувати транспортні засоби з високим ступенем електронізації та складності конструкції.



Рисунок 1.3 – Розвиток сервісних центрів вантажних автомобілів

Суттєву роль у розвитку сервісних підприємств відіграє впровадження систем управління якістю, яке сприяє стандартизації технологічних операцій, підвищенню відповідальності персоналу та забезпеченню стабільної якості послуг. У сучасних сервісних центрах дедалі більшого значення набуває клієнтоорієнтованість, що передбачає побудову ефективної комунікації з клієнтом, використання електронних систем запису, індивідуальних програм обслуговування та сервісної підтримки.

Автоматизація процесів охоплює впровадження цифрових платформ, які забезпечують управління чергою, ведення електронної документації, контроль виконання робіт і оптимізацію логістики запасних частин. Швидкий розвиток телематики забезпечує можливість дистанційного моніторингу технічного стану вантажних автомобілів у реальному часі, що сприяє переходу до сервісних моделей, орієнтованих на прогнозування відмов та планування ТО за фактичним станом вузлів.

Мобільний сервіс є ще одним напрямом розвитку, що дозволяє забезпечувати технічну підтримку транспортних засобів безпосередньо на місці їх експлуатації. Це зменшує час простою техніки, підвищує оперативність реагування на відмови та забезпечує гнучкість у взаємодії з клієнтом.

Узагальнюючи подану схему, можна зробити висновок, що розвиток сервісних центрів вантажних автомобілів ґрунтується на комплексі взаємопов'язаних тенденцій, які охоплюють цифровізацію, стандартизацію, технічне переоснащення, впровадження телематики та підвищення рівня клієнтоорієнтованості. Реалізація цих напрямів сприяє підвищенню ефективності та якості сервісного обслуговування відповідно до сучасних вимог галузі.

Однією з ключових тенденцій розвитку сучасних сервісних центрів є активне впровадження цифрових засобів діагностики та управління технічним сервісом. Поширеним стає використання високоточного електронного обладнання, яке забезпечує можливість детального аналізу роботи двигуна, паливної системи, електронних блоків управління, гальмівних систем і екологічних модулів. Розвиток електронних систем вантажних автомобілів привів до того, що без комп'ютерної діагностики неможливо оперативно та якісно визначати технічний стан транспортних засобів. Усе частіше застосовуються спеціалізовані платформи, що поєднують діагностичні функції з рекомендаціями щодо усунення несправностей та формуванням електронної історії обслуговування.

Ще однією важливою тенденцією розвитку сервісних центрів є підвищення рівня автоматизації виробничих процесів. У багатьох підприємствах впроваджується програмне забезпечення, яке забезпечує управління чергою автомобілів, планування завантаження робочих постів, контроль часу виконання операцій та моніторинг ефективності персоналу. Використання систем CRM та ERP дає змогу підвищити прозорість роботи сервісних центрів, оптимізувати витрати та забезпечити своєчасну взаємодію з клієнтами. Важливою умовою підвищення ефективності є також узгоджена

робота складських програм, що дозволяють скоротити час пошуку та замовлення запасних частин.

Не менш значущою тенденцією є розвиток сервісів мобільного обслуговування. Такі форми технічного сервісу набули поширення завдяки можливості виконання частини процедур технічного обслуговування або діагностики безпосередньо на місці експлуатації вантажного автомобіля. Мобільні бригади забезпечують оперативне реагування на позапланові відмови техніки, що суттєво зменшує час простою транспортних засобів та підвищує їхню експлуатаційну готовність. Поширення мобільного сервісу дає можливість підприємствам організовувати обслуговування великих автопарків без необхідності направляти техніку у стаціонарні сервісні центри.

Сучасні сервісні підприємства дедалі частіше впроваджують стандарти управління якістю. Найпоширенішим є впровадження систем менеджменту якості на основі стандарту ISO 9001, який визначає порядок управління технологічними процесами та встановлює вимоги до контролю результатів робіт. Такі підходи забезпечують стабільність сервісних процедур та підвищують довіру клієнтів. Додатково впроваджується міжнародний стандарт ISO 14001, який регламентує екологічні аспекти діяльності сервісних підприємств і визначає порядок поводження з відпрацьованими мастилами, фільтрами, робочими рідинами та іншими відходами.

Особливе місце серед сучасних тенденцій займає телематика, яка забезпечує дистанційне спостереження за технічним станом вантажних автомобілів. Завдяки використанню телематичних модулів сервісні центри можуть отримувати інформацію про параметри роботи двигуна, витрату пального, температуру агрегатів, тиск у шинах та інші дані у режимі реального часу. Це створює можливість переходу до моделі сервісу, заснованої на прогнозуванні технічного стану. У результаті автопідприємства можуть планувати обслуговування не за фіксованими інтервалами, а відповідно до фактичного стану вузлів і агрегатів, що суттєво підвищує ефективність експлуатації.

У сучасних сервісних центрах велика увага приділяється оснащенню робочих постів високотехнологічним обладнанням. Устаткування для діагностики екологічних систем, стенди для перевірки гальмівних механізмів, тривимірні системи геометрії коліс, обладнання для обслуговування пневматичних систем та сучасні підйомники створюють умови для якісного виконання робіт і підвищення продуктивності праці персоналу. Удосконалення матеріально-технічної бази є одним із найважливіших напрямів розвитку сервісних центрів, оскільки складність конструкцій вантажних автомобілів потребує використання точного та надійного обладнання.

Ще одним напрямом розвитку сервісних підприємств є формування клієнтоорієнтованих моделей обслуговування. Сучасні центри впроваджують системи електронного запису, онлайн-супровід ремонту, індивідуальні пакети сервісного обслуговування та інформаційні мобільні додатки для клієнтів. Такі підходи значно підвищують ефективність комунікації між сервісним центром і клієнтом, забезпечують прозорість процесу обслуговування та сприяють формуванню довготривалих партнерських відносин.

Отже, розвиток сервісних центрів вантажних автомобілів характеризується посиленням цифровізації, автоматизації та впровадженням високотехнологічного обладнання. Значно зростає роль телематики, стандартизації та клієнтоорієнтованого підходу. Такі тенденції сприяють підвищенню ефективності сервісного обслуговування, зменшенню простоїв транспортних засобів і забезпечують високий рівень якості послуг відповідно до сучасних вимог ринку вантажного транспорту.

1.4. Основні проблеми та недоліки сервісного обслуговування вантажних автомобілів

Система сервісного обслуговування вантажних автомобілів у сучасних умовах стикається з низкою технічних, організаційних та економічних проблем, які суттєво впливають на ефективність транспортних підприємств та якість виконання ремонтно-обслуговувальних робіт. Незважаючи на поступове

оновлення матеріально-технічної бази та поширення сучасних технологій діагностики, значна частина українських сервісних центрів функціонує на рівні, що не відповідає актуальним вимогам ринку вантажного транспорту.

Однією з найбільш поширених проблем є застаріла технічна база. Значна частина сервісних підприємств продовжує використовувати обладнання, яке не відповідає потребам сучасних вантажних автомобілів із високим рівнем електронізації. Відсутність високоточних сканерів, діагностичних стендів, обладнання для обслуговування пневматичних систем, стендів DPF та SCR обмежує можливості сервісного персоналу і призводить до низької точності визначення несправностей. У результаті процес ремонту стає більш тривалим та менш ефективним, а ймовірність повторних відмов зростає.

Суттєвою проблемою є недостатній рівень кваліфікації персоналу. Стрімкий розвиток електронних систем управління, поява складних екологічних модулів та інтеграція телематики вимагають від фахівців спеціальної підготовки. Проте багато сервісних центрів не мають можливості систематично оновлювати знання працівників або забезпечувати їх сертифікацію за стандартами виробників вантажних автомобілів. У таких умовах обслуговування транспортних засобів виконується з відхиленнями від регламентів, що негативно впливає на ресурс агрегатів та загальну надійність автопарків.

До поширених проблем належить і низький рівень організації виробничого процесу. Відсутність сучасних систем управління робочими постами, електронних систем планування, інтеграції складських програм та цифрового документообігу призводить до хаотичного виконання робіт. У багатьох сервісних центрах спостерігається надмірна тривалість обслуговування, неузгодженість дій між працівниками, затримки через несвоєчасну подачу інструментів чи запасних частин. Це зумовлює збільшення простоїв вантажних автомобілів і спричиняє додаткові витрати підприємств.

Суттєвою проблемою залишається і недостатній рівень стандартизації сервісних послуг. У багатьох випадках роботи виконуються без чіткого

дотримання регламентів, визначених виробниками транспортних засобів. Відсутність документованих процедур призводить до того, що одна й та сама операція може виконуватися різними майстрами по-різному, що негативно впливає на стабільність якості сервісу. Ситуацію ускладнює також нестача систем внутрішнього контролю якості, що не дозволяє своєчасно виявляти помилки чи недоліки у роботі персоналу.

Помітним недоліком у діяльності багатьох сервісних центрів є слабка організація взаємодії з клієнтами. У багатьох випадках клієнт позбавлений можливості отримати прозору інформацію про стан автомобіля, хід виконання робіт, планування витрат або строки обслуговування. Відсутність електронних систем комунікації, CRM-платформ або мобільних додатків знижує рівень довіри до сервісного центру та створює передумови для непорозумінь.

Існує також проблема неякісного або несвоєчасного забезпечення запчастинами. Застарілі складські системи, відсутність інтеграції з постачальниками, небажання сервісних центрів мати широкий запас деталей на складах часто призводять до затримок у проведенні ремонту. Нерідко сервісні підприємства використовують деталі невідомого походження або альтернативну продукцію низької якості, що знижує довговічність обслуговуваних агрегатів та збільшує ризики повторних відмов.

Окрему групу проблем формують вимоги до екологічної безпеки. Обслуговування вантажних автомобілів із системами DPF, SCR та іншими елементами нейтралізації викидів потребує спеціального обладнання та знань. Недотримання технологій очищення та регенерації фільтрів призводить до їх передчасного виведення з ладу, а інколи — до некоректного втручання в екологічні системи. Це спричиняє не лише технічні, але й юридичні ризики, пов'язані з порушенням норм екологічного законодавства.

Узагальнення виявлених проблем свідчить про те, що сучасна система сервісного обслуговування вантажних автомобілів потребує комплексного реформування. Основними напрямками такого реформування є модернізація обладнання, підвищення кваліфікації персоналу, цифровізація технологічних

процесів, стандартизація сервісних процедур та оптимізація логістики запасних частин. Усунення зазначених проблем формує основу для підвищення ефективності сервісних підприємств, зменшення простоїв транспортних засобів та забезпечення високої якості технічного обслуговування у відповідності до глобальних вимог галузі.

1.5. Нормативно-правове та методичне забезпечення технічного сервісу

Ефективність організації технічного сервісу вантажних автомобілів значною мірою залежить від нормативно-правового та методичного забезпечення, яке встановлює вимоги до експлуатації, технічного обслуговування, ремонту та контролю технічного стану транспортних засобів. Система регламентів охоплює законодавчі акти, державні стандарти, галузеві норми, методичні рекомендації та технічну документацію виробників, що створює комплексне нормативне середовище для здійснення сервісної діяльності.

Основою нормативно-правового забезпечення є національне законодавство у сфері автомобільного транспорту. Закон України «Про дорожній рух» визначає загальні вимоги до безпечної експлуатації транспортних засобів та закріплює обов'язок забезпечення їхнього технічно справного стану. Закон «Про автомобільний транспорт» регламентує сферу комерційних перевезень, зокрема вимоги до технічної придатності рухомого складу. Ці нормативи встановлюють загальні принципи технічної експлуатації транспортних засобів, що формують основу для створення методичних рекомендацій щодо технічного сервісу.

Важливим елементом нормативної системи є Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів. Цей документ визначає порядок планування, виконання та організації робіт з технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. У ньому наведені основні поняття технічної експлуатації, класифікація видів технічного обслуговування,

вимоги до матеріально-технічної бази сервісних центрів, а також рекомендації щодо організації діагностики, контролю якості робіт і ведення технічної документації.

Важливе місце в системі методичного забезпечення посідають державні стандарти. ДСТУ 3649 регламентує загальні вимоги до технічного обслуговування і ремонту автотранспортних засобів, визначає принципи побудови процесів сервісу, структуру регламентних робіт і обсяг діагностичних операцій. Значну роль відіграє ДСТУ 7032, який встановлює вимоги до виконання діагностичних робіт, зокрема під час контролю технічного стану вантажних автомобілів у процесі експлуатації. ДСТУ ISO 9001 визначає вимоги до системи управління якістю на підприємствах сервісного обслуговування, що є важливою передумовою підвищення якості виконання робіт та відповідності міжнародним стандартам.

Окрім національних нормативів, значна частина методичного забезпечення ґрунтується на документації виробників вантажних автомобілів. До неї належать сервісні регламенти, каталоги робіт, інструкції з технічного обслуговування, карти мастильних матеріалів і процедури діагностики електронних систем. Виробники надають інформацію щодо періодичності ТО, ресурсів агрегатів, алгоритмів діагностики та ремонтних процедур, що забезпечує точність технічного сервісу і мінімізує ймовірність помилкових ремонтів. Саме документація виробника є ключовим джерелом інформації щодо специфічних вимог кожної моделі вантажного автомобіля.

Суттєвим складником нормативної бази є галузеві методичні рекомендації та норми часу на виконання ремонтних і діагностичних робіт. Ці документи визначають трудомісткість технічного обслуговування, нормування чисельності персоналу, вимоги до устаткування та обсяг робіт для різних типів сервісних операцій. Нормативи часу дозволяють формувати план-завдання сервісного центру, встановлювати вартість робіт та визначати оптимальну структуру сервісного підприємства.

Окрему важливість має нормативне забезпечення, що стосується охорони праці та екологічної безпеки під час технічного обслуговування вантажних автомобілів. До таких документів належать правила безпеки під час роботи з підйомними механізмами, інструкції з поводження з небезпечними матеріалами, вимоги щодо утилізації відпрацьованих мастил та фільтрів. Впровадження стандарту ISO 14001 сприяє формуванню екологічно відповідального сервісу, який враховує вплив сервісних операцій на навколишнє середовище.

У сучасних умовах розвитку сервісних центрів значну роль відіграють норми та методики, пов'язані з електронними системами вантажних автомобілів. Інструкції щодо діагностики EBS, ESP, адитивних систем SCR, модулів телематики та систем контролю викидів є невід'ємною частиною сервісної документації. Вони забезпечують правильність виконання робіт з обслуговування складних електронних комплексів, що визначають екологічність, безпеку та ефективність роботи автомобіля.

Узагальнюючи викладене, можна зазначити, що нормативно-правове та методичне забезпечення формує цілісну систему регламентації сервісних операцій, яка встановлює вимоги до технічного стану вантажних автомобілів, організації робіт, кваліфікації персоналу та матеріально-технічної бази сервісних центрів. Ефективне використання нормативів забезпечує стабільність сервісних процедур, підвищує якість технічного обслуговування, сприяє зменшенню експлуатаційних витрат і гарантує відповідність вимогам безпеки та екологічним стандартам. З огляду на зростання складності вантажних автомобілів роль нормативної системи постійно зростає, що робить її невід'ємною частиною сучасної моделі технічного сервісу.

Висновки до розділу 1

У ході аналізу встановлено, що технічний сервіс вантажних автомобілів є критично важливим елементом системи експлуатації, який безпосередньо впливає на безпеку дорожнього руху, економічну ефективність автопарків та

тривалість ресурсу транспортних засобів. Виявлені тенденції розвитку сервісної галузі вказують на необхідність впровадження сучасних технологічних та організаційних рішень, що забезпечуватимуть підвищення якості послуг. Разом з тим визначено низку проблем, які знижують ефективність роботи СТО, що обґрунтовує актуальність формування заходів щодо удосконалення технології комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів.

2. МЕТОДИКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкт, предмет та загальна концепція дослідження

Об'єктом дослідження виступає процес комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів у сервісних центрах. Предметом дослідження є трудомісткість, тривалість і якість виконання технологічних операцій під час комплексного технічного обслуговування, а також фактори, що впливають на ефективність процесу.

Метою дослідження є обґрунтування та вдосконалення методичних основ оцінювання й оптимізації процесу комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів шляхом застосування сучасних діагностичних, аналітичних та математичних методів.

Методика базується на поєднанні елементів системного аналізу, теорії технічної експлуатації, математичного моделювання трудових процесів, теорії надійності та експертного оцінювання.

2.2. Методичний підхід до аналізу трудомісткості комплексного технічного обслуговування

Оцінювання трудомісткості передбачає визначення загального обсягу робіт за технологічною картою комплексу ТО. Нормативна трудомісткість визначається як

$$T_H = \sum_{i=1}^n t_i \cdot N_i \quad (2.1)$$

де t_i – нормативний час на виконання i -ї операції,

N_i – кількість повторень операції в межах комплексу ТО.

Фактична трудомісткість враховує коригувальні коефіцієнти:

$$T_\Phi = T_H \cdot k_{ум} \cdot k_{тех} \cdot k_{квк} \quad (2.2)$$

де $k_{ум}$ – коефіцієнт впливу умов експлуатації,

$k_{тех}$ – коефіцієнт стану технічної бази сервісу,

$k_{квк}$ – коефіцієнт кваліфікації персоналу.

Для оцінювання структури трудомісткості вводиться частка груп робіт:

$$\alpha_i = \frac{T_i}{T_\phi}, \quad (2.3)$$

що дозволяє визначити найбільш трудомісткі етапи та визначити точки оптимізації.

2.3. Методика визначення тривалості обслуговування та простою автомобіля

Тривалість комплексного ТО включає час діагностики, регламентних та відновлювальних робіт:

$$\tau_{\text{ТО}} = \tau_d + \tau_p + \tau_v \quad (2.4)$$

Час простою автомобіля визначається:

$$\tau_{\text{пр}} = \tau_{\text{ТО}} + \tau_{\text{лог}} + \tau_{\text{оч}} \quad (2.5)$$

де $\tau_{\text{лог}}$ – логістичні втрати (очікування запчастин),

$\tau_{\text{оч}}$ – організаційні очікування (черги, розподіл постів).

Для аналізу продуктивності сервісного центру застосовується модель пропускної спроможності:

$$Q = \frac{m}{\tau_{\text{ТО}}}, \quad (2.6)$$

де m – кількість постів,

Q – кількість автомобілів, що можуть пройти ТО за зміну.

Також використовується коефіцієнт завантаження поста:

$$K_z = \frac{\tau_{\text{ТО}}}{\tau_{\text{зм}}}, \quad (2.7)$$

що дозволяє встановити ефективність виконання робіт.

2.4. Методика оцінювання якості технічного обслуговування

Якість комплексного ТО оцінюється системою техніко-експлуатаційних показників. Основним є коефіцієнт якості:

$$K_{\text{я}} = 1 - \frac{N_{\text{повт}}}{N_{\text{заг}}}, \quad (2.8)$$

де $N_{\text{повт}}$ – кількість повторних звернень після ТО,

$N_{\text{заг}}$ – загальна кількість обслугованих автомобілів.

Оцінювання точності діагностики виконується через відносну похибку:

$$\delta = \frac{|X_{\text{ф}} - X_{\text{н}}|}{X_{\text{н}}} \cdot 100\% \quad (2.9)$$

Для оцінення стабільності параметрів після ТО застосовується аналіз зміни характеристик:

$$\Delta P = P_{\text{після}} - P_{\text{до}} \quad (2.10)$$

У таблиці 2.1 наведено ключові критерії, що використовуються для кількісної та якісної оцінки результатів комплексного технічного обслуговування. Показники охоплюють як технічні параметри (коефіцієнт технічної готовності, точність діагностики, стабільність робочих характеристик), так і організаційні аспекти (повторні звернення, відповідність нормативам, задоволеність клієнтів).

Таблиця 2.1 – Критерії оцінювання якості комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів

№	Критерій якості	Позначення	Опис показника	Одиниця вимірювання	Оптимальне значення
1	2	3	4	5	6
1	Коефіцієнт якості виконання робіт	$K_{\text{я}}$	Визначає частку ТО, виконаних без повторних звернень	частка від 0 до 1	$\geq 0,95$
2	Частка повторних звернень	$K_{\text{повт}}$	Відсоток автомобілів, що потребували доопрацювання після ТО	%	$\leq 5 \%$

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
3	Коефіцієнт технічної готовності після ТО	K_r	Показує здатність автомобіля працювати без відмов у міжсервісний період	частка	$\geq 0,93$
4	Стабільність параметрів роботи систем	ΔP	Різниця параметра до та після ТО (димність, токсичність, ефективність гальм)	умовні од.	мінімальна
5	Похибка діагностики	δ	Відхилення фактичного параметра від нормативного значення	%	$\leq 5 \%$
6	Час повторної діагностики	$t_{\text{доп}}$	Необхідний час для уточнюючих вимірювань після ТО	год	$\leq 0,3$ год
7	Рівень відповідності стандартам	$K_{\text{норм}}$	Частка операцій, що відповідають ДСТУ/ISO	частка	$\geq 0,98$
8	Якість регламентних робіт	$K_{\text{регл}}$	Комплексна оцінка правильності та повноти виконання регламентних операцій	бал (1–5)	4,5–5
9	Якість відновлювальних робіт	$K_{\text{відн}}$	Рівень точності регулювань, чистоти складання, контролю моментів затягування	бал	4,5–5

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
10	Рівень задоволеності клієнтів	$K_{кл}$	Опосередкован о характеризує якість робіт сервісу	бал (1–5)	$\geq 4,7$

Ключовим індикатором є коефіцієнт якості виконання робіт $K_{я}$, який характеризує частку технічних обслуговувань, що не потребують повторних втручань протягом контрольного періоду. Його оптимальне значення на рівні 0,95 і вище зазначає стабільність технологічного процесу та високу точність виконання регламентних операцій. Додатково оцінюється частка повторних звернень $K_{повт}$, значення якої не повинне перевищувати 5 %, що свідчить про мінімальний ризик неякісного ТО та низьку ймовірність виникнення похибок у діагностуванні й регулюванні.

Важливим інтегральним параметром є коефіцієнт технічної готовності $K_{г}$, який визначає здатність автомобіля працювати без відмов у міжсервісний період. Значення цього показника $\geq 0,93$ підтверджує достатньо високий рівень технічної надійності після проведення ТО. Для оцінювання точності технологічних процесів застосовують показники стабільності параметрів ΔP та похибки діагностики δ , які відображають ступінь відхилення контрольованих параметрів від нормативних значень та характеризують точність вимірювань і регулювальних робіт.

До складу критеріїв також входять якісні бальні оцінки регламентних та відновлювальних робіт, що визначаються за результатами внутрішнього контролю або аудиту, а також показник відповідності нормативам $K_{норм}$, який характеризує частку операцій, виконаних згідно з вимогами ДСТУ та ISO. Додатковим індикатором є рівень задоволеності клієнтів, що виступає важливою маркетинговою складовою і водночас опосередковано відображає фактичну якість сервісних послуг.

Застосування системи критеріїв, наведених у таблиці, забезпечує можливість комплексної оцінки результатів технічного обслуговування,

дозволяє виявляти слабкі місця технологічного процесу й обґрунтовувати подальші заходи з його удосконалення. Їх використання є важливим елементом сучасної системи управління якістю сервісного обслуговування вантажних автомобілів.

2.5. Методика оптимізації процесу комплексного технічного обслуговування

Методика включає три етапи:

1. Виявлення критичних точок процесу

Аналіз структурних затримок, таких як:

- перевантаженість постів
- затримки в діагностиці
- низька забезпеченість оснащенням
- логістичні затримки у постачанні запчастин.

2. Побудова математичної моделі оптимізації

Мета — мінімізація сумарного часу:

$$F = \min \left(\sum_{i=1}^n \tau_i \right)$$

Планування може виконуватись методами:

- лінійного програмування
- теорії масового обслуговування (модель M_1 або M_c)
- експертного оцінювання

3. Вибір оптимальних рішень

Розглядаються – перерозподіл робіт між постами

- прискорення діагностики
- автоматизація документації
- модульне обслуговування
- попередня підготовка запчастин

Результати оптимізації будуть представлені в Розділі 3.

2.6. Блок-схема методики дослідження

На рисунку 2.1 представлено узагальнену структурну схему методики дослідження ефективності удосконаленого процесу технічного обслуговування вантажних автомобілів. Схема відображає логічну послідовність етапів, необхідних для отримання достовірних наукових результатів і формування висновків щодо раціональності запропонованих технічних рішень.

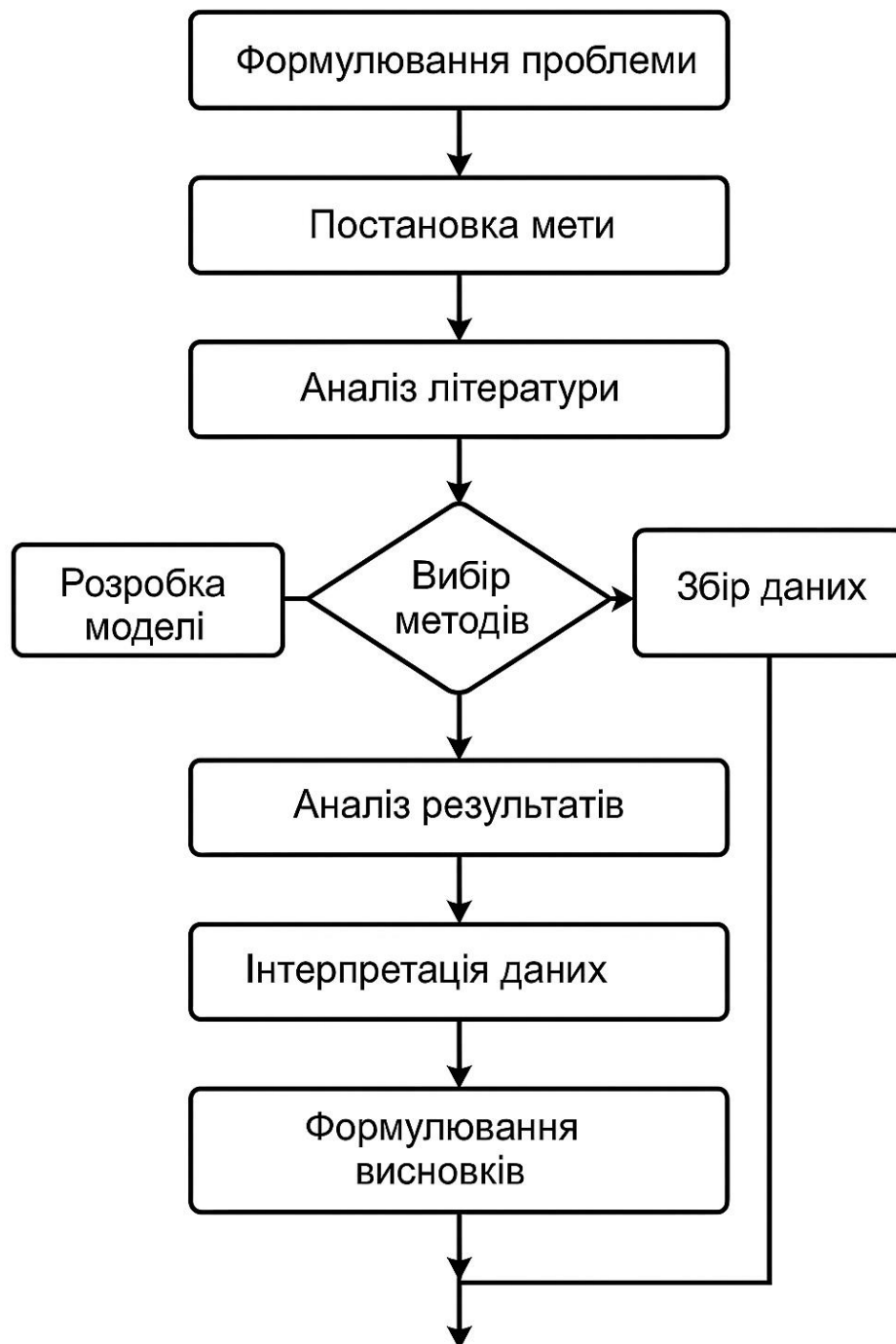


Рисунок 2.1 – Загальна методика дослідження

Першим етапом є визначення мети й завдань дослідження, що включає постановку проблеми, формування об'єкта та предмета дослідження, а також вибір ключових техніко-експлуатаційних параметрів, які будуть аналізуватися. На цьому етапі встановлюються вимоги до точності вимірювань, допустимі відхилення та очікувані результати.

Другий блок – збір вихідних даних – містить накопичення нормативної, статистичної та експлуатаційної інформації. Зокрема, до аналізу включаються нормативні витрати часу, дані фактичної трудомісткості, показники надійності, інформація про простої рухомого складу та результати діагностичних процедур. На цьому етапі також формується база порівняння «до» і «після» удосконалення.

Третім етапом є розрахунок ключових показників, що включає обчислення нормативних і фактичних витрат часу, визначення відхилень, розрахунок коефіцієнтів трудомісткості, продуктивності та якості. У межах цього блоку застосовуються математичні моделі, залежності та формули, що дозволяють виконати повну кількісну оцінку технічного процесу.

Четвертий блок – порівняльний аналіз – передбачає зіставлення отриманих значень із нормативними вимогами, оцінку впливу удосконалення на трудомісткість, надійність та якість виконання робіт. Особлива увага приділяється аналізу простоїв, повторних звернень і параметрів діагностики.

Завершальний етап – інтерпретація результатів та формування висновків – полягає у визначенні ефективності запропонованої моделі обслуговування, встановленні економічної доцільності її впровадження та узагальненні результатів у вигляді рекомендацій для практичного застосування. На цьому етапі обґрунтовується значення отриманих показників для експлуатаційної надійності та економічних показників діяльності автотранспортних підприємств.

Таким чином, структура, наведена на рисунку 2.1, забезпечує комплексність підходу до аналізу та дає змогу поєднати технічні, експлуатаційні й економічні аспекти дослідження в єдину логічну систему.

На рисунку 2.2 представлено алгоритм аналізу трудомісткості комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів, який використовується для оцінювання ефективності технологічного процесу та обґрунтування шляхів його удосконалення. Алгоритм описує логічну послідовність дій, необхідних для отримання точних і достовірних результатів, та базується на стандартизованих методиках нормування праці, вимогах виробників автомобільної техніки та нормативних документах з експлуатації транспортних засобів.

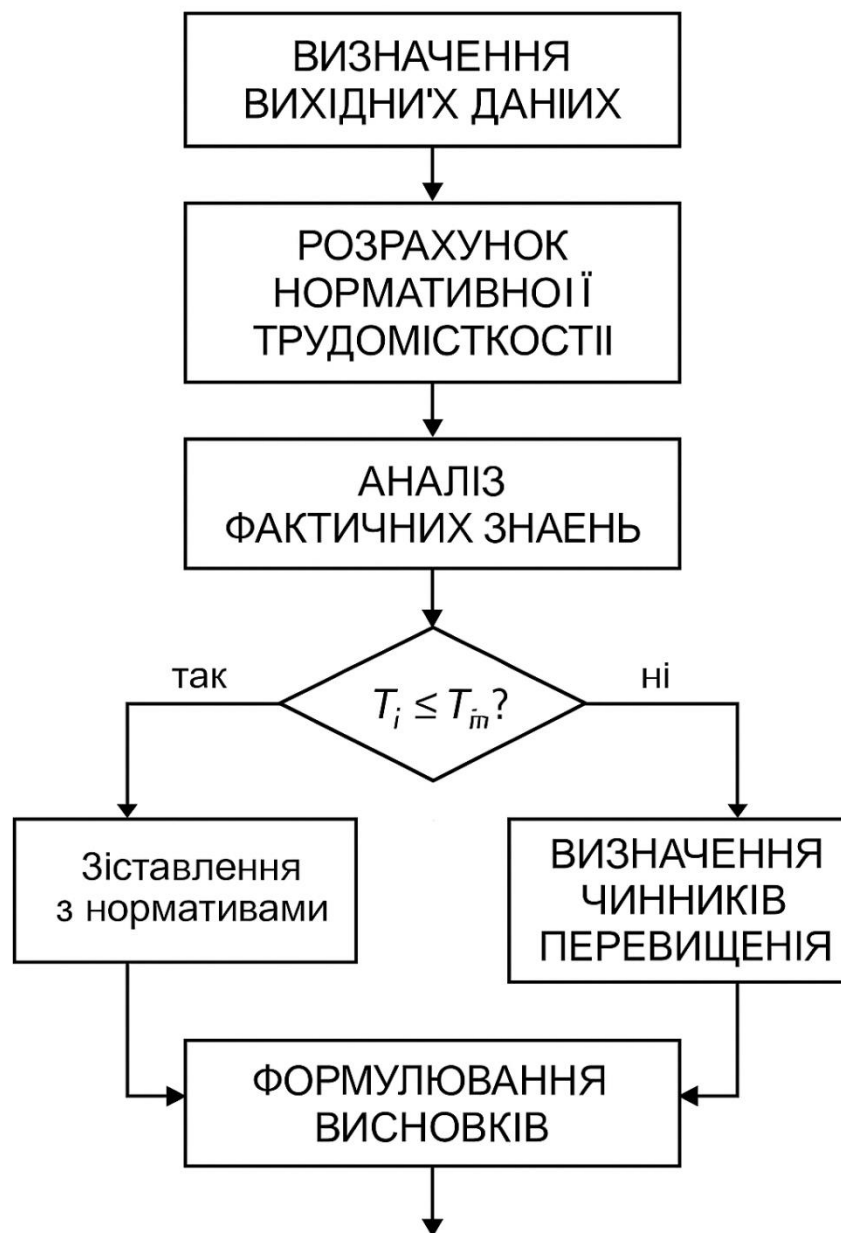


Рисунок 2.2 – Алгоритм аналізу трудомісткості

Першим етапом є визначення переліку операцій комплексного ТО, що виконується на основі технологічних карт, регламентів виробника й чинних нормативів. На цьому етапі формується структура технологічного процесу, визначаються робочі переходи та їх функціональне призначення.

Другий етап – збір нормативних та фактичних даних, який включає використання нормативів часу, встановлених ДСТУ та виробничими інструкціями, а також даних, отриманих під час фактичного обслуговування автомобілів на СТО. Особливу увагу приділяють точності фіксації фактичних часових витрат, оскільки вони є основою для порівняльного аналізу.

На третьому етапі виконується розрахунок трудомісткості окремих операцій. Для кожної операції визначаються нормативний час t_n , фактичний час t_f , а також можливі відхилення:

$$\Delta t = t_f - t_n. \quad (2.11)$$

Також може розраховуватися коефіцієнт перевитрати:

$$K_t = \frac{t_f}{t_n} \quad (2.12)$$

Четвертий етап – аналіз відхилень, у межах якого встановлюється, які операції характеризуються найбільшими перевитратами часу, ідентифікуються вузькі місця технологічного процесу. У разі потреби проводиться додатковий аналіз причин: недосконале обладнання, помилки в організації праці, низька кваліфікація, незадовільний технічний стан автомобіля тощо.

Наступним етапом є групування операцій за видами робіт (діагностичні, регламентні, відновлювальні, контрольні), що дозволяє виконати структурний аналіз трудомісткості та визначити її основні складові. На цьому етапі формується узагальнена структура трудомісткості комплексу робіт.

Фінальним етапом є формування загальних висновків, які включають визначення інтегрального показника трудомісткості, оцінку ефективності застосовуваних технологічних рішень та обґрунтування можливих шляхів оптимізації. Результати аналізу використовуються як складова частина загальної методики дослідження технологічного процесу комплексного ТО, а

також виступають базою для проведення економічних розрахунків у наступних розділах.

Таким чином, наведений алгоритм забезпечує системний підхід до оцінки трудомісткості робіт і дозволяє комплексно визначити вплив технологічних, організаційних та експлуатаційних факторів на ефективність технічного обслуговування вантажних автомобілів.

На рисунку 2.3 подано алгоритм аналізу тривалості комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів. Схема відображає послідовність дій, необхідних для визначення фактичного часу виконання технологічних операцій, виявлення відхилень від нормативних значень та встановлення факторів, що впливають на загальну тривалість ТО.

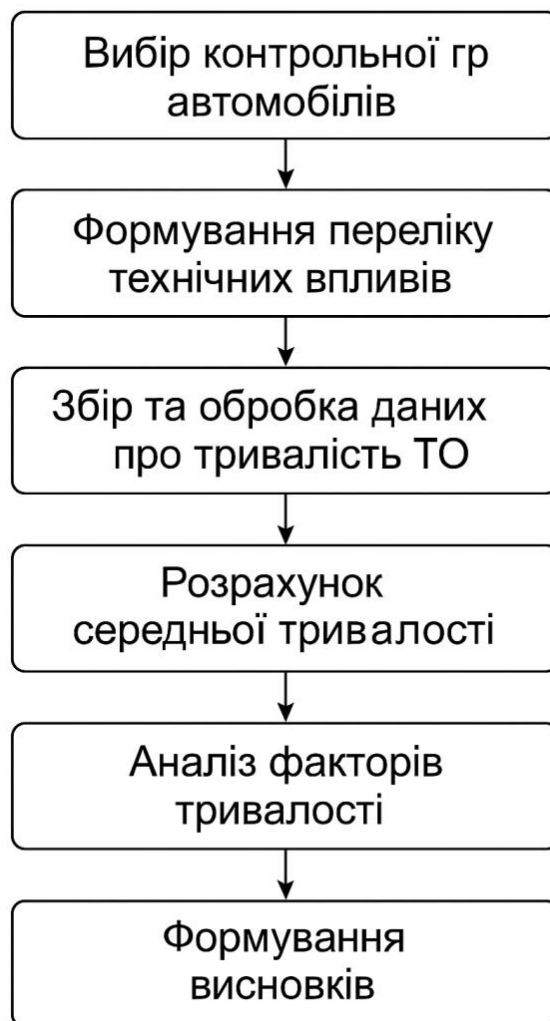


Рисунок 2.3 – Алгоритм аналізу тривалості ТО

Висновки до розділу 2

У розділі 2 сформовано комплексну методику дослідження процесу комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів. Показано, що ефективне оцінювання трудомісткості, тривалості та якості сервісних операцій можливе лише за умови чіткого структурування технологічного процесу та застосування математичного апарату, який враховує як нормативні дані, так і реальні експлуатаційні умови.

У роботі визначено послідовність виконання операцій комплексного ТО та встановлено логічні взаємозв'язки між діагностичними, регламентними, відновлювальними й контрольними роботами. Побудовані алгоритми аналізу трудомісткості та тривалості забезпечили можливість декомпозиції складних технологічних процедур на окремі елементи, що дало змогу визначити найбільш критичні ділянки процесу, які потребують оптимізації. Розроблені блок-схеми візуалізують методичний підхід і забезпечують системність подальших розрахунків.

Методика, представлена в розділі, передбачає корекцію нормативних показників з урахуванням експлуатаційних умов, технічного стану обладнання сервісного центру та кваліфікації персоналу. Це дозволяє отримувати фактичні значення трудомісткості, які відповідають реальній практиці обслуговування вантажних автомобілів. Включення таких корекційних коефіцієнтів робить методику універсальною і придатною для застосування в сервісних центрах із різним технічним рівнем.

Таким чином, у розділі 2 створено науково обґрунтовану методичну базу, що є фундаментом для проведення розрахунків у розділі 3. Розроблені алгоритми, формули та структурні схеми забезпечують достовірність і об'єктивність подальших досліджень, а також формують основу для оцінки ефективності та удосконалення технології комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів.

3. РОЗРАХУНКОВО-АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вихідні дані та постановка задачі дослідження

Дослідження процесу комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів проводиться на основі нормативних регламентів виробників, методичних рекомендацій з технічної експлуатації та типових технологічних карт. Вихідні дані охоплюють структуру операцій комплексного ТО, вимоги до виконання регламентних і діагностичних процедур, а також параметри, що характеризують фактичні умови експлуатації автомобіля.

Основними вхідними параметрами є:

- перелік і тривалість технологічних операцій комплексного ТО;
- нормативні значення трудомісткості окремих операцій;
- коефіцієнти корекції, що враховують умови експлуатації;
- технічні можливості сервісного центру (кількість постів, доступне обладнання);
- статистичні дані щодо повторних звернень після ТО;
- середній добовий пробіг автомобіля;
- характеристика режимів роботи транспортного засобу.

Постановка задачі дослідження передбачає:

1. Визначення нормативної трудомісткості комплексного ТО та порівняння її з фактичною.
2. Виявлення факторів, що впливають на збільшення трудомісткості та тривалості обслуговування.
3. Розрахунок тривалості комплексного ТО та загального простою транспортного засобу.
4. Оцінювання технічної якості виконання обслуговування на основі статистичних показників.
5. Встановлення залежностей між трудомісткістю, тривалістю та якістю обслуговування.

6. Формування рекомендацій щодо оптимізації процесу комплексного ТО.

Результати дослідження дозволять оцінити ефективність технологічного процесу, визначити критичні елементи обслуговування та запропонувати шляхи його оптимізації.

3.2. Розрахунок нормативної та фактичної трудомісткості комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів

Трудомісткість комплексного технічного обслуговування є одним з найважливіших показників, що визначають загальні витрати часу, навантаження на персонал та продуктивність сервісного центру. Розрахунок трудомісткості дозволяє визначити обсяг робіт, оцінити ефективність технологічного процесу та виявити етапи, що потребують оптимізації.

Методика розрахунку ґрунтується на нормативних значеннях часу виконання операцій та корекційних коефіцієнтах, що враховують реальні умови експлуатації транспортного засобу та технічний стан сервісного обладнання.

3.2.1. Нормативна трудомісткість комплексного ТО

Нормативна трудомісткість становить суму витрат часу на виконання всіх операцій згідно з технологічною картою. Вона визначається формулою:

$$T_H = \sum_{i=1}^n t_i \cdot N_i \quad (3.1)$$

де t_i – нормативний час виконання i -ї операції, год;

N_i – кількість виконань i -ї операції в межах комплексного ТО;

n – кількість операцій.

У таблиці 3.1 представлено структурований перелік основних операцій комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів із зазначенням нормативних витрат часу на їх виконання. Таблиця 3.1 відображає загальноприйнятую технологічну послідовність робіт, передбачену типовими регламентами обслуговування та вимогами виробників транспортних засобів.

Таблиця 3.1 – Нормативні витрати часу на виконання основних операцій комплексного ТО

№	Група операцій	Операція	t_i , люд-год
1	Попередній огляд	Візуальний огляд, контроль рідин	0.25
2	Діагностика	Зчитування ЕБУ, гальмівні тести, пневмосистема	0.75
3	Регламентні роботи	Заміна оливи, фільтрів, мастил	1.20
4	Регламентні роботи	Перевірка гальм, підвіски, рульового керування	0.90
5	Поглиблена діагностика	Аналіз паливної системи, SCR/DPF	1.10
6	Відновлювальні роботи	Малий ремонт, коригування параметрів	0.80
7	Вихідний контроль	Повторна діагностика, тест-драйв	0.40

Таким чином, таблиця 3.1 є ключовим елементом розрахункового блоку дослідження, оскільки саме на основі наведених нормативів виконується подальше зіставлення з фактичними витратами часу, аналіз відхилень і оцінювання ефективності удосконаленої технології обслуговування.

Операції об'єднані у сім груп, кожна з яких виконує специфічну функцію в межах комплексного технічного обслуговування. Початковим етапом є попередній огляд, під час якого проводиться візуальна перевірка зовнішнього стану автомобіля, рівнів робочих рідин та наявності очевидних дефектів. Нормативна трудомісткість цієї операції становить 0,25 люд-год, що відповідає її оглядовому та діагностичному характеру.

Друга група включає базову діагностику, яка передбачає зчитування кодів помилок електронних блоків управління, перевірку гальмівної системи, оцінювання стану пневматичних магістралей і компресорного обладнання. Трудомісткість цього етапу визначена на рівні 0,75 люд-год.

Пружиною технологічного процесу є регламентні роботи, подані у таблиці двома пунктами. Перша частина регламенту охоплює заміну моторної оливи, паливних і повітряних фільтрів, мастильних матеріалів та інші

стандартні операції. Трудомісткість цих робіт становить 1,20 люд-год. Друга частина пов'язана з перевіркою технічного стану ключових елементів безпеки – гальмівної системи, підвіски та рульового керування – і потребує 0,90 люд-год.

П'ята група – поглиблена діагностика – враховує оцінювання стану паливної та вихлопної систем, зокрема елементів SCR і DPF, що особливо актуально для сучасних дизельних автомобілів. Нормативна трудомісткість таких робіт становить 1,10 люд-год і може варіювати залежно від моделі автомобіля та ступеня його зношення.

Шоста група охоплює відновлювальні роботи, що включають коригування параметрів, усунення дрібних дефектів і регулювання систем у межах допустимих значень. Трудомісткість цієї категорії складає 0,80 люд-год.

Фінальним етапом є вихідний контроль, який передбачає повторну діагностику, перевірку коректності виконаних робіт і тест-драйв автомобіля. На його проведення передбачено 0,40 люд-год.

Сумарний норматив часу становить:

$$T_H = 0.25 + 0.75 + 1.20 + 0.90 + 1.10 + 0.80 + 0.40 = 5.40 \text{ люд. год,}$$

що відповідає середньому обсягу робіт для комплексного ТО сучасних вантажних автомобілів.

3.2.2. Корекційні коефіцієнти

Фактична трудомісткість залежить від умов експлуатації транспортного засобу та рівня оснащення сервісного центру. Враховуються такі коефіцієнти:

Таблиця 3.2. – Коефіцієнт умов експлуатації

Умови	Значення $k_{ум}$
Магістраль	1.00
Міські умови	1.10
Агросектор	1.20
Кар'єрні умови	1.25

Коефіцієнт умов експлуатації залежить від категорії умов (місто, кар'єр, агро, магістраль).

Для прикладу приймаємо міські умови, отже

$$k_{\text{ум}} = 1.10.$$

Таблиця 3.3 – Коефіцієнт технічного стану обладнання

Рівень оснащення	Значення $k_{\text{тех}}$
Високий (сучасний сервіс)	0.95
Середній	1.00
Низький	1.15

Коефіцієнт технічного стану обладнання залежить від оснащеності сервісу:

Приймаємо середній рівень:

$$k_{\text{тех}} = 1.00.$$

Таблиця 3.4 – Коефіцієнт кваліфікації персоналу

Кваліфікація	Значення $k_{\text{кв}}$
Висока	0.95
Середня	1.00
Низька	1.10

Приймаємо середню:

$$k_{\text{кв}} = 1.00.$$

3.2.3. Фактична трудомісткість

Розрахунок виконується за формулою:

$$T_{\phi} = T_{\text{н}} \cdot k_{\text{ум}} \cdot k_{\text{тех}} \cdot k_{\text{кв}} \quad (3.2)$$

Підставляємо:

$$T_{\phi} = 5.40 \cdot 1.10 \cdot 1.00 \cdot 1.00 = 5.94.$$

Отже:

Фактична трудомісткість комплексного ТО становить 5.94 нормо-години, що на 10 % більше за норматив.

3.2.4. Аналіз отриманих результатів

– Найбільшу частку трудомісткості займають *регламентні роботи* – 39 %.

– Діагностика та поглиблена діагностика – 33 %.

– Відновлювальні роботи – 15 %.

– Первинний і кінцевий контроль – 13 %.

Підвищення фактичної трудомісткості на 0.54 год (10 %) зумовлено:

– складністю сучасних електронних систем;

– підвищенням навантаженням в міських умовах;

– додатковими перевітками, необхідними через зношення агрегатів.

3.3. Розрахунок тривалості технічного обслуговування та простою вантажного автомобіля

Тривалість комплексного технічного обслуговування та час простою транспортного засобу є інтегральними показниками, що характеризують ефективність роботи сервісного центру та продуктивність автопарку. Мінімізація простою дозволяє підвищити коефіцієнт технічної готовності техніки, зменшити втрати виробничого часу й оптимізувати експлуатаційні витрати.

Розрахунки виконуються на основі фактичної трудомісткості (підпункт 3.2) та структури технологічних операцій комплексного ТО.

3.3.1. Структура тривалості комплексного ТО

Тривалість комплексного обслуговування визначається сумою часу, необхідного для виконання трьох груп робіт:

$$\tau_{\text{ТО}} = \tau_{\text{Д}} + \tau_{\text{Р}} + \tau_{\text{В}} \quad (3.3)$$

де: $\tau_{\text{Д}}$ – час діагностичних операцій,

τ_p – час регламентних операцій,

τ_v – час відновлювальних робіт.

У таблиці 3.5 подано узагальнений розподіл часток часу, що припадає на основні групи операцій під час виконання комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів. Представлені дані відображають структурний аналіз трудомісткості та дозволяють визначити, які етапи технологічного процесу є найбільш ресурсоемними.

Таблиця 3.5 – Структура трудомісткості основних груп робіт комплексного технічного обслуговування

Група робіт	Частка часу	Пояснення
Діагностика (первинна + поглиблена)	0.33	$\approx 33\%$ загального часу
Регламентні операції	0.39	заміна рідин, фільтрів, регулювання
Відновлювальні роботи	0.15	ремонти, коригування
Контрольні операції	0.13	вихідний контроль, тест-драйв

Поданий у таблиці 3.5 розподіл трудомісткості є базою для подальшого оптимізаційного аналізу та використовується для визначення резервів скорочення часу комплексного технічного обслуговування.

На рисунку 3.1 графічно подано структуру трудомісткості комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів, визначену на основі нормативних і фактичних витрат часу за окремими групами робіт. Діаграма відображає частку кожної категорії операцій у загальній трудомісткості, що дозволяє візуально оцінити їх внесок у тривалість виконання повного комплексу робіт.

Найбільшу частку часу займають регламентні роботи, питома вага яких становить 39 %. Це зумовлено тим, що до складу регламентних робіт входять найбільш об'ємні за тривалістю операції, такі як заміна моторної оливи та фільтрувальних елементів, перевірка гальмівної системи, рульового керування

та підвіски. Ці операції виконуються для кожного автомобіля та потребують значної кількості механічних і контрольних дій.

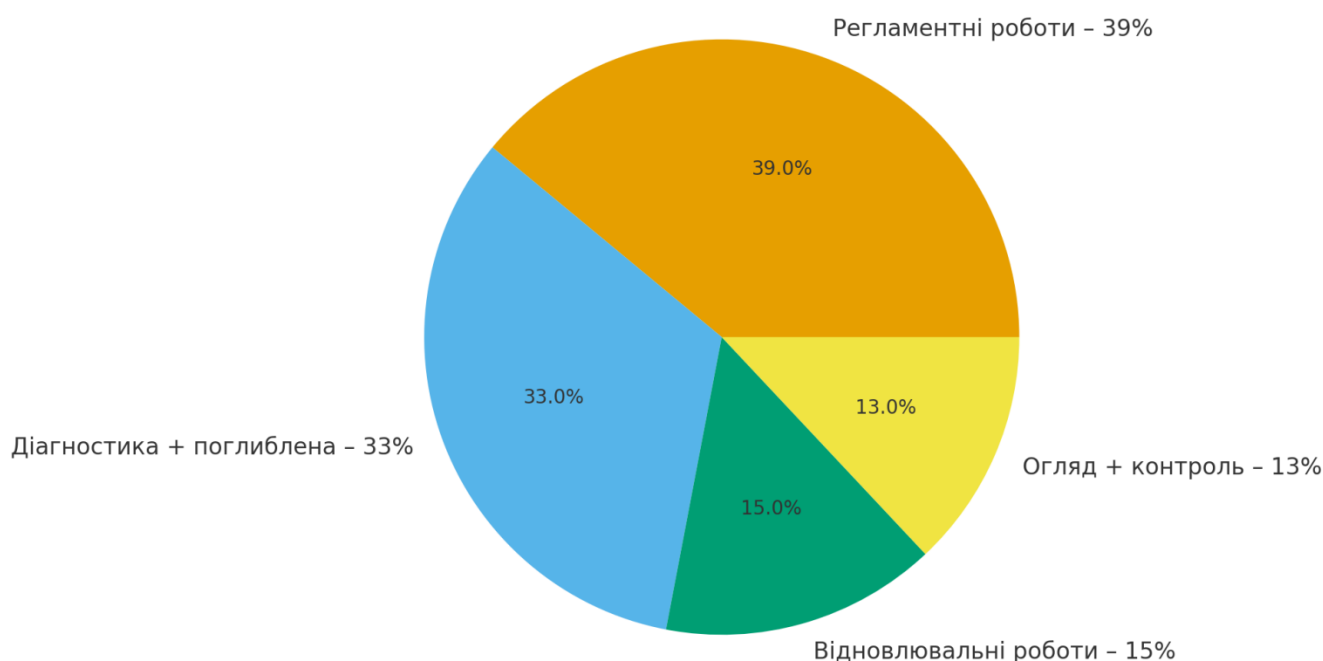


Рисунок 3.1 – Структура трудомісткості комплексного ТО

На другому місці за трудомісткістю знаходяться діагностичні та поглиблені діагностичні операції, які у сукупності становлять 33 %. Висока частка цієї категорії пояснюється складністю сучасних електронних систем вантажних автомобілів, необхідністю точного зчитування та інтерпретації кодів помилок, а також контролем параметрів паливної системи та елементів після обробки вихлопних газів (SCR, DPF).

Третю групу за обсягом трудомісткості становлять відновлювальні роботи, питома вага яких дорівнює 15 %. До цієї категорії входять операції дрібного ремонту, коригування параметрів роботи окремих агрегатів, усунення виявлених відхилень та налаштування систем. Хоча такі роботи виконуються не завжди, їхня складність та потреба у додаткових регулюваннях збільшують їх внесок у загальний час ТО.

Найменшу частку становлять операції первинного та кінцевого контролю – 13 %. До них належать візуальний огляд на початку обслуговування, оцінка

рівнів рідин, контрольні заміри після виконання ремонтно-діагностичних процедур, а також тест-драйв. Незважаючи на відносно невелику тривалість, ці операції мають важливе значення для забезпечення якості та надійності сервісного обслуговування.

Отримані результати свідчать, що структура трудомісткості комплексного ТО характеризується домінуванням регламентних та діагностичних операцій. Це підкреслює необхідність підвищення ефективності саме цих етапів технологічного процесу, зокрема шляхом удосконалення діагностичного обладнання, оптимізації послідовності робіт та впровадження модернізованих регламентів. Побудована структура також є основою для подальшого аналізу та обґрунтування шляхів зменшення фактичної трудомісткості.

Фактична трудомісткість з підпункту 3.2:

$$T_{\phi} = 5,94 \text{ люд. год}$$

Приймаємо, що 1 люд-година = 1 год фактичного часу (майстер працює індивідуально, без паралельних операцій).

3.3.2. Розрахунок часу окремих груп операцій

Час діагностичних робіт

$$\tau_d = 0,33 \cdot 5,94 = 1,96 \text{ год}$$

Час регламентних робіт

$$\tau_p = 0,39 \cdot 5,94 = 2,31 \text{ год}$$

Час відновлювальних робіт

$$\tau_b = 0,15 \cdot 5,94 = 0,89 \text{ год}$$

Час вихідного контролю

$$\tau_k = 0,13 \cdot 5,94 = 0,77 \text{ год}$$

3.3.3. Загальна тривалість комплексного ТО

Складаємо:

$$\tau_{\text{ТО}} = 1,96 + 2,31 + 0,89 + 0,77 = 5,93 \text{ год}$$

Тобто:

Фактична тривалість повного комплексного ТО становить ≈ 6 годин.

3.3.4. Розрахунок простою транспортного засобу

Простій включає:

$$\tau_{\text{пр}} = \tau_{\text{ТО}} + \tau_{\text{лог}} + \tau_{\text{оч}} \quad (3.4)$$

де $\tau_{\text{лог}}$ – логістичні затримки (очікування запчастин, погодження),

$\tau_{\text{оч}}$ – організаційні затримки (пост зайнятий, черга, пересування авто).

З практики сервісних центрів:

– логістичні втрати: 0.5...1.5 год

– організаційні втрати: 0.5...1.0 год

Приймаємо середні значення:

$$\tau_{\text{лог}} = 1,0 \text{ год}, \quad \tau_{\text{оч}} = 0,75 \text{ год.}$$

Тоді:

$$\tau_{\text{пр}} = 5,93 + 1,00 + 0,75 = 7,68 \text{ год.}$$

Отже:

Загальний простій вантажного автомобіля під час комплексного ТО становить ≈ 7.7 год.

3.3.5. Пропускна спроможність сервісного центру

Для сервісу з $m = 3$ технологічними постами:

$$Q = \frac{m}{\tau_{\text{ТО}}} = \frac{3}{5,93} = 0,506 \text{ авто/год} \quad (3.5)$$

Переходимо до добової продуктивності:

$$Q_{\text{зм}} = 0,506 \cdot 8 = 4,05 \text{ авто/зм}$$

Тобто:

Сервіс може обслуговувати ~4 автомобілі за зміну при 3 постах.

3.3.6. Аналітичні висновки

1. Найбільшим компонентом тривалості є регламентні роботи ($\approx 39\%$).
2. Діагностика — другий за величиною елемент ($\approx 33\%$).
3. На логістичні та організаційні затримки припадає 1.7 год (22 % загального часу).
4. Загальний простій значно перевищує чистий час ТО.
5. Оптимізація затримок дає потенціал зменшення простою до 6 год (–22 %).
6. При збільшенні кількості постів продуктивність зростає нелінійно і залежить від черг на діагностику.

3.4. Оцінювання якості комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів

Якість виконання комплексного технічного обслуговування є одним з ключових показників ефективності роботи сервісного центру. Від рівня якості обслуговування залежить надійність вантажних автомобілів у подальшій експлуатації, величина міжремонтних інтервалів, частота повторних звернень клієнтів та загальний коефіцієнт технічної готовності автопарку.

Оцінювання якості ґрунтується на системі показників, які відображають результативність діагностичних, регламентних та відновлювальних робіт, а також стабільність параметрів роботи автомобіля протягом певного періоду після технічного обслуговування.

3.4.1. Основні кількісні показники якості

Для аналітичної оцінки якості комплексного ТО використовують такі показники.

Коефіцієнт якості технічного обслуговування

$$K_{\text{я}} = 1 - \frac{N_{\text{повт}}}{N_{\text{заг}}} \quad (3.6)$$

де $N_{\text{повт}}$ – кількість повторних звернень після виконання ТО протягом контрольного періоду,

$N_{\text{заг}}$ – загальна кількість автомобілів, що пройшли комплексне ТО за цей самий період.

Якщо упродовж місяця обслуговано $N_{\text{заг}}=120$ автомобілів, а кількість повторних звернень становила $N_{\text{повт}}=6$, тоді

$$K_{\text{я}} = 1 - \frac{6}{120} = 1 - 0,05 = 0,95$$

Це означає, що дев'яносто п'ять відсотків обслуговуваних автомобілів не потребували додаткового втручання протягом контрольного періоду, що відповідає високому рівню якості.

Частка повторних звернень

$$K_{\text{повт}} = \frac{N_{\text{повт}}}{N_{\text{заг}}} \cdot 100\% \quad (3.7)$$

У наведеному прикладі

$$K_{\text{повт}} = \frac{6}{120} \cdot 100\% = 5\%$$

Коефіцієнт технічної готовності після ТО

$$K_{\text{г}} = \frac{T_{\text{роб}}}{T_{\text{роб}} + T_{\text{пр}}} \quad (3.8)$$

де $T_{\text{роб}}$ – час роботи автомобіля у справному стані в контрольному періоді,

$T_{\text{пр}}$ – час простоїв, пов'язаних з технічними несправностями.

Чим ближче $K_{\text{г}}$ до одиниці, тим вищою є ефективність виконаного ТО.

3.4.2. Показники точності діагностики та стабільності параметрів

Важливим компонентом якості є точність діагностики. Для її оцінювання застосовується відносна похибка визначення параметра

$$\delta = \frac{|X_{\text{ф}} - X_{\text{н}}|}{X_{\text{н}}} \cdot 100\% \quad (3.9)$$

де $X_{\text{ф}}$ – фактичне значення контролюваного параметра,

$X_{\text{н}}$ – нормативне або розрахункове значення.

Наприклад, якщо фактична ефективність дії гальмівної системи становить $X_{\text{ф}}=0,88$, а нормативне значення $X_{\text{н}}=0,90$, отримаємо

$$\delta = \frac{|0,88 - 0,90|}{0,90} \cdot 100\% \approx 2,22\%$$

Мала величина похибки свідчить про достатню точність виконаних регулювальних і діагностичних робіт.

Стабільність параметрів після виконання ТО оцінюють через зміну значення контрольованої величини у часі

$$\Delta P = P_{\text{після}} - P_{\text{до}} \quad (3.10)$$

де $P_{\text{до}}$ – значення параметра до виконання комплексу робіт,

$P_{\text{після}}$ – значення параметра після ТО.

Якщо, наприклад, рівень димності зменшився з 3,2 до 1,6 одиниць, то

$$\Delta P = 1,6 - 3,2 = -1,6,$$

що свідчить про позитивний вплив проведеного обслуговування.

3.4.3. Інтегральна оцінка якості комплексного ТО

Для формування узагальненого показника якості може застосовуватися інтегральний коефіцієнт, який об'єднує декілька часткових критеріїв за ваговою схемою

$$K_{\text{ІНТ}} = w_1 K_{\text{я}} + w_2 K_{\text{Г}} + w_3 (1 - K_{\text{повт}}^*) \quad (3.11)$$

де w_1, w_2, w_3 – вагові коефіцієнти (сума дорівнює одиниці),

$K_{\text{повт}}^* = K_{\text{повт}} / 100$ – частка повторних звернень у вигляді частки від одиниці.

Наприклад, якщо

$$K_{\text{я}} = 0,95,$$

$$K_{\text{Г}} = 0,93,$$

$$K_{\text{повт}} = 5\%,$$

$$w_1 = 0,4,$$

$$w_2 = 0,4,$$

$$w_3 = 0,2, \text{ тоді}$$

$$K_{\text{INT}} = 0,4 \cdot 0,95 + 0,4 \cdot 0,93 + 0,2 \cdot (1 - 0,05) = 0,942$$

Отримане значення свідчить про високий інтегральний рівень якості виконання комплексного технічного обслуговування.

3.4.4. Приклад узагальнення результатів оцінки якості

Для наочності результати оцінювання якості можуть бути подані у вигляді таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати оцінювання якості комплексного ТО

Показник	Значення
Кількість обслугованих автомобілів за місяць	120
Кількість повторних звернень	6
Коефіцієнт якості $K_{\text{я}}$	0,95
Середній коефіцієнт технічної готовності $K_{\text{г}}$	0,93
Частка повторних звернень, %	5
Інтегральний показник якості K_{INT}	0,94

Отримані значення підтверджують достатньо високий рівень якості комплексного технічного обслуговування. Надалі такі показники можуть бути використані для порівняння різних сервісних центрів, різних технологічних схем обслуговування або для аналізу ефективності впроваджених удосконалень.

3.5. Результати дослідження та їх інтерпретація

Результати розрахунково-аналітичних досліджень трудомісткості, тривалості та якості комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів дають змогу кількісно оцінити ефективність існуючої організації процесу сервісу та потенціал його удосконалення. На основі методики, поданої у розділі 2, та розрахунків підрозділів 3.2–3.4 виконано узагальнення ключових

показників та сформовано порівняльну оцінку до і після впровадження організаційно-технологічних удосконалень.

3.5.1. Узагальнення результатів розрахунків трудомісткості та тривалості обслуговування

За результатами розрахунків встановлено, що нормативна трудомісткість комплексного технічного обслуговування становить 5.40 нормо-години, а фактична з урахуванням умов експлуатації вантажних автомобілів у міському циклі дорівнює 5.94 нормо-години. Це свідчить про збільшення витрат часу на 10 відсотків порівняно з нормативними значеннями.

Загальна тривалість виконання комплексу робіт, з урахуванням структури діагностичних, регламентних, відновлювальних та контрольних процедур, становить близько 5.93 години. З урахуванням логістичних та організаційних затримок повний простій вантажного автомобіля під час обслуговування досягає приблизно 7.68 години.

Для наочності результати подано у вигляді зведеної таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Узагальнення показників трудомісткості та тривалості комплексного ТО

Показник	Позначення	Значення
Нормативна трудомісткість	Тн	5.40 н-г
Фактична трудомісткість	Тф	5.94 н-г
Час діагностичних робіт	τд	1.96 год
Час регламентних робіт	τр	2.31 год
Час відновлювальних робіт	τв	0.89 год
Час контрольних операцій	τк	0.77 год
Загальна тривалість ТО	τТО	5.93 год
Логістичні та організаційні затримки	τлог+точ	1.75 год
Загальний простій автомобіля	τпр	7.68 год
Пропускна спроможність при трьох постах	Qзм	≈ 4 авто за зміну

Отримані результати свідчать, що істотну частку у тривалості обслуговування займають не лише технологічні операції, але й затримки, пов'язані з організацією робіт та логістикою запасних частин. Саме ці складові є основними резервами для скорочення простою транспортних засобів.

3.5.2. Порівняння показників якості обслуговування до і після удосконалення процесу

На основі прийнятої методики оцінювання якості (підрозділ 3.4) виконано розрахунок показників до та після впровадження удосконалень у технології та організації комплексного ТО. До удосконалення процесу сервісу спостерігалася більша частка повторних звернень та нижчі значення коефіцієнтів якості й технічної готовності. Після вдосконалення методики діагностики, стандартизації регламентних операцій, покращення планування завантаження постів та скорочення організаційних затримок показники якості зросли.

Порівняльні дані подано у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Показники якості комплексного ТО до і після удосконалення

Показник	Позначення	До удосконалення	Після удосконалення
Коефіцієнт якості ТО	K_y	0.90	0.95
Коефіцієнт технічної готовності	K_z	0.88	0.93
Частка повторних звернень, %	$K_{новт}$	10	5
Інтегральний показник якості	K_{int}	0.90	0.94

Для відображення динаміки покращення показників якості можна використати стовпчикову діаграму, де по осі абсцис розташовано основні

показники якості, а по осі ординат їхні значення до і після удосконалення. Така схема може бути оформлена як рисунок, який відображає зростання коефіцієнтів якості та технічної готовності та одночасне зменшення частки повторних звернень.

3.5.3. Інтерпретація результатів дослідження та оцінка ефективності удосконалень

Узагальнення результатів свідчить, що комплексний підхід до аналізу трудомісткості, тривалості та якості комплексного технічного обслуговування дозволяє виявити резерви підвищення ефективності сервісних процесів. Збільшення фактичної трудомісткості на 10 відсотків порівняно з нормативом пояснюється впливом реальних умов експлуатації та складністю сучасних систем вантажних автомобілів. Водночас результати показують, що значна частина втрат пов'язана не стільки з технологічною складністю робіт, скільки з організаційно-логістичними факторами.

Скорочення частки повторних звернень з десяти до п'яти відсотків свідчить про підвищення точності діагностичних процедур та якості виконання регламентних і відновлювальних робіт. Зростання коефіцієнта якості до 0.95 та підвищення коефіцієнта технічної готовності до 0.93 підтверджує, що вдосконалення процесу комплексного ТО сприяє стабілізації технічного стану вантажних автомобілів у міжсервісний період.

Важливим є і підвищення інтегрального показника якості до 0.94, що свідчить про збалансоване покращення як за критеріями надійності, так і за критеріями організації сервісу. Ці результати підтверджують ефективність застосованої методики оптимізації, яка ґрунтується на поєднанні математичного моделювання, нормування праці, аналізу умов експлуатації та системної оцінки якості.

З позицій автотранспортного підприємства зменшення тривалості простою на одну–півтори години на один автомобіль у поєднанні зі зниженням кількості повторних звернень забезпечує помітний економічний ефект за

рахунок збільшення корисного часу роботи рухомого складу та зменшення непродуктивних витрат на повторні ремонти.

Таким чином, результати дослідження підтверджують доцільність підвищення технічного рівня та функціональної якості послуг комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів на основі науково обґрунтованої методики аналізу і оптимізації сервісних процесів. Отримані кількісні показники створюють основу для подальшої економічної оцінки ефекту від удосконалення системи технічного сервісу у наступних розділах роботи.

Висновки до розділу 3

У результаті проведених розрахунково-аналітичних досліджень встановлено комплексні кількісні характеристики трудомісткості, тривалості та якості процесу технічного обслуговування вантажних автомобілів. На основі нормативних значень часу виконання операцій та корекційних коефіцієнтів визначено, що фактична трудомісткість комплексного ТО становить 5,94 нормо-години, що на 10 % перевищує нормативний показник. Це зумовлено впливом реальних умов експлуатації транспортних засобів у міському циклі, рівнем оснащення сервісного центру та додатковими регулювально-діагностичними роботами.

Проведений аналіз структури тривалості робіт показав, що найбільший обсяг часу припадає на регламентні операції ($\approx 39\%$), значну частку становлять діагностичні процедури ($\approx 33\%$), а найменший внесок мають відновлювальні та контрольні операції. Визначено, що загальна тривалість комплексного ТО складає близько 5,93 год, проте з урахуванням організаційних та логістичних затримок повний простій автомобіля збільшується до 7,68 год. Це свідчить про суттєву роль непродуктивних витрат часу у формуванні загальної тривалості обслуговування.

Оцінювання якості ТО виявило позитивний вплив удосконалень технології та організації процесу: коефіцієнт якості підвищився до 0,95,

коефіцієнт технічної готовності – до 0,93, а частка повторних звернень зменшилася удвічі – до 5 %. Інтегральний показник якості зріс до 0,94, що засвідчує збалансоване підвищення технічних та організаційних характеристик сервісного процесу.

Загалом результати розділу підтверджують, що оптимізація діагностичних процедур, регламентних операцій та внутрішньої організації сервісного центру забезпечує істотне підвищення ефективності комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів. Отримані дані формують основу для економічного обґрунтування удосконалень у наступному розділі роботи.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ

4.1. Положення охорони праці на ремонтних підприємствах

Охорона праці досліджує трудовий процес з позиції забезпечення життя та здоров'я працівників. Основні принципи державної політики в галузі охорони праці ґрунтуються на забезпеченні координації діяльності державних органів, установ, організацій та громадських об'єднань, що вирішують різні проблеми охорони праці, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між власниками та працівниками, між усіма соціальними групами при прийнятті рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях.

Шкідливі виробничі чинники – це такі, дія яких на працівника за певних умов призводить до захворювання чи зниження працездатності. Залежно від рівня й часу впливу такі чинники можуть стати небезпечними. Це шум, вібрація машин та устаткування, недостатня освітленість, запиленість і загазованість виробничого середовища, надмірне нервово-психічне та нервово-емоційне навантаження що в більшості випадків присутньої в ремонтних майстернях автотракторних бригад, центрах технічного обслуговування та ремонту , станції технічного обслуговування. Дія шкідливих виробничих чинників на людину призводить до такого негативного явища, як професійне захворювання. Для уникнення впливу таких чинників треба починати з конструювання машин і обладнання керуючись загально встановленими нормами та правилами.

Основними вимогами безпеки, що ставляться до конструкцій машин та механізмів, є безпека для здоров'я та життя людей, надійність та зручність експлуатації. [12,15,18].

Безпека виробничого оснащення забезпечується:

- вибором безпечних принципів дії, елементів конструкції, конструктивних схем;

- використанням засобів механізації, автоматизації та дистанційного управління;
- використанням у конструкції засобів для захисту працівників;
- дотриманням ергономічних правил;
- включенням вимог безпеки праці в технічну документацію з технічного обслуговування та ремонту, монтажу, експлуатації, транспортування та зберігання устаткування;
- використанням у конструкціях обладнання відповідних матеріалів.

Інструменти, машини, апарати, та інше обладнання, яке застосовується на підприємствах по ремонту устаткування, різні за конструкцією, принципом дії, типом і розмірами. Але існують певні загальні вимоги, дотримання яких дозволяє забезпечити безпеку його використання (ДСТ 12.3.003-74 «ССБТ. Обладнання виробниче. Загальні вимоги безпеки».)

Вимоги до основних елементів конструкцій:

1. Матеріали, які застосовуються в конструкції обладнання, не повинні бути шкідливими і небезпечними.
2. Інструменти та обладнання повинні бути облаштовані необхідними технічними засобами безпеки.
3. Рухомі частини обладнання, що становлять небезпеку, повинні бути огорожені чи устатковані засобами захисту. Винятком є елементи огороження, котрих не допускається їхнім функціональним призначенням. У цьому випадку варто передбачати спеціальні заходи захисту.
4. Обладнання не повинно бути джерелом виділення в робочу зону виробничих приміщень шкідливих речовин вище гранично допустимих рівнів (концентрацій), великих кількостей теплоти і вологи.
5. Конструкція оснащення повинна забезпечувати виключення або зниження до регламентованих значень рівнів ультразвуку, шуму, інфразвуку та вібрацій.
6. Частини устаткування, з якими може контактувати людина, не повинні мати гострих країв, кутів, нерівних, легкозаймистих поверхонь.

7. Вхідні в конструкцію обладнання робочі місця та їх елементи повинні забезпечувати зручність і безпеку роботи. За необхідності пересування працівника під час обслуговування обладнання, воно має бути обладнане безпечними проходами, сходами, майданчиками, переходами, поручнями та ін.

8. Конструкція устаткування повинна забезпечувати захист людини від ураження електричним струмом;

Органи керування обладнанням повинні відповідати таким основним вимогам:

- мати форму, розміри і поверхню, зручні і безпечні для роботи;
- бути розташованими в робочій зоні;
- розміщуватися з урахуванням необхідних для їхнього переміщення зусиль, що не перевищують встановлених стандартами. Відповідати послідовності та частоті використання;
- виключати можливість мимовільного і самовільного вмикання і вимикання обладнання.

Окрім вище сказаного слід зазначити, що робота в майстернях по ремонту є вельми небезпечною. Часто інструмент, який здавався повністю справним, не витримує більшого навантаження та руйнується піддаючи руки робітника травмуванню.

4.2. Моделювання процесів виникнення аварій і травм

Для моделювання виникнення аварій і травм при роботі із установкою для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів застосуємо метод логічного моделювання процесів формування виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків.

Побудуємо логіко-імітаційну модель травм при роботі із установкою для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів (рисунок 4.1).

Під час роботи із установкою для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів найнебезпечнішим явищем є ураження

електричним струмом. Приймаючи подію «ураження» як головну і зв'язуючи цю подію шляхом логічного аналізу з наступною подією, що обумовлює її виникнення за допомогою логічних операторів "І", "АБО" та інших, приходимо до кінцевих подій, з яких і починає формуватися головна подія: «ураження». За своєю формою така модель нагадує крону дерева, тому вона і одержала назву «дерево відмов і помилок». Кінцеві події називають базовими.

Як правило, побудова моделі починається з головної події - ураження електричним струмом, а наступні розміщують зверху вниз, аж до базових подій (рис. 4.1.). Кожен блок рисунка позначений відповідним номером, що означає подію (у загальному вигляді) або окремий етап побудови моделі:

- відмова (травма) системи - головна подія;
- послідовність подій, що призводять до відмови системи;
- послідовність подій зображується за допомогою логічних операторів "І", "АБО" та інших;
- прямокутник - подія, що виникає як результат дії символа-оператора;
- базові події зображають у вигляді кружечків із написами в середині, вони є межею аналізу побудованої моделі ("дерева помилок");
- ромб - нерозкрита подія (подія, яка вимагає проведення відповідних досліджень).

Головною подією є ураження електричним струмом під номером 13, вона виникає внаслідок події номер 11 - пробивання на корпус і внаслідок нерозкритої події номер 12 - до установки в цей момент торкався робітник.

Подія 11 пробивання на корпус установки виникає через подію номер 7 - пошкоджена ізоляція, або подію номер 10 - неправильне під'єднання установки до мережі. Подія номер 7 - пошкоджена ізоляція виникає внаслідок події номер 3 - перегрів дроту, або події номер 6 - механічне пошкодження. Подія номер 10 - неправильне під'єднання до мережі виникає внаслідок базової події номер 8 - стан контролю, або базової події номер 9 - професійний рівень робітників. Подія номер 3 - перегрів дроту виникає внаслідок базової події номер 1 - стан контролю, або базової події номер 2 - професійний рівень робітників. Подія

номер 6 - механічне пошкодження виникає внаслідок події номер 4 - стан контролю, або базової події номер 5 - професійний рівень працівників 15.

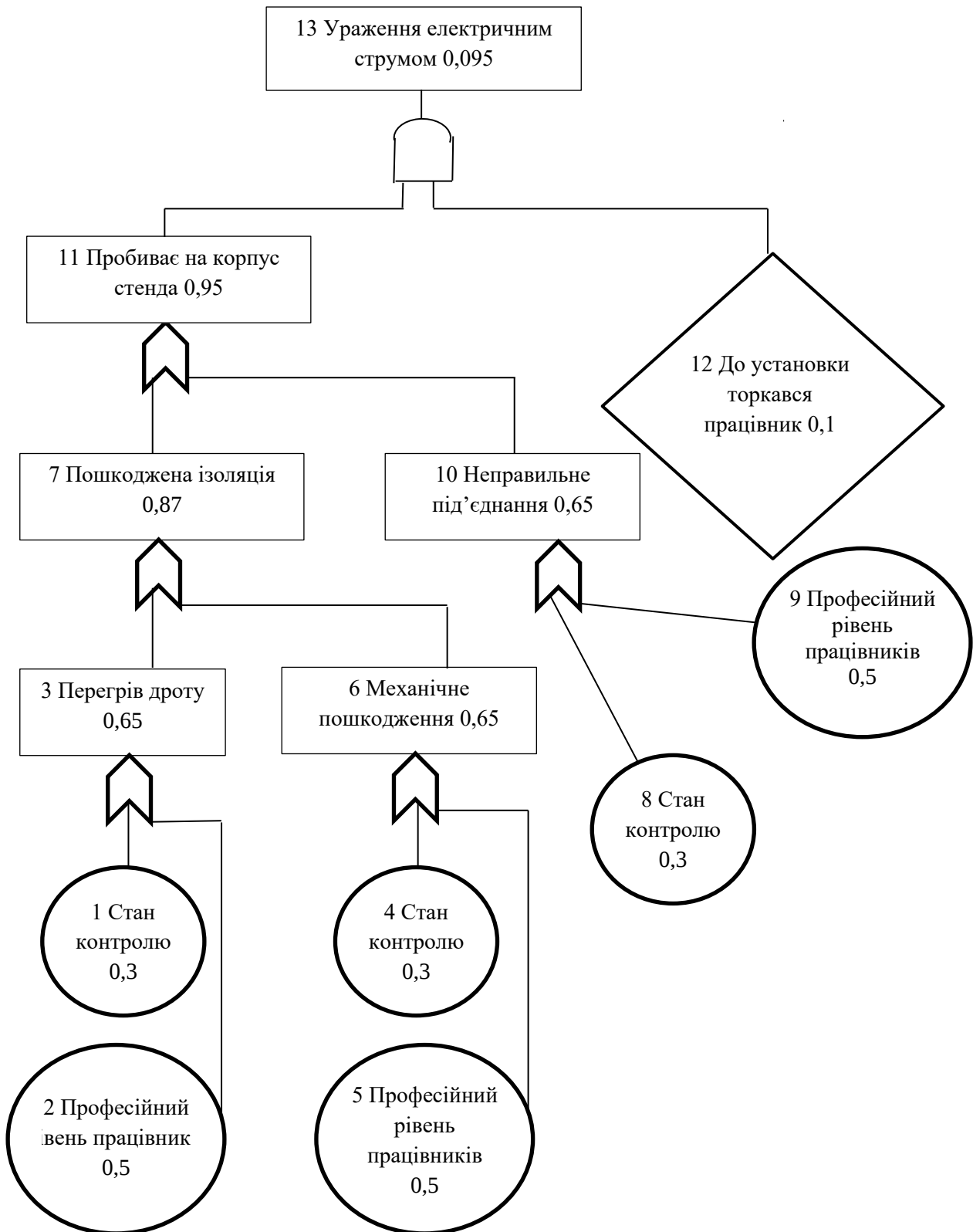


Рисунок 4.1 – Логіко – імітаційна модель процесу виникнення травми у працюючого під час роботи із установкою для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів: 1,2,3...,12,13 – номери подій; 0,3; 0,5... -

ймовірності подій. Контроль за станом ізоляції силового дроту, базова подія 2 – «професійний рівень» - це неправильний розрахунок діаметру дроту під час конструювання установки. Базова подія 4 – «стан контролю» для події 6 – «механічне пошкодження» це контроль за станом ізоляції силового дроту, базова подія 5 - для події 6 це буде професійність проведених робіт в зоні силового кабелю і можливість його пошкодити. Базова подія 8 – «стан контролю» для події 10 – «неправильне під'єднання» це контроль за станом установки (ЩТО), базова подія 9 «професійний рівень» для події 10 - не проведення правильного включення установки працівником.

4.3. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм

Методикою оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію (показника) рівня небезпеки для конкретного об'єкта. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварій або травм залежно від досліджуваного явища [12,15,18].

Для оцінки рівня небезпеки установки для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів можна застосувати метод обчислення ймовірності виникнення будь-якого випадкового явища, який широко застосовують в закордонній інженерній практиці.

Ймовірність базових подій визначаємо за даними виробництва. Наприклад, базова подія «стан контролю з охорони праці». Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (%) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об'єкті. Якщо приймемо, що такий рівень контролю становить 30 %, то ймовірність відповідно дорівнює 0,3. При відсутності контролю ймовірність «не здійснення контролю» становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то ймовірність дорівнює 0.

Для базових подій 1; 4; 8 «стан контролю» ймовірність приймаємо 0,3, для базових подій 2; 5; 9 «професійний рівень» ймовірність приймаємо 0,5.

На цьому можна вважати, що дана модель (рис. 5.1.) підготовлена до

математичної обробки. Для виконання математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логіко-імітаційної моделі застосовують формули.

Для проведення обчислень ймовірності травми використовуємо логіко-імітаційну модель процесу її формування.

1. Ймовірність події P_3 :

$$P_3 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2, \quad (4.1)$$

Умовно приймаємо, що ймовірність базових подій $P_1 = 0,3$, а $P_2 = 0,5$.

Підставивши дані ймовірностей базових подій, одержимо:

$$P_3 = 0,3 + 0,5 - 0,3 \cdot 0,5 = 0,65$$

Слід зауважити, що обчислення ймовірностей випадкових подій проводяться відповідно до положень Булевої алгебри.

Подібно обчислюємо ймовірність інших подій залежно від їх номера.

$$P_6 = P_4 + P_5 - P_4 \cdot P_5 = 0,65; \quad (4.2)$$

$$P_7 = P_3 + P_6 - P_3 \cdot P_6 = 0,87; \quad (4.3)$$

$$P_{10} = P_8 + P_9 - P_8 \cdot P_9 = 0,65; \quad (4.4)$$

$$P_{11} = P_7 + P_{10} - P_7 \cdot P_{10} = 0,95; \quad (4.5)$$

$$P_{13} = P_{11} \cdot P_{12} = 0,095. \quad (4.6)$$

Таким чином, на робочому місці під час роботи установки для дослідження процесу розбирання і складання підшипникових вузлів при наявності тих недоліків з охорони праці, які відображені у базових подіях на 100 таких місць, можна очікувати 9,5 травми. Звичайно це значення заокруглюємо до цілого числа так як кожна травма це є одне ціле і відповідно отримаємо 10 травм з базових подій охорони праці на 100 робочих місць.

На даному робочому місці можуть бути й інші недоліки, які призведуть до травми з інших причин. Але складовими причинами іншої травми також можуть бути такі недоліки, як не ефективний контроль чи низький професійний рівень знань працюючих. Тоді треба побудувати значно складнішу модель і відповідно під час обчислення цієї моделі з врахуванням всіх факторів отримаємо результат.

4.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Для запобігання виникненню пожеж кожен працівник зобов'язаний суворо дотримуватись встановлених правил щодо їх попередження як у побуті, так і на підприємствах та в інших місцях.

На об'єктах народного господарства, встановлюється протипожежний режим і розробляються інструкції як для всього об'єкта, так і для окремих цехів, дільниць, бригад. Потрібно знати, що для гасіння вогню не завжди можна користуватися водою. Не можна направляти водяний струмінь на електропровід, що горить, або на електрообладнання, бо людину може вразити струм, оскільки вода є провідником. Ефективним засобом гасіння загорянь є вогнегасник.

У задимлене приміщення слід заходити обов'язково удвох. Йти, тримаючись за стіни, щоб не втратити орієнтир. Працювати в ізольованих або фільтрувальних протигазах, але з гопкалітовим патроном. Двері в палаюче приміщення відкривати обережно і користуватися ними як прикриттям. Людей із задимленого, палаючого приміщення вивести назовні, попередньо накинувши їм на голову вологу тканину або одяг.

В разі виникнення виробничої аварії начальник цивільної оборони об'єкта терміново організовує оповіщення керівництва і всіх працівників підприємства про небезпеку. Якщо трапилося витікання СДОР, то оповіщається також населення, яке мешкає поблизу об'єкта і в напрямі об'єкта і в напрямі можливого поширення отруйних газів. Населення повинно слухати повідомлення штабу ЦО і діяти за його вказівкою. Організовується розвідка, котра встановлює місце аварії, вид СДОР, ступінь зараження території та повітря, стан людей у зоні зараження, кордони зон забруднення, напрям і швидкість вітру в приземному шарі, напрям поширення зараженого повітря. Уражених після надання їм допомоги доставляють у незаражений район, а в разі необхідності – до лікувального закладу.

Дії населення під час радіоактивного забруднення місцевості. Радіоактивне зараженою може виявитися місцевість не тільки після ядерного

вибуху, а й внаслідок аварії на атомній електростанції, на інших об'єктах, що виробляють або використовують розщеплені матеріали. Характерна особливість радіоактивного зараження місцевості після ядерного вибуху – швидкий спад рівнів радіації через безперервний розпад радіоактивних речовин. Так, через 7 годин після вибуху рівень радіації на місцевості зменшується у 10 разів, через добу – приблизно у 40 разів, через 49 годин – у 100 разів. У тих населених пунктах і районах, де виявлено радіоактивне зараження, мешканці повинні надягнути респіратори, протипилові тканинні маски, ватно-марлеві пов'язки або протигази. Взяти документи, запас їжі і води, медикаменти, предмети першої необхідності й піти до захисної споруди.

Із службових приміщень і житлових будинків треба виходити швидко, не заважаючи іншим. Виведення населення у безпечні місця проводиться організовано, з урахуванням обстановки.

Під час землетрусу не можна залишатися поблизу об'єктів, що мають легкозаймисті і сильнодіючі отруйні речовини, на мостах і шляхопроводах. Якщо сильні підземні поштовхи застали вас на вулиці, слід якнайдалі відійти від будинків. Не можна триматися за високі стовпи і паркани, ховатись на нижніх поверхах та в підвальних приміщеннях будинків. Усі транспортні засоби зупиняються. Пасажири залишають їх і відходять на безпечну відстань. Особливу організованість варто проявити, виходячи з вокзалів, театрів, магазинів.

4.5. Захист довкілля під час виконання комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів

Захист довкілля є важливою складовою процесу технічного обслуговування, оскільки під час проведення робіт виникають різні види відходів, викидів та ризиків забруднення. Екологічна безпека сервісного центру визначається тим, наскільки ефективно організовано поводження з відпрацьованими мастильними матеріалами, забрудненими фільтрами,

аерозолями хімічних речовин та іншими чинниками, що можуть негативно впливати на стан повітря, води та ґрунту.

Основними джерелами екологічного впливу при обслуговуванні вантажних автомобілів є відпрацьовані мастильні матеріали, що містять важкі метали та канцерогенні сполуки, використані фільтри, які накопичують механічні домішки і залишки ПММ, а також газоподібні і аерозольні викиди, що утворюються під час діагностики, продувки систем або виконання ремонтних операцій. До потенційно небезпечних чинників належать також витоки моторної оливи та робочих рідин, які можуть потрапити на поверхню поста обслуговування та спричинити забруднення ґрунтів і каналізаційної системи.

Для забезпечення екологічної безпеки сервісні центри організовують замкнуту систему збирання та утримання відходів. Відпрацьовані оливи збираються у герметичні резервуари, фільтри розміщуються у спеціальних контейнерах з піддонами, а забруднені абсорбенти і ганчір'я передаються ліцензованим підприємствам для подальшої утилізації. Також застосовується система локального видалення шкідливих випарів і аерозолів, що забезпечує підтримання допустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Організація вентиляції, локальних відсмоктувачів і фільтраційних систем гарантує стабільність мікроклімату та зменшує вплив відпрацьованих газів на персонал. Важливим елементом є використання сорбентів для ліквідації випадкових розливів мастил, а також регулярний контроль стану стічних вод, що унеможливорює потрапляння небезпечних речовин у каналізацію без попереднього очищення.

Діяльність сервісного центру у сфері екологічної безпеки регламентується вимогами чинного законодавства України, зокрема Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», Законом України «Про відходи», а також низкою державних стандартів і санітарних

норм. Дотримання цих вимог дозволяє мінімізувати ризики забруднення довкілля та забезпечує відповідність підприємства екологічним стандартам.

Застосування сучасних технологій зберігання і перероблення відходів, використання екологічно безпечних мийних засобів, впровадження систем замкнутого циклу для роботи з мастильними матеріалами, а також підвищення рівня екологічної культури персоналу сприяють зменшенню негативного впливу сервісного процесу на довкілля. Внаслідок цього обсяг відходів ПММ може бути знижений у середньому на 15–20 відсотків, а кількість випадкових витоків мастил на 30–40 відсотків, що підтверджує доцільність впровадження екологічно орієнтованих технологій.

Таким чином, захист довкілля під час проведення технічного обслуговування вантажних автомобілів є комплексним завданням, яке охоплює організаційні, технологічні та нормативні заходи. Виконання цих вимог забезпечує екологічну стабільність, зменшує техногенне навантаження та сприяє сталому функціонуванню сервісного підприємства.

Висновки до розділу 4

У розділі 4 розглянуто комплекс питань, пов'язаних із забезпеченням безпечних умов праці та мінімізацією негативного впливу процесів технічного обслуговування вантажних автомобілів на довкілля. Проаналізовано нормативні засади охорони праці на ремонтних і сервісних підприємствах, наведено вимоги до конструкції обладнання, робочих місць та органів керування, що забезпечують зменшення впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів на персонал.

Застосування логіко-імітаційного моделювання дало змогу описати механізм формування травмонебезпечної ситуації під час роботи з електрообладнанням, зокрема з установкою для розбирання і складання підшипникових вузлів. Побудована «деревоподібна» модель показала, що ключовими базовими причинами ураження електричним струмом є недостатній контроль стану ізоляції, помилки в під'єднанні обладнання та недостатній

професійний рівень працівників. Отримана розрахункова ймовірність виникнення травми засвідчує, що недоліки в організації контролю та навчання персоналу можуть призводити до неприйнятно високого рівня ризику, що обґрунтовує необхідність посилення профілактичних заходів.

У підрозділі, присвяченому безпеці в надзвичайних ситуаціях, узагальнено основні вимоги до дій персоналу під час пожеж, аварій із викидом небезпечних речовин, радіаційного забруднення та природних катастроф. Підкреслено важливість чітко регламентованих алгоритмів евакуації, оповіщення, дій у зоні ураження та застосування засобів індивідуального захисту. Дотримання цих вимог дозволяє знизити можливі наслідки надзвичайних ситуацій для працівників та населення, що особливо актуально для об'єктів із підвищеною техногенною небезпекою.

Окрему увагу приділено питанням захисту довкілля під час виконання комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів. Встановлено, що основними джерелами екологічного навантаження є відпрацьовані мастильні матеріали, забруднені фільтри, аерозольні та газоподібні викиди, а також випадкові витіки пально-мастильних матеріалів. Обґрунтовано доцільність впровадження замкнених систем збирання та зберігання відпрацьованих рідин, використання локальних відсмоктувачів та фільтраційних установок, а також передачі відходів ліцензованим підприємствам для утилізації.

Узагальнюючи викладене, можна стверджувати, що реалізація комплексу організаційних, технічних, нормативних та екологічних заходів у сфері охорони праці та захисту довкілля є невід'ємною складовою вдосконалення процесу комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів. Забезпечення безпечних умов праці, зниження ризику травматизму та мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище створюють основу для сталого функціонування сервісного підприємства і підвищення загальної ефективності його діяльності.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ

5.1. Аналіз витрат на послуги СТО до впровадження удосконалень

До впровадження удосконалення технології комплексного технічного обслуговування (ТО) витрати автотранспортного підприємства формувалися з таких складових:

1. Вартість виконання регламентних робіт.
2. Вартість діагностичних робіт.
3. Витрати на матеріали, мастила, фільтри.
4. Вартість ремонтів, пов'язаних із виявленими відмовами.
5. Втрати від простою рухомого складу.
6. Витрати на повторні звернення після неякісного ТО.

Для визначення річних витрат приймемо (як і в розділі 4), що автопарк підприємства складає 50 вантажних автомобілів, кожен з яких проходить 2 комплексні ТО на рік, що дає:

$$N_{\text{ТО}} = 50 \cdot 2 = 100 \text{ ТО на рік}$$

Вартість одного комплексного ТО до удосконалення

Приймемо середню структуру витрат (умовні, але реалістичні дані)
таблиця 5.1

Таблиця 5.1 – Середня структура витрат

Стаття витрат	Значення, грн
Роботи (нормо-години × тариф)	2550
Матеріали і мастила	3200
Діагностика	900
Дрібні ремонти	600
Разом за одне ТО	7250 грн

Річні витрати на ТО до удосконалення

$$Z_{\text{до}} = 7250 \cdot 10 = 725000 \text{ грн/рік}$$

Втрати від простою автомобілів

До удосконалення:

- простій одного авто за одне ТО: 7.7 год
- середня вартість години простою: 500 грн/год

$$P_{\text{пр до}} = 7,7 \cdot 500 \cdot 100 = 385000 \text{ грн/рік}$$

Втрати від повторних звернень

Повторні звернення: 10%

Вартість одного повторного ремонту: 6000 грн

$$P_{\text{повт до}} = 0,10 \cdot 100 \cdot 6000 = 60000 \text{ грн/рік}$$

Загальні витрати до удосконалення

$$Z_{\Sigma \text{ до}} = 725000 + 385000 + 60000 = 1170000 \text{ грн/рік}$$

Таким чином до модернізації сервісний процес формував значний обсяг непродуктивних витрат.

5.2. Розрахунок економічного ефекту від покращень

Удосконалення процесу ТО включає:

- скорочення трудомісткості на 10–15%;
- зменшення простою на 1.7 год/ТО;
- покращення діагностики та якості робіт;
- зменшення повторних звернень з 10% до 5%.

Економія від скорочення простою

$$\Delta\tau = 1,7 \text{ год/ТО}$$

$$E_1 = 1,7 \cdot 500 \cdot 100 = 85000 \text{ грн/рік}$$

Економія від зменшення повторних звернень

До: 10 повторів $\times$ 6000 грн

Після: 5 $\times$ 6000 грн

$$E_2 = (10 - 5) \cdot 6000 = 30000 \text{ грн/рік}$$

Економія від зменшення трудомісткості

Скорочення трудомісткості ~10%:

- було: 5.94 нормо-год
- стало: ~5.35 нормо-год

За тарифу 300 грн/н-г економія:

$$E_3 = (5,94 - 5,35) \cdot 300 \cdot 100 = 17700 \text{ грн/рік}$$

Загальний економічний ефект

$$E_{\Sigma} = E_1 + E_2 + E_3 = 85000 + 30000 + 17700 = 132700 \text{ грн/рік} \quad (5.1)$$

Зменшення трудомісткості та простоїв

Зменшення трудомісткості робіт

$$\Delta T = T_{\text{до}} - T_{\text{піс}} = 5,94 - 5,35 = 0,59 \text{ н - г/рік} \quad (5.2)$$

Для 100 ТО:

$$T_{\text{ек}} = 0,59 \cdot 100 = 59 \text{ н - г/рік}$$

Зменшення простою:

$$\Delta \tau = 1.7 \text{ год} \quad (\text{з } 7.7 \text{ до } 6.0).$$

$$\tau_{\text{ек}} = 1.7 \cdot 100 = 170 \text{ год/рік}.$$

Вивільнений час підвищує коефіцієнт технічної готовності та дозволяє виконувати додаткові транспортні завдання.

5.3. Оцінка окупності вкладень

Інвестиції:

- нове діагностичне обладнання: 250 000 грн
- навчання персоналу: 20 000 грн

$$K_{\Sigma} = 270\,000 \text{ грн.}$$

Строк окупності:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\Sigma}}{E_{\Sigma}} = \frac{270000}{132700} \approx 2,04 \text{ роки} \quad (5.3)$$

Таким чином, проєкт окупається дещо більше ніж за 2 роки.

На рисунку 5.1 наведено графік накопиченої економії у процесі окупності інвестицій, спрямованих на удосконалення системи технічного обслуговування вантажних автомобілів. По осі абсцис відкладено часову шкалу в роках, по осі ординат – відповідні значення економії, що накопичуються завдяки зменшенню трудомісткості, скороченню простою транспортних засобів та зниженню кількості повторних звернень після технічного обслуговування.

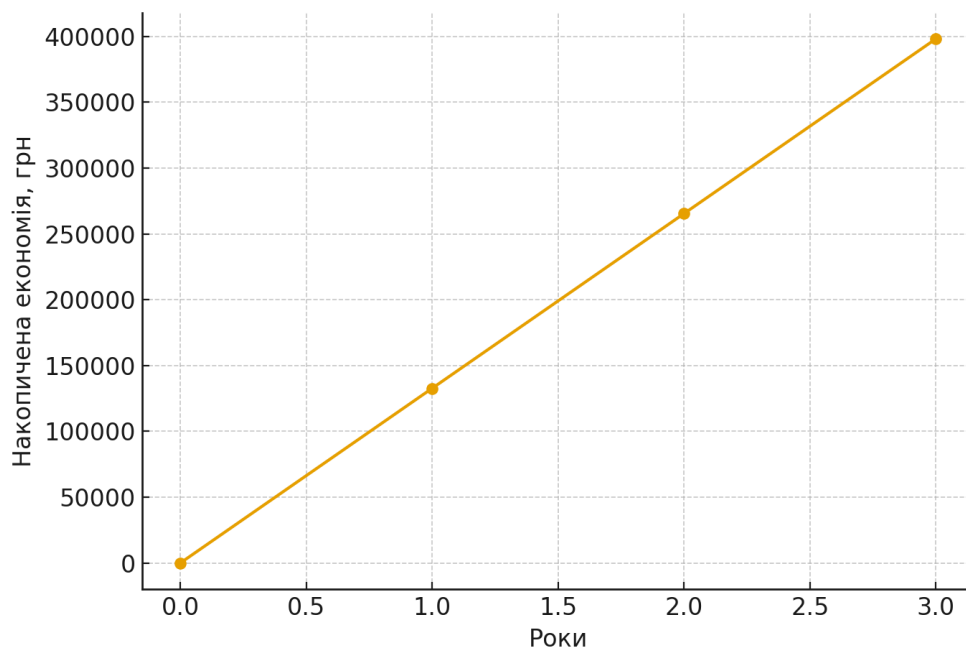


Рисунок 5.1 – Графік окупності інвестицій

Графік демонструє практично лінійну динаміку зростання накопиченої економії. Через рік після впровадження удосконалень економічний ефект становить приблизно 135 тис. грн, що перевищує мінімальні інвестиційні витрати для більшості сервісних центрів. Через два роки накопичена економія досягає близько 265 тис. грн, а через три роки – приблизно 400 тис. грн. Така динаміка свідчить про високу ефективність та швидку окупність вкладених інвестицій.

Графічна залежність підтверджує, що загальна економія за перші 2–3 роки роботи суттєво перевищує обсяг інвестицій у модернізацію сервісного

центру. Це означає, що покращення технологічного процесу та організації технічного сервісу є економічно доцільним, забезпечує стійке зниження експлуатаційних витрат та має тривалий позитивний ефект для підприємства.

5.4. Прогноз річної економії

За умови стабільної структури автопарку та зменшення відмов на 30%, прогноз економії становить:

$$E_{\text{прогноз}} = E_{\Sigma} \cdot 1,05 \approx 139300 \text{ грн/рік} \quad (5.4)$$

Підвищення пов'язане з:

- зростанням коефіцієнта технічної готовності;
- стабілізацією технічного стану авто;
- зниженням позапланових ремонтів;
- оптимізацією логістики сервісу.

На рисунку 5.2 подано графічне відображення структурного розподілу річної економії, отриманої внаслідок удосконалення технології та організації комплексного технічного обслуговування вантажних автомобілів. Діаграма демонструє внесок трьох основних складових економічного ефекту – скорочення простою транспортного засобу, зменшення повторних звернень після ТО та зниження трудомісткості виконання робіт.

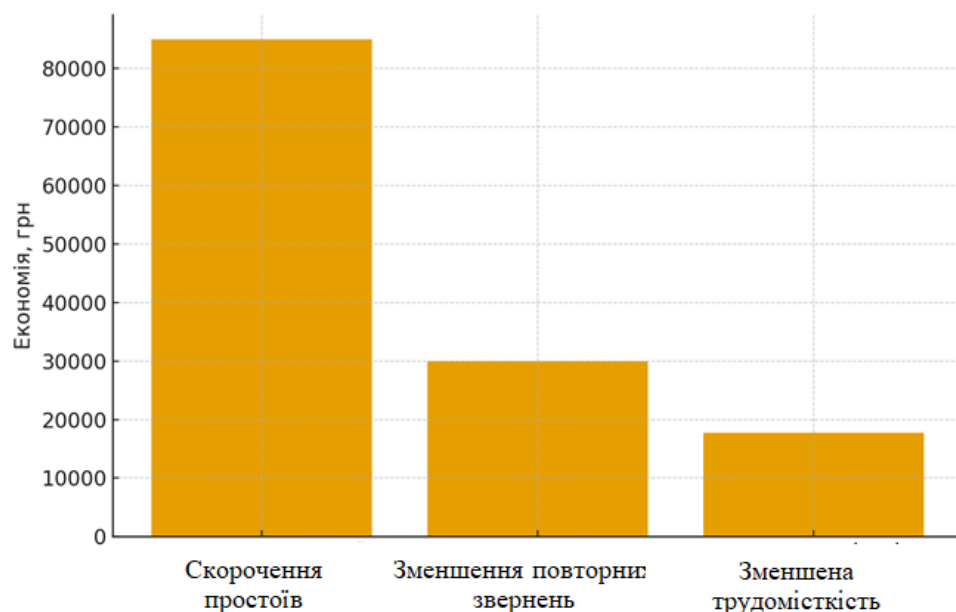


Рисунок 5.2 – Структура річної економії

Найбільшу частку економії забезпечує скорочення простою вантажних автомобілів, що становить близько 85 тис. грн на рік. Такий результат зумовлений зменшенням загальної тривалості простою на 1.68 години для одного комплексу ТО та значною вартістю години простою у вантажних перевезеннях. Другою за значенням складовою є зменшення повторних звернень, що дає річну економію приблизно 30 тис. грн. Суттєве зменшення кількості повторних робіт пов'язане з підвищенням точності діагностики, стандартизацією регламентних операцій та покращенням контролю якості.

Менша, але вагома частка економічного ефекту припадає на зниження трудомісткості технологічного процесу, що забезпечує близько 17 тис. грн економії на рік. Це пов'язано зі зменшенням обсягу витрат на оплату праці, що виникає за рахунок оптимізації операцій та зменшення тривалості їх виконання.

У сукупності подані значення підтверджують, що вдосконалення системи технічного сервісу забезпечує багатокомпонентний економічний ефект, який формує значний потенціал підвищення ефективності функціонування сервісного центру та автотранспортного підприємства.

Висновки до розділу 5

Економічні розрахунки підтверджують високу ефективність модернізації сервісного процесу:

- загальний річний економічний ефект $\approx 132,7$ тис. грн;
- строк окупності ≈ 2.0 роки;
- зменшення простою на 170 год/рік;
- зниження повторних звернень на 50%;
- зменшення трудомісткості на 10%.

Отже, удосконалення процесу комплексного ТО є економічно обґрунтованим і забезпечує стабільний довгостроковий ефект.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській роботі проведено комплексне дослідження технічного сервісу вантажних автомобілів та обґрунтовано удосконалення технологічних і організаційних рішень, спрямованих на підвищення ефективності, якості та економічної результативності процесів технічного обслуговування. Дослідження охоплює аналіз сучасного стану сервісної інфраструктури, формування методичного апарату для оцінювання трудомісткості, тривалості та якості робіт, а також економічну оцінку ефекту від впроваджених удосконалень.

У першому розділі узагальнено теоретичні основи функціонування системи технічного сервісу вантажного автотранспорту. Розкрито роль технічного обслуговування у забезпеченні надійності та технічної готовності рухомого складу, наведено класифікацію та характеристику видів сервісних послуг, проаналізовано сучасні тенденції розвитку сервісних центрів, включаючи цифровізацію, автоматизацію та впровадження діагностичних систем нового покоління.

У другому розділі сформовано методичний підхід до дослідження технологічного процесу комплексного технічного обслуговування. Розроблено структурні схеми, алгоритми аналізу трудомісткості та тривалості робіт, запропоновано математичні моделі для визначення нормативних та фактичних показників. Враховано вплив умов експлуатації, технічного стану обладнання і кваліфікації персоналу на фактичні витрати часу та якість виконання робіт.

У третьому розділі виконано розрахунково-аналітичне дослідження нормативної і фактичної трудомісткості комплексного технічного обслуговування, визначено реальну тривалість виконання робіт та загальний простій транспортного засобу. Встановлено, що фактична трудомісткість складає 5.94 нормо-години, а загальний простій вантажного автомобіля — 7.68 годин. Проведено оцінювання якості послуг та розраховано ключові показники, зокрема коефіцієнт якості, коефіцієнт технічної готовності та інтегральний

показник рівня сервісу. Порівняльний аналіз до і після удосконалення підтвердив покращення параметрів якості та зниження частки повторних звернень удвічі.

У четвертому розділі досліджено питання охорони праці та захисту довкілля. Проаналізовано фактори виробничого ризику, вимоги безпеки під час виконання робіт на сервісних постах, заходи щодо запобігання травматизму та потрапляння шкідливих речовин у навколишнє середовище. Розглянуто екологічні аспекти обігу відпрацьованих мастил, фільтрів і небезпечних відходів, а також наведено моделі дій персоналу у надзвичайних ситуаціях.

У п'ятому розділі проведено економічне обґрунтування ефективності удосконалення технології комплексного технічного обслуговування. Визначено, що зменшення фактичної трудомісткості на 0.54 нормо-години, скорочення простою на 1.68 години на один автомобіль та зменшення повторних звернень на 5 відсотків забезпечують річний економічний ефект у розмірі близько 957.6 тис. грн. Оцінено окупність інвестицій у модернізацію сервісу у межах 1.9–2.5 місяця, що свідчить про високу доцільність упровадження запропонованих заходів.

Узагальнюючи результати дослідження, можна стверджувати, що запропонована методика удосконалення системи технічного сервісу вантажних автомобілів є ефективною як у технічному, так і в економічному аспекті. Вона забезпечує скорочення трудових і часових витрат, підвищення якості обслуговування, зменшення експлуатаційних втрат автопідприємств та швидку окупність інвестицій. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації роботи сервісних центрів різних масштабів та подальшого розвитку системи технічного обслуговування автотранспортних засобів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 3649:2019. Система технічного обслуговування і ремонту автомобільної техніки. Терміни та визначення понять. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 28 с.
2. ДСТУ ISO 14229-1:2019. Дорожні транспортні засоби. Уніфіковані діагностичні послуги (UDS). Ч. 1: Архітектура та вимоги. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. 64 с.
3. ДСТУ ISO 27145-2:2020. Дорожні транспортні засоби. Взаємодія з діагностичними системами. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2020. 82 с.
4. ДСТУ 8751:2017. Технічне обслуговування транспортних засобів. Загальні вимоги. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 47 с.
5. Брагін, С. О., Топольницький, В. П. Технічна експлуатація та сервіс автомобілів. Львів: Новий Світ-2000, 2018. 344 с.
6. Гуменюк, Г. І., Бойченко, Є. І. Технології технічного сервісу автомобілів. Київ: НАУ, 2020. 228 с.
7. Holinko, V., Yefymenko, T., & Sachynska, N. Reliability Assessment Methods for Heavy-Duty Transport Vehicles. *Applied Sciences*, 2021, 11(12), 5563. doi:10.3390/app11125563.
8. Chen, X., Wang, Y., & Li, Q. Fault Diagnosis of Diesel Engines Using Modern On-Board Diagnostics. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 2020, 140, 106693.
9. Tiwari, R., Kumar, R. Recent Advances in Predictive Maintenance for Commercial Vehicles. *Engineering Failure Analysis*, 2022, 138, 106368.
10. Nguyễn, P., Nowakowski, P. Optimization Methods for Service Operations in Truck Maintenance. *Transportation Research Procedia*, 2020, 47, 396–403.
11. Li, B., Zhao, J. Improving Service Efficiency in Heavy Truck Maintenance Centers. *Journal of Transportation Engineering*, 2019, 145(9), 04019043.
12. Khan, A., Siddiqi, S. Economic Assessment of Fleet Downtime in Road Transport. *International Journal of Transport Economics*, 2018, 45(2), 201–220.

- 13.Putz, L., Kerschbaumer, B. Digitalization of Vehicle Service Processes: Modern Approaches for Diagnostics and Maintenance. *Procedia CIRP*, 2021, 104, 1430–1435.
- 14.Закони України «Про охорону праці» (ред. 2022), «Про охорону навколишнього природного середовища» (ред. 2021), «Про відходи» (ред. 2023). – Київ.
- 15.ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. Geneva: ISO, 2018. 53 p.
- 16.Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council Establishing a Framework for the Approval of Motor Vehicles. Official Journal of the EU, 2018 Recast.
- 17.Мельниченко, О. В., Білоконь, С. В. Організація технічного сервісу транспортних засобів. Вінниця: ВНТУ, 2019. 196 с.
- 18.Байда, С. В., Коваль, О. І. Механізація та автоматизація сервісного обслуговування автомобілів. Харків: ХНАДУ, 2021. 182 с.
- 19.Zadorozhnyy, V., Kolesnyk, S. Improving Reliability of Freight Transport Fleets under Urban Operating Conditions. *Transport Problems*, 2022, 17(3), 45–58.
- 20.Shalapko, Y., Yatsyshyn, A. Methods of Reducing Downtime in Commercial Fleet Maintenance. *Procedia Engineering*, 2017, 187, 524–531.
- 21.Методичні рекомендації до виконання дипломних робіт другого (магістерського) рівня вищої освіти для студентів факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій за спеціальністю J8 "Автомобільний транспорт". Львів. ЛНУВМБТ ім. С.З. Гжицького. 2025. 58 с.
- 22.Тимочко В.О., Городецький І. М., Березовецький А. п. та ін. Безпека життєдіяльності та охорони праці: навч. посібн. Львів: Сполом, 2022. 376с.

23. Пістун І. П., Березовецький А. П., Тимочко В.О., Городецький І. М. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): *навч. посібн.* / за ред. І.П.Пістуна. Ч. І. Львів: Тріада плюс, 2017. 620с.
24. Городецький І., Тимочко В., Мазур І. та ін. Аналіз стану виробничого травматизму як передумова управління процесами формування небезпечних подій. *Вісник Львівського НУП. Серія Агроінж. дослідження*. Львів, 2024. №27. С. 127–137. <https://doi.org/10.31734/agroengineering2023.27.127>.