

MR-5017

629.113

П

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

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ  
ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ГРІН КУЛ» МІСТО  
ВІННИЦЯ ШЛЯХОМ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ РІВНЯ ЗАПАСІВ ЗАПАСНИХ  
ЧАСТИН НА СКЛАДІ ПІДПРИЄМСТВА

Виконав: студент 2-го курсу, групи ІТТ-22м  
спеціальності 275 – Транспортні технології (за  
видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні  
технології (на автомобільному транспорті)

Збегерський А.М.

Керівник: к.т.н., ст. викл. АТМ

Антонюк О.П.

« 08 » грудня 2023 р.

Опонент: к.т.н., доц. Леоп. ТАМ

Піонкішев О.В.

« 08 » грудня 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 11 » грудня 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 рік

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

рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
галузь знань – 27 – Транспорт  
спеціальність 275 – Транспортні технології (за видами)  
спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)  
освітньо-професійна програма – Транспортні технології на автомобільному транспорті

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доцент Цимбал С.В.  
«19» 09 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Збегерському Андрію Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Покращення ефективності експлуатації рухомого складу товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця шляхом організації контролю рівня запасів запасних частин на складі підприємства

керівник роботи Антонюк Олег Павлович, к.т.н., старший викладач,  
затверджені наказом ВНТУ від «18» вересня 2023 року № 247.

2. Строк подання студентом роботи: 04.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; район експлуатації автомобілів – Україна, м. Вінниця; досліджувані моделі АТЗ – транспортні засоби ТОВ «ГРІН КУЛ» м. Вінниця; об'єктом дослідження є процес зміни технічного стану автотранспортних засобів в експлуатації; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

- 1) Шляхи підвищення ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту.
- 2) Теоретичні дослідження впливу контролю якості запасних частей на ефективність роботи підприємств автомобільного транспорту.
- 3) Розрахунково - експериментальні дослідження впливу контролю якості запасних частей на ефективність роботи рухомого складу ТОВ «ГРІН КУЛ».
- 4) Результати оцінки покращення ефективності експлуатації рухомого складу ТОВ «ГРІН КУЛ».
- 5) Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

1-3 Тема, мета та завдання дослідження.

4 Аналіз факторів, що впливають на інтенсивність заміни деталей вузлів та агрегатів АТЗ

5-6 Математична модель визначення впливу якості запасних частин на показники ефективності роботи ПАТ.

7 Загальна методика розрахунково-експериментальних досліджень.

8 Результати визначення чисельних значень параметрів запропонованої математичної моделі.

9 Результати оцінки ризику виникнення відмов АТЗ через встановлення дефектних запасних частин.

10-11 Оцінка впливу системи забезпечення якості запасних частин на техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу підприємства.

12 Математичні моделі впливу ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу ТОВ «ГРІН КУЛ».

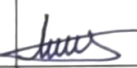





13 Аналіз роботи ТОВ «ГРІН КУЛ» із постачальниками запасних частин.

14 Визначення величини матеріальних збитків від наявності у партії дефектних запасних частин.

15 Визначення залежності матеріальних витрат від обсягу партії запасних частин.

16 Висновки

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Антонюк О.П. ст. викл. кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Макарова Т.В., доцент кафедри АТМ	 07.11.23	 27.11.23
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Березюк О.В., професор кафедри БЖДПБ		

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

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН


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

Студент

  
(підпис)

Збегерський А.М.

Керівник роботи

  
(підпис)

Антонюк О.П.

## АНОТАЦІЯ

УДК 629.113

Збегерський А.М. Покращення ефективності експлуатації рухомого складу товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто вінниця шляхом організації контролю рівня запасів запасних частин на складі підприємства.

Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 275 – Транспортні технології (за видами), спеціалізація 275.03 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті) Вінниця: ВНТУ, 2023. 104 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 36 назв; рис.: 30; табл. 23.

У магістерській кваліфікаційній роботі проведено вдосконалено математичну модель впливу якості запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту. Ця модель є універсальною і може бути застосована на різних транспортних підприємствах.

На основі проведених теоретичних досліджень вдосконалено методику оцінки ризику виникнення відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин, що відрізняється врахуванням комплексу ймовірнісних факторів, у тому числі величини збитків від дорожньо-транспортних пригод та збитків, обумовлених зниженням інтенсивності експлуатації автотранспортних засобів. Використання цього критерію показало доцільність застосування на підприємствах автомобільного транспорту контролю якості запасних частин.

Результати виконаного техніко-економічного аналізу дозволяють зробити висновок про те, що організація технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів з урахуванням наявності контролю якості запасних частин забезпечує зниження загальних витрат.

У розділі охорони праці опрацьовано такі питання, як причини виникнення, дія на організм людини та нормування шкідливих та небезпечних виробничих факторів у зоні поточного ремонту; оцінка факторів виробничого і трудового процесів, гігієнічна оцінка умов праці; рекомендації щодо поліпшення умов праці, а також розглянуто норми пожежної безпеки.

Графічна частина складається з 16 слайдів.

Ключові слова: рухомий склад, маршрут, запасна частина, контроль якості, коефіцієнт технічної готовності, транспортний процес.

## ABSTRACT

UDC 629.113

Zbehersky A.M. Improving the efficiency of operation of the rolling stock of "GREEN KUL" limited liability company, Vinnytsia city, by organizing control of the level of spare parts stocks in the company's warehouse.

Master's thesis on specialty 275 - Transport technologies (by types), specialization 275.03 - Transport technologies (on road transport) Vinnytsia: VNTU, 2023. 104 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 36 titles; Fig.: 30; table 23.

In the master's qualification thesis, an improved mathematical model of the influence of the quality of spare parts on the performance indicators of the automobile transport enterprises was developed. This model is universal and can be used in various transport enterprises.

On the basis of the conducted theoretical studies, the method of assessing the risk of failure of motor vehicles due to the installation of defective spare parts has been improved, which is characterized by taking into account a complex of probabilistic factors, including the amount of damages from traffic accidents and damages due to a decrease in the intensity of operation of motor vehicles. The use of this criterion showed the expediency of using quality control of spare parts at road transport enterprises.

The results of the performed technical and economic analysis allow us to conclude that the organization of maintenance and repair of motor vehicles, taking into account the presence of quality control of spare parts, ensures a decrease in total costs.

In the section on labor protection, such issues as the causes of occurrence, effects on the human body, and regulation of harmful and dangerous production factors in the area of ongoing repair are elaborated; assessment of factors of production and labor processes, hygienic assessment of working conditions; recommendations for improving working conditions, as well as fire safety regulations were considered.

The graphic part consists of 16 slides.

Keywords: rolling stock, route, spare part, quality control, coefficient of technical readiness, transport process.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.....	12
1.1 Методи, що використовуються для визначення потреби в запасних частинах.....	12
1.2 Аналіз факторів, що впливають на інтенсивність використання деталей вузлів та агрегатів автотранспортних засобів.....	17
1.3 Аналіз впливу якості запасних частин на ефективність роботи підприємств автомобільного транспорту.....	22
1.4 Висновки до розділу 1.....	25
2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТЕЙ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ.....	27
2.1 Загальна методика теоретичних досліджень.....	27
2.2 Математична модель впливу якості запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту.....	28
2.3 Визначення ймовірності прийняття помилкових рішень під час контролю якості запасних частин.....	31
2.4 Методика оцінки ризику виникнення відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин.....	36
2.5 Вплив організації контролю якості запасних частин на техніко - експлуатаційні показники підприємств автомобільного транспорту.....	39
2.6 Визначення номенклатури запасних частин та їх контрольованих параметрів.....	43
2.7 Організація комплексної заміни деталей під час ремонту дефектних вузлів та агрегатів автотранспортних засобів.....	46
2.8 Моделювання потоків відмов деталей вузлів та агрегатів,	

що впливають на безпеку експлуатації автотранспортних засобів....	48
2.9 Висновки до розділу 2.....	53
3. РОЗРАХУНКОВО - ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТЕЙ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ РУХОМОГО СКЛАДУ ТОВ «ГРІН КУЛ».....	55
3.1 Загальна методика розрахунково-експериментальних досліджень.....	55
3.2 Методика прогнозування обсягів робіт з технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів з урахуванням ризику виникнення дефектів у запасних частинах.....	57
3.3 Аналіз факторів, що впливають на імовірність відмови автотранспортних засобів.....	61
3.4 Аналіз інформації про запасні частини, що впливають на безпеку експлуатації автотранспортних засобів.....	66
3.5 Визначення чисельних значень параметрів запропонованої математичної моделі.....	70
3.6 Методика оцінки ризику виникнення відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин.....	74
3.7 Оцінка впливу системи забезпечення якості запасних частин на техніко-експлуатаційні показники підприємств автомобільного транспорту.....	77
3.8 Висновки до розділу 3.....	82
4. РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ ТОВ «ГРІН КУЛ».....	84
4.1. Аналіз роботи ТОВ «ГРІН КУЛ» із постачальниками запасних частин.....	84
4.2 Визначення величини збитків від наявності у партії дефектних запасних частин.....	85

4.3	Оцінка впливу контролю запасних частин на коефіцієнт технічної готовності парку автотранспортного підприємства на прикладі ТОВ «ГРІН КУЛ».....	86
4.4	Визначення залежності матеріальних витрат від обсягу партії запасних частин.....	87
4.5.	Висновки до розділу 4.....	88
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	89
5.1	Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	90
5.1.1	Мікроклімат та склад повітря робочої зони.....	90
5.1.2	Виробниче освітлення.....	91
5.1.3	Виробничі віброакустичні коливання.....	93
5.1.4	Виробничі випромінювання.....	94
5.2	Технічні рішення з безпеки під час проведення підвищення ефективності .....	95
5.2.1	Безпека щодо організації робочих місць.....	95
5.2.2	Електробезпека.....	96
5.3	Безпека у надзвичайних ситуаціях.....	96
5.4	Висновки до розділу 5.....	98
	ВИСНОВКИ.....	99
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	101
	ДОДАТКИ.....	105
	ДОДАТОК А. ІЛЮСТРАТИВНИЙ МАТЕРІАЛ.....	106
	ДОДАТОК Б. СЕРТИФІКАТ УЧАСНИКА МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ.....	123
	ДОДАТОК В. ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ МКР.....	124





## ВСТУП

**Актуальність теми.** Ефективність експлуатації автотранспортних засобів (АТЗ) залежить від багатьох факторів. Одним з найважливіших є рівень якості робіт з технічного обслуговування та ремонту (ТО та ПР). Система ТО і ПР ґрунтується на стратегії та технологіях, що забезпечують працездатний стан АТЗ. Матеріально-технічне забезпечення (МТО) підприємств автомобільного транспорту (ПАТ) як елемента стратегії відповідає не лише за кількісні характеристики матеріального потоку запасних частин (ЗЧ), а й за їх якість, від якої залежить готовність парку ПАТ виконувати транспортні завдання з необхідною безпекою.

За даними офіційної вітчизняної та зарубіжної статистики, причиною 18% дорожньо-транспортних пригод є технічна несправність вузлів та агрегатів АТЗ. Максимальна ефективність показників експлуатації АТЗ та роботи ПАТ загалом досягається поєднанням низки факторів, що визначають вартість і якість використовуваних ЗЧ з урахуванням ступеня їх впливу на показники експлуатації АТЗ. Вочевидь, що з проведенням аналізу вартісних характеристик ЗЧ задля забезпечення ефективності роботи ПАТ необхідно визначитися з методами забезпечення якості ЗЧ.

Якість ЗЧ, що надходять на ПАТ, істотно впливає на показники експлуатації АТЗ і на збитки, понесені ПАТ, у разі встановлення дефектних ЗЧ.

Таким чином, удосконалення організації ТО і ПР АТЗ та визначення доцільності контролю як одного з методів забезпечення якості ЗЧ на ПАТ в умовах ТОВ «ГРІН КУЛ» є актуальним завданням, вирішення якого вимагає проведення додаткових досліджень.

Огляд та аналіз виконаних досліджень показав, що питання контролю якості ЗЧ не лише в умовах ТОВ «ГРІН КУЛ», але й для більшості підприємств автомобільного транспорту вивчено не повною мірою, оскільки відсутня оцінка ризику виникнення відмов дефектних ЗЧ, а також не враховується

ймовірність прийняття помилкових рішень під час контролю. Тому, подальші дослідження спрямовані на вивчення доцільності контролю якості ЗЧ із розробкою та обґрунтуванням математичної моделі впливу якості ЗЧ на показники ефективності роботи ПАТ, а також методики оцінки ризику виникнення відмов АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ.

**Метою дослідження** є підвищення ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту за рахунок зниження витрат на ремонт автотранспортних засобів на основі забезпечення якості запасних частин під час технічного обслуговування та ремонту.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- 1) розробити математичну модель оцінки впливу якості запасних частин на показники ефективності підприємств автомобільного транспорту;
- 2) розробити методику оцінки ризику виникнення відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин;
- 3) дати техніко-економічну оцінку ефективності розробленої методики, необхідної контролю якості запасних частин на підприємствах автомобільного транспорту.

**Об'єктом дослідження** є процес зміни технічного стану автотранспортних засобів в експлуатації.

**Предметом дослідження** є закономірності впливу якості запасних частин, що використовуються при технічному обслуговуванні та ремонті, на показники ефективності експлуатації автотранспортних засобів.

**Методи дослідження.** У теоретичних дослідженнях застосовувалися: теорія експлуатації автомобілів; теорія ймовірності, теорія ризиків, теорія управління запасами, метод експертних оцінок, апробовані методики обробки статистичних даних.

**Новизна одержаних результатів:**

- 1) математична модель впливу якості запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту, що відрізняється врахуванням величини збитків через встановлення дефектних

запасних частин;

2) критерій обліку ризику відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин, що відрізняється оцінкою впливу реалізованих методів контролю запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту;

**Практична значимість отриманих результатів.** Практична значущість полягає у розробці: критерію визначення ризику відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ та методики оцінки ризику виникнення відмов АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ.

**Ступінь достовірності результатів.** Достовірність наукових положень роботи підтверджена обґрунтованістю прийнятих припущень під час розробки математичної моделі, виробничими експериментами з використанням апробованих методик та сучасного обладнання, сумісністю результатів теоретичних та експериментальних досліджень автора із даними відомих робіт.

**Апробація роботи.** Основні положення магістерської кваліфікаційної роботи було представлено на XVI міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» – 5 жовтня 2023 року – 20 травня 2024 року– Україна, Вінниця, ВНТУ.

**Публікації.** Антонюк О.П. Теоретичне обґрунтування тривалості обслуговування рухомого складу автотранспортного підприємства / О.П. Антонюк, А.М. Збегерський // Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року: збірник наукових праць. Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет. - Вінниця: ВНТУ, 2023.- С. 35-37.

# 1 ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

1.1 Методи, що використовуються для визначення потреби в запасних частинах

Матеріально-технічне забезпечення (МТО) підприємств автомобільного транспорту (ПАТ) це процес забезпечення автотранспортних засобів (АТЗ) паливно-мастильними матеріалами (ПММ), запасними частинами (ЗЧ) та іншими матеріалами. Саме від забезпечення АТЗ матеріальними ресурсами залежить ефективність роботи та надійність функціонування ПАТ. Проблемі забезпечення та управління ЗЧ присвячено значну кількість робіт як вітчизняних, так і зарубіжних вчених.

Правильна організація МТО, комплексне та своєчасне забезпечення виробництва матеріальними ресурсами є важливою умовою для виконання перевезень, сприяє підвищенню рентабельності ПАТ, зниженню витрати ЗЧ, ПММ та інших матеріальних ресурсів. Якщо питання формування системи постачання ПММ вже достатньо відпрацьовані, то завдання щодо забезпечення ПАТ ЗЧ потребує нових ефективних рішень.

На ПАТ облікові дані, що характеризують наявність запасів ЗЧ часто відрізняються від фактичних запасів. Причинами є відсутність статистичних даних щодо відмов АТЗ, відсутність системи контролю якості та фіксації кількості ЗЧ, що змінюється.

При вивченні проблем підвищення ефективності роботи ПАТ проаналізовано основні існуючі методи управління якістю ЗЧ, проведено аналіз факторів, що впливають на витрату ЗЧ.

Для ПАТ характерні такі проблеми:

- з метою економії фінансових ресурсів багато вузлів та агрегатів АТЗ підлягають відновленню, внаслідок чого утворюється їх надлишок на складі ПАТ, що, у свою чергу, збільшує витрати на зберігання;

- дефіцит необхідних ЗЧ при раптових відмовах призводить до простоїв АТЗ у зонах обслуговування та ремонту, що також веде до значних збитків на ПАТ.

Вирішення цієї проблеми вимагає не тільки кваліфікованого персоналу, здатного оптимально та ефективно прогнозувати різноманітні ситуації (як в експлуатації АТЗ, так і в МТО), а й засосувати науковий підхід, з використанням якого багато ПАТ досягають значного ефекту.

Також однією з головних умов вирішення проблеми є наявність статистичних даних, причому не тільки про рухомий склад (його вік, пробіг, відмови), а й про постачальників ЗЧ, співпраця з якими може серйозно вплинути на вирішення проблем автомобільного транспорту.

Праці вітчизняних та зарубіжних авторів, присвячених питанням управління ЗЧ на підприємствах автомобільного транспорту, не повною мірою враховують характерні особливості ефективної роботи ПАТ з АТЗ, що перевищують нормативний термін служби та експлуатуються у міських умовах. При цьому не враховуються питання впливу якості ЗЧ на їхню витрату.

Існуючі моделі управління запасами ЗЧ на ПАТ дозволяють визначити оптимальний рівень інвестицій у запаси, у зв'язку з чим багато керівників застосовують їх у своїх ПАТ. Аналіз згаданих моделей дозволив виявити їх переваги та недоліки, з урахуванням яких створені нові, ефективніші моделі управління запасами, представлені далі.

«Модель економічно обґрунтованої потреби в запасах визначає оптимальний обсяг запасів, виходячи з мети мінімізації витрат на їх придбання та зберігання, задовольняючи прогнозований попит на ці запасні частини. Ці витрати варіюються залежно від замовленої кількості ЗЧ.

Ця модель має особливості:

- витрата ЗЧ відбувається лінійно (раптові відмови, у тому числі через наявність дефектів ЗЧ, порушують лінійність);
- витрати на здійснення закупівель та завантаження матеріальних

цінностей на складі залишаються постійними (витрати на ЗЧ залежать від кількості відмов, якості обслуговування та якості ЗЧ);

- поповнення запасів здійснюється миттєво (інколи страждає якість ЗЧ).

«Модель планування потреби у запасах є комп'ютерною інформаційною системою, призначеною для обробки замовлень і графіка формування запасів, залежить від попиту на матеріальні ресурси заводу-виробника».

Основними компонентами моделі є:

- замовлення на ЗЧ, яке визначає, що знадобиться для певного ПАТ (вид ЗЧ, їх марка та вартість);

- база даних, у якій зафіксовано кількість наявних запасів, структура замовлень на ПАТ, а також статистика відмов вузлів та агрегатів автомобільних засобів.

- «Метод ABC – класифікує групи матеріальних ресурсів у запасах залежно від їхньої потреби. Найбільша увага приділяється запасам високого попиту (група "А"), потім запасам середнього попиту (група "В"). Запасам малого попиту (група "С") приділяється найменша увага».

- «Модель з фіксованим рівнем запасу або модель «Мінімум - Максимум» працює так: на складі є максимальний бажаний запас матеріальних ресурсів, попит на ці ЗЧ зменшує їх кількість на складі, і, як тільки кількість досягне порогового рівня, формується нове замовлення, щоб кількість матеріальних ресурсів на складі знову дорівнювала максимально бажаному запасу».

- «Модель з фіксованим інтервалом часу між замовленнями працює так: із заданою періодичністю розміщується замовлення, розмір якого має поповнити рівень запасу до максимально бажаного запасу» [95].

- Головним недоліком зазначеної моделі є те, що вона не враховує обсяги споживання ЗЧ на майбутній період (тиждень, місяць тощо), що може призвести як до дефіциту запасів, так і до їх надлишку [15].

- «Модель із встановленою періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня працює наступним чином: замовлення робляться

періодично, але водночас перевіряється рівень запасів. Якщо рівень запасів досягає порогового, то робиться додаткове замовлення, що не дозволить простоювати рухомого складу в зонах технічного обслуговування та ремонту».

- «Метод контролю рівня запасів ґрунтується на тому, що при управлінні запасами утворюються їхні надлишки, які не потрібні підприємствам автомобільного транспорту. Для аналізу таких запасів застосовують методи аналізу за терміном зберігання, за періодом оборотності, перевищенням норм запасів як у фізичному, так і вартісному вираженні. Іноді на практиці використовують порівняння планів споживання та готівкового запасу» [15].

- Багатономенклатурну модель управління запасами розробив Тализін В. А. [13]. Запропонована ним модель виконується із достатньою точністю. Також модель показує кількість ЗЧ, яку необхідно додатково поставити складу на початок періоду (тиждень, місяць тощо.). До недоліків моделі можна віднести складність математичного рішення.

- У працях Бугримова В.А. усувається один із недоліків вище перелічених моделей (переповненість складів). Розроблена «багатопродуктова імітаційна модель управління запасами запасних частин, з алгоритмом управління запасами за прогнозом головних компонент, за допомогою якої можна отримувати інформацію про момент, структуру та обсяг замовлення на його поповнення, що забезпечує ефективне використання складських ресурсів, скорочення витрат та фінансових вкладень, мінімізацію дефіциту при змінних параметрах поповнення та зберігання запасів, таких як: ціна зберігання, штраф за відсутність та ін.».

- Проаналізувавши вище викладені роботи з управління запасами, можна назвати такі недоліки: у роботах розглянуто управління запасами лише одного найменування деталі (вузла, агрегата); деякі моделі враховують лише одноразове поповнення запасів на розрахунковий період (місяць, квартал тощо), не враховуючи обсяг складів, на яких відбуватиметься управління

запасами; не враховано ймовірність того, що може відбутися раптова відмова будь-якого вузла, агрегату, які будуть відсутні на даний момент на складі підприємства; не розглянуто можливу відсутність гарантій із боку постачальників ЗЧ; не визначено розподіл ЗЧ за ступенем впливу безпеки транспортних процесів.

- Як показав час, робота і прибуток ПАТ залежить і від випадкових, наперед не прогнозованих наслідків. Наприклад, пандемія, що почалася у 2020 році, яка хоч і тимчасово, але дестабілізувала обстановку на всіх без винятку підприємствах. Частина з цих підприємств зазнала збитків і навіть зараз перебуває в умовах обмеженості фінансових ресурсів, що, з урахуванням дорожнечі ЗЧ, змушує їх шукати ефективні виходи із ситуації.

- У праці Верительника Є.А. «розроблено нову методику визначення потреби у запасних частинах автотранспортного підприємства з урахуванням термінів доставки запасних частин і часу їх заміни, що дозволяє скоротити кількість запасних частин, що зберігаються на складі, при збереженні необхідного значення коефіцієнта технічної готовності» [14]. У цій роботі враховуються і фінансові можливості підприємства.

- Поставками ЗЧ займаються як офіційні дилери, і сторонні постачальники. Офіційний дилер є прямим представником заводу-виробника з гарантією якості встановлюваних ЗЧ.

- Рівень обслуговування різними дилерами відрізняється, і можливість установки на АТЗ неоригінальних (підроблених і, тим більше, уживаних ЗЧ за ціною оригінальних) в авторизованому центрі є. Причинами можуть бути різні поставки, наприклад, ЗЧ «Bosch» офіційно виробляють і в Німеччині, і в Китаї, не виключений випадок неухважності.

- Більшість підприємств не перевіряє походження ЗЧ, покладаючись на наявність сертифікатів, репутацію та відгуки, а, наприклад, встановлення неоригінальних гальмівних накладок може призводити до пошкодження гальмівних дисків з їх заміною.

- Тривалість ТО і ремонту АТЗ, їх простої і збитки пов'язані з якістю



ЗЧ, що поставляються, вхідний контроль яких на ПАТ присутній лише в документальній формі.

- Удосконалення МТО, зокрема, запровадження вхідного контролю якості ЗЧ на ПАТ, може дати значний економічний ефект без істотних витрат ресурсів.

## 1.2 Аналіз факторів, що впливають на інтенсивність використання деталей вузлів та агрегатів автотранспортних засобів

Умови експлуатації АТЗ впливають на режими роботи деталей вузлів і агрегатів, впливаючи на інтенсивність зміни параметрів технічного стану. До таких умов відносять природно – кліматичні, дорожні умови, режим роботи рухомого складу тощо. Облік умов експлуатації, і навіть видів відмов необхідний, насамперед, для формування потреби у ресурсах.

За результатами досліджень встановлено, що виникнення несправностей у вузлах і агрегатах АТЗ, особливо в міських умовах, збільшується в кілька разів через швидкість руху, маневрування, що постійно змінюється, а також при повному завантаженні АТЗ.

За класифікацією, запропонованою Є.С. Кузнецовим [5], на споживання ЗЧ впливають: система організації ТО та ремонту, рухомий склад та структура парку, виробнича база, персонал та умови експлуатації.

«Для ефективного планування потреби та управління постачанням ЗЧ велике значення має оцінка ступеня впливу окремих факторів на сукупну потребу у ЗЧ. Тому необхідні подальші дослідження, спрямовані на виділення факторів, що впливають на споживання ЗЧ, визначення пріоритету завдань щодо вдосконалення планування та організації постачання ЗЧ складів підприємства, раціональний розподіл та використання наявних ресурсів, вплив якості ЗЧ на їхню витрату та ймовірність виникнення відмов та аварійних ситуацій» [17].

Збільшення кількості відмов АТЗ у міських умовах експлуатації наочно

проявляється на прикладі автомобілів з механічною коробкою передач, яка, незважаючи на активний розвиток автоматичних трансмісій, залишається дуже затребуваною (78% від загальної кількості міських автомобілів оснащені механічними КПП) [11].

На надійність трансмісії (не тільки механічної) в процесі експлуатації впливає безліч факторів: постійна зміна передач через часті зупинки на перехрестях, у дорожніх пробках, а також через незадовільний стан дорожнього полотна; наявність підйомів та спусків; погодні умови; якість та своєчасність проведення ТО та Р; якість ЗЧ; кваліфікація ремонтних робітників та водіїв.

Одним із факторів, що найбільше впливають на потребу в ЗЧ, є якість ЗЧ (27 %) (рис. 1.1).

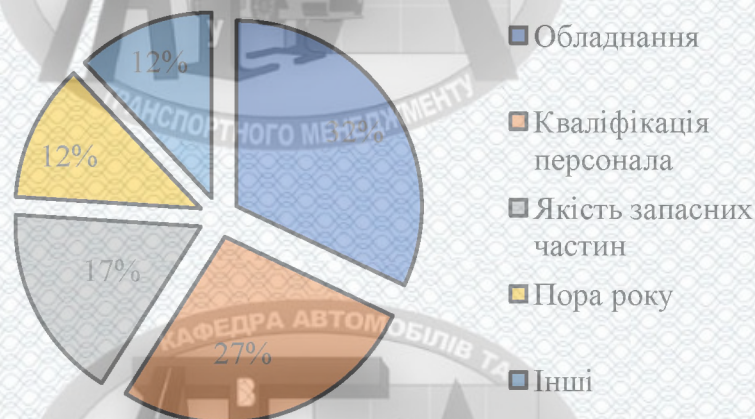


Рисунок 1.1 - Фактори, що впливають на потребу у ЗЧ

Вплив режиму роботи АТЗ на його технічний стан (кількість відмов, вид відмов) характеризується: кількістю днів роботи на рік (для автомобілів міських маршрутів сягає 365); кількістю змін роботи на добу (1; 1,5; 2 або цілодобово); умовами експлуатації; кваліфікацією персоналу; якістю ТО та ПР та якістю використовуваних ЗЧ.

Режим роботи АТЗ під час експлуатації визначається інтенсивністю

зміни його технічного стану, кількістю відмов (і, відповідно, витратою ЗЧ, якість яких відіграє важливу роль у їхній безвідмовності).

У свою чергу ефективність експлуатації АТЗ залежить від пробігу з початку експлуатації. Приклад ТОВ «ГРІН КУЛ» провели дослідження розподілу чисельності рухомого складу за пробігом початку експлуатації

Аналіз даних ТОВ «ГРІН КУЛ» наочно показує стан його рухомого складу. У середньому 40% всіх одиниць АТЗ мають пробіг понад 500 тис. км. Це вимагає строгого дотримання регламенту ТО, якості та кількості ЗЧ, що поставляються, а також негайного оновлення парку АТП.

Більшість підприємств стикаються з такою проблемою, як оновлення парку, продовжуючи експлуатувати АТЗ із пробігом понад 300 тис. км, вік яких понад 15 років.

Як показує статистика по Україні, «вікова структура парку викликає побоювання у сенсі тотального переважання рухомого складу автомобілями старше 10 років, частка яких становить 61,8%» [7].

«Автомобілі, старші 15 років, фактично стають джерелами підвищеної небезпеки, чому слугує статистика ДТП з автомобілями, що стабільно відбуваються в країні. Частка нових автомобілів (випуску 2018-2022 рр.) складає у лише 6,6%, чого замало для зниження середнього віку автомобілів. Втім, неефективну організацію самого перевізного процесу тут теж не можна скидати з рахунків».

Дослідження Тайсаєва К.К. показують, що «переважна кількість автомобілів не відповідають сучасним міжнародним екологічним вимогам та вимогам забезпечення конструктивної безпеки, а також комфортабельності та зручності при перевезенні вантажів.

Результатом цього є висока ймовірність тяжких наслідків при скоєнні дорожньо-транспортних пригод за участю автомобілів».

Кліматичні умови - снігопад, дощ, перепади температури - істотно впливають на зміну стану дорожнього полотна. Це, у свою чергу, позначається на стані вузлів та агрегатів, зокрема, на ходовій частині та елементах

кермового управління АТЗ.

Наприклад, у праці Мальшакова А.В. розроблено "методичне забезпечення для врахування впливу сезонних умов на надійність пневмопідвіски автомобілів великого класу".

Кліматичні умови істотно впливають на показники експлуатації автомобільного транспорту практично на всій території нашої держави. Тому велика кількість досліджень присвячена факторам, що змінюються сезонно [24]. Вирішення проблем, пов'язаних з погодними умовами, залишатиметься актуальним завжди.

З графіка, представленого рисунком 1.2, видно, що кількість відмов АТЗ мінімальна при температурах в інтервалі від +5 до +10 [104].

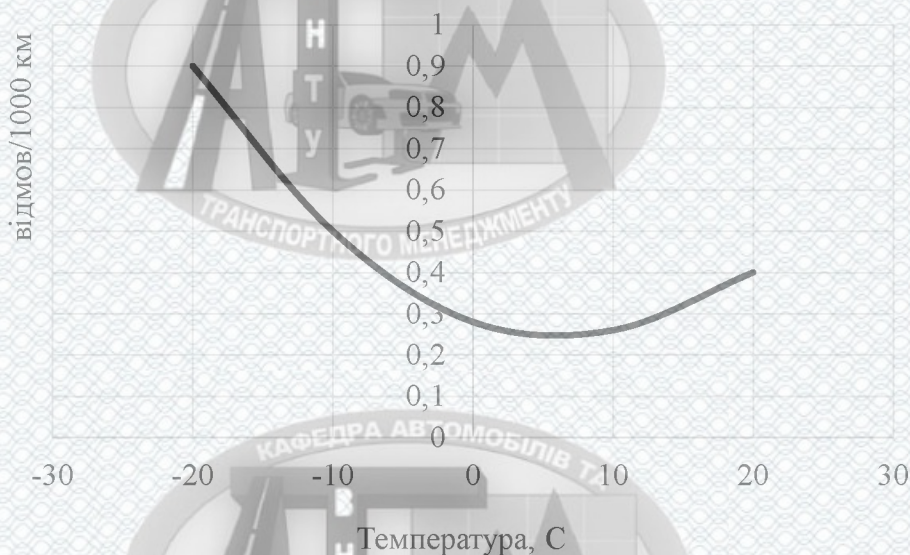


Рисунок 1.2 - Вплив температури навколишнього повітря на зміну загальної кількості відмов АТЗ

Кліматичні умови істотно впливають на протікання робочих процесів у вузлах і агрегатах АТЗ. Такі умови в сукупності з будь-якими дефектами деталей викликають їх інтенсивне зношування, збільшення трудомісткості ТО та ремонту, збільшення потреби у ЗЧ приблизно на 10...12 % [14].

Для ефективної роботи ПАТ велике значення мають не лише технологічні (якість ТО та ТР, якість ЗЧ), організаційні, експлуатаційні та

конструкційні фактори, а й наявність входного контролю якості ЗЧ.

На підставі праць вітчизняних та зарубіжних авторів визначено вплив якості ЗЧ як одного з технологічних факторів на ефективність роботи ПАТ (12%). Діаграма, що ілюструє вагомість чинників, визначальних ефективність роботи служби МТО ПАТ, представлена на рис. 1.3.

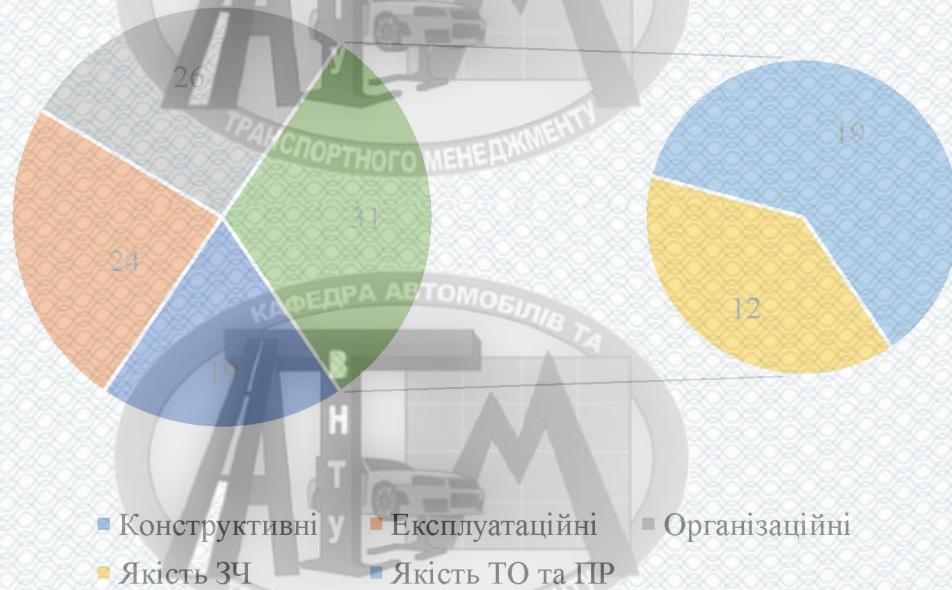


Рисунок 1.3 - Аналіз вагомості факторів, що визначають ефективність роботи служби МТО ПАТ

«Простої автотранспортних засобів у ремонті трапляються також з організаційних причин, що виникають внаслідок незадовільної організації МТО підприємств. Зменшення таких простоїв залежить багато в чому, як зазначено вище, від злагодженої роботи ПАТ з постачальниками ЗЧ, співпраця з якими має приносити якомога менші ризики ...» [21].

Окрім цього, організація МТО ПАТ оцінюється такими факторами:

- постачання ЗЧ у строк;
- наявність у постачальника всіх необхідних ЗЧ;
- наявність гарантій;
- якість ЗЧ.

### 1.3 Аналіз впливу якості запасних частин на ефективність роботи підприємств автомобільного транспорту

Багатьох замовників не задовольняє відсутність гарантій якості ТО та ПР, системи страхування вантажів і пасажирів, тому гостро постає питання про перехід до централізованого сервісного обслуговування та укрупнення ПАТ, у зв'язку з чим необхідна розробка методів функціонування служби МТО, що дозволяють досягти максимальної ефективності роботи ПАТ.

Однією з умов підтримки працездатного стану АТЗ є як своєчасне проведення регламентних і ремонтних робіт [18], а й використання якісних ЗЧ.

ЗЧ оригінального виробництва майже в 2,5 рази менше і, незважаючи на наявність сертифікатів відповідності, якість деяких із них залишається під великим питанням (рис. 1.4), оскільки частка «сірого» імпорту дуже висока – 72%.



Рисунок 1.4 - Частка імпорту ЗЧ у 2022 році

У даній праці під «сірим» імпортом розуміється не метод проходження митниці, а категорія одержувача ЗЧ. Це не офіційний імпортер або дилер автовиробника, а торгова компанія, яка працює з багатьма виробниками деталей, вузлів та агрегатів. Саме до таких компаній звертаються за ЗЧ багато

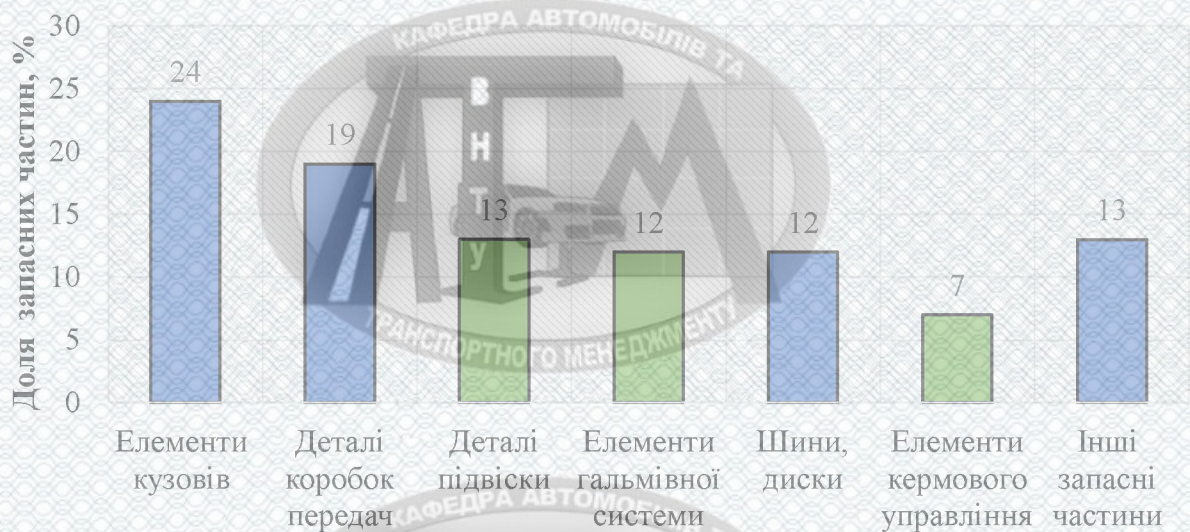
власників комерційних автомобілів після закінчення терміну гарантії.

По-перше, ціни у неофіційних продавців нижчі, по-друге, кількість таких компаній набагато більша, і ймовірність наявності необхідних ЗЧ у них вища, тобто. одні й самі деталі, вузли і агрегати одного й того ж автомобіля виробляються паралельно на кількох заводах, і для придбання можна звернутися у будь-який безпосередньо. Або підібрати точний аналог – «оригінал» від постачальників автозаводу або від сторонніх фірм, на відміну від офіційного дилера, коли необхідну деталь можна замовити лише на своєму центральному складі.

Криза скоротила ринок ЗЧ на 30-40% і загострила конкуренцію. Оскільки до кризи власники автомобілів надавали перевагу оригінальним ЗЧ, які гарантують надійність, довговічність, а також «не позбавляють» гарантії на автомобіль.

Нині в неофіційних постачальників ЗЧ частка клієнтів зросла, серед яких як невеликі компанії, а й досить великі автотранспортні і авторемонтні підприємства.

На рис. 1.5 показано номенклатуру ЗЧ, що ввозяться «сірими» імпортерами.



Номенклатура запасних частин

Рисунок 1.5 - «Сірий» імпорт ЗЧ за видами

ЗЧ для підвіски (13%), гальмівної системи (12%) та рульового управління (7%) становлять третину від усієї номенклатури «сірого» імпорту, що не може не насторожувати, оскільки ці деталі впливають на безпеку експлуатації АТЗ.

Про значущість рівня якості використовуваних ЗЧ як фактора, що впливає на безпеку експлуатації АТЗ, говорить ще й той факт, що для даного виду ДТП характерна висока тяжкість наслідків. Особливо якщо дефектними виявилися деталі гальмівної системи, рульового управління, трансмісії, підвіски.

Відмови, викликані низькою якістю ЗЧ, виникають, в основному, раптово, і водій АТЗ не встигає вжити заходів, спрямованих на зниження наслідків ДТП - коригування швидкості руху, зміна траєкторії.

В останні десятиліття на ринку з'явилося безліч виробників ЗЧ, тому перед службами МТО підприємств автомобільного транспорту постає вибір у придбанні якісних ЗЧ.

Причиною 15% дорожньо-транспортних пригод є технічна несправність вузлів та агрегатів АТЗ, таких як гальмівна система, система освітлення, сигналізації та рульове управління.

У разі, якщо придбання ЗЧ на ПАТ відбувається за критерієм вартості, їх варто розмежувати на дві групи: що впливають на безпеку і не впливають. Таким чином, крім аналізу вартісних характеристик ЗЧ для організації ефективного забезпечення необхідно визначитися з методами оцінки їх якості.

«В якості ЗЧ постачальники можуть пропонувати і відновлені агрегати (вузли), якщо агрегат (вузол) був відновлений у заводських умовах, за сертифікованою технологією, і на нього надається гарантія виробника.

У ряді країн відновлення агрегатів (вузлів), наприклад, двигунів, коробок передач, стартерів або генераторів, є окремим напрямком бізнесу, що дуже успішно розвивається» [13].

Вітчизняні та зарубіжні вчені займалися вивченням якості деталей, але



лише на стадії їх розробки.

Проведені дослідження якості ЗЧ показали, що більшість мають дефекти, пов'язані з невідповідністю геометричних параметрів і властивостей матеріалів необхідним значенням.

Незважаючи на це, не всі ПАТ приділяють особливу увагу якості використовуваних ЗЧ, що спричиняє фінансові втрати.

Збитки від заміни несправних вузлів та агрегатів автотранспортних засобів залежать не тільки від часу їх демонтажу, числа та типу обладнання, що використовується, кваліфікованого персоналу, а й від наслідків несправностей.

Розглянемо три можливі результати у разі несправності АТЗ при поточному ремонті :

- заміна лише дефектної деталі;
- заміна кількох деталей через вплив на них дефектної деталі;
- заміна агрегату (вузла).

Наявність дефектів у деталях призводить не тільки до повної відмови, а й до ризику виникнення аварійних ситуацій.

Враховуючи результати проведеного аналізу, можна зробити висновок про актуальність розробки математичної моделі впливу якості ЗЧ на показники ефективності роботи ПАТ з обмеженнями ризиків від ймовірності пропуску дефектних деталей вузлів та агрегатів з метою зниження собівартості та підвищення безпеки експлуатації АТЗ.

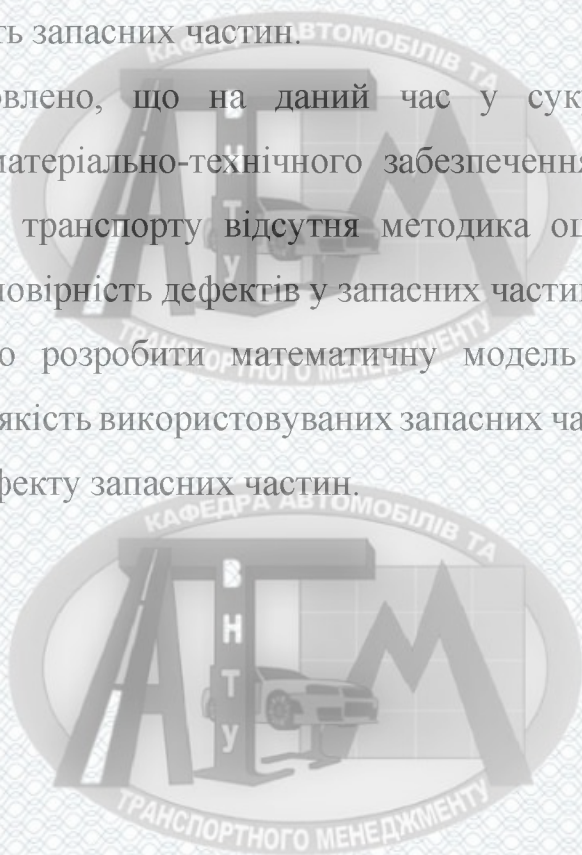
#### 1.4 Висновки до розділу 1

1. Встановлено, що ефективність роботи підприємств автомобільного транспорту впливає наявність входного контролю якості запасних частин. Існує необхідність його впровадження на підприємствах автомобільного транспорту для зниження собівартості та безпеки експлуатації автотранспортних засобів.

2. Встановлено, що у проведених раніше дослідженнях щодо формування потоку вимог на запасні частини для автотранспортних засобів враховано вплив багатьох різних факторів, проте не береться до уваги такий фактор, як якість запасних частин.

3. Встановлено, що на даний час у сукупності методик оцінки ефективності матеріально-технічного забезпечення та роботи підприємств автомобільного транспорту відсутня методика оцінки ризику виникнення відмов через ймовірність дефектів у запасних частинах.

4. Необхідно розробити математичну модель визначення витрат, яка враховуватиме якість використовуваних запасних частин і величину шкоди від ймовірності дефекту запасних частин.



## 2 ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТЕЙ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ

### 2.1. Загальна методика теоретичних досліджень

Розробка загальної методики досліджень заснована на висновках та завданнях, викладених наприкінці першого розділу.

Ефективність роботи ПАТ оцінюється коефіцієнтом технічної готовності (КТГ) парку та скороченням простоїв АТЗ при проведенні ТО та ПР через наявність дефектних ЗЧ у партії та ризиків виникнення відмов, отже, зниженням собівартості та безпеки експлуатації АТЗ.

В основу теоретичних досліджень покладено результати аналізу раніше проведених досліджень щодо забезпечення та управління запасами на ПАТ.

На підставі досліджень аналогічної проблематики обґрунтовано необхідність вхідного контролю якості ЗЧ за допомогою введення обмежень щодо ризиків від ймовірності пропуску дефектних ЗЧ. Обґрунтовано вибір досліджуваних ЗЧ та їх контрольовані параметри, розглянуто ризик наявності в партії дефектних ЗЧ та ймовірність прийняття помилкових рішень.

Оскільки на ПАТ через відсутній вхідний контроль якості ЗЧ, існує необхідність його організації з урахуванням сформованих умов. Вирішення цього завдання багато в чому визначає ефективність експлуатації АТЗ.

Для створення моделі впливу якості ЗЧ на показники ефективності роботи ПАТ з метою зниження собівартості експлуатації АТЗ та кількості їх відмов використано емпіричний підхід.

Висунуто гіпотезу про те, що ефективність організації вхідного контролю якості ЗЧ на ПАТ залежить від кількох ключових факторів, до яких належать: витрати на вхідний контроль, розмір партії і ризики, пов'язані з ймовірністю потрапляння дефектних ЗЧ і прийняття помилкових рішень.

## 2.2 Математична модель впливу якості запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту

Ефективність експлуатації АТЗ залежить від багатьох чинників, одним з яких, як зазначалося вище є якість роботи МТО на ПАТ.

Характер впливу ефективності МТО ПАТ на КТГ досліджуваного парку проілюстровано діаграмою, представленою на рисунку 2.1.

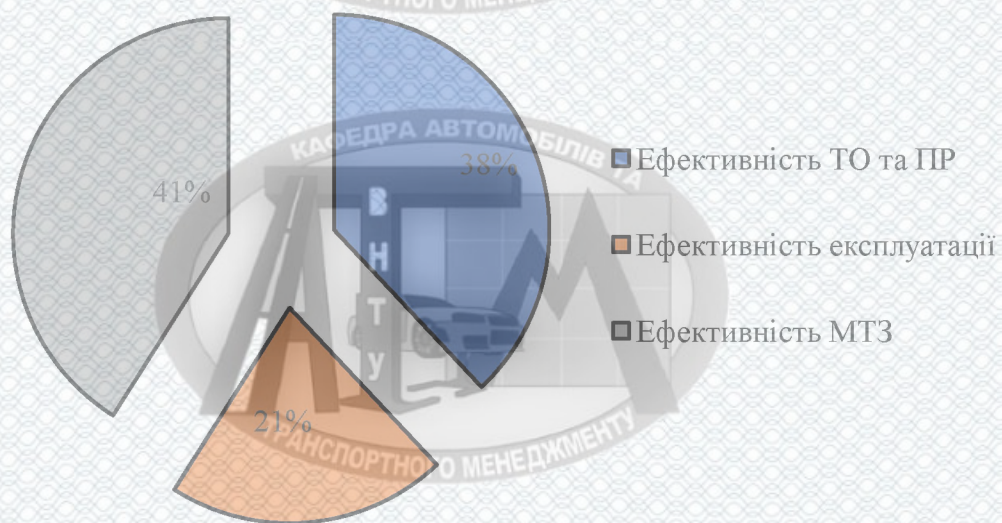


Рисунок 2.1 – Оцінка значимості факторів, що впливають на ефективність роботи підприємства автомобільного транспорту

Показник ефективності МТО, який визначає КТГ досліджуваного парку, становить 41%. Таке високе значення вимагає грамотної та ефективної роботи, щоб уникнути матеріальних, тимчасових та фінансових втрат, а також зниження іміджу ПАТ.

Попередньо було висунуто гіпотезу про те, що наявність на ПАТ вхідного контролю якості ЗЧ дозволить підвищити технічні показники, показники безпеки та економічної ефективності.

Для підтвердження цієї гіпотези розроблено математичну модель впливу якості ЗЧ на показники ефективності роботи ПАТ.

З безлічі критеріїв ефективності роботи ПАТ як основні в роботі

запропоновано використовувати значення суми витрат  $\sum C$ , що визначаються якістю використовуваних ЗЧ та величиною шкоди, представленої в (2.1).

Цільова функція впливу якості ЗЧ на показники ефективності роботи ПАТ представлена таким чином:

$$\sum C = C_{KK} + C_Y \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

де  $C_{KK}$  - витрати на контроль якості ЗЧ, грн.;

$C_Y$  - величина шкоди через встановлення дефектних ЗЧ, грн.

Необхідність наявності на ПАТ вхідного контролю якості використовуваних ЗЧ має сенс за умови, що витрати на контроль їх якості будуть нижчими за величину шкоди від застосування дефектних ЗЧ:

$$C_{KK} < C_Y \quad (2.2)$$

Теоретична залежність сумарних витрат від прийнятого методу контролю якості ЗЧ представлена рисунку 2.2.

Кожне ПАТ залежно від доходів та стратегії управління обирає метод контролю якості ЗЧ (I – документальний + візуальний. II – вимірювання геометричних параметрів. III – вимірювання фізико-хімічних властивостей матеріалу. IV – спеціальні види контролю.).

Витрати на контроль якості ЗЧ на ПАТ представлені у такому вигляді:

$$C_{KK} = \frac{C_{ПО} + C_{ОК}}{T} + C_{ЗПР}, \quad (2.3)$$

де  $C_{ПО}$  - витрати на придбання обладнання для контролю якості ЗЧ, грн;

$C_{ОК}$  - витрати на обслуговування та перевірку обладнання, грн;

$C_{зпр}$  - витрати оплати праці працівника, грн./год;

$T$  – період корисного використання обладнання, рік.

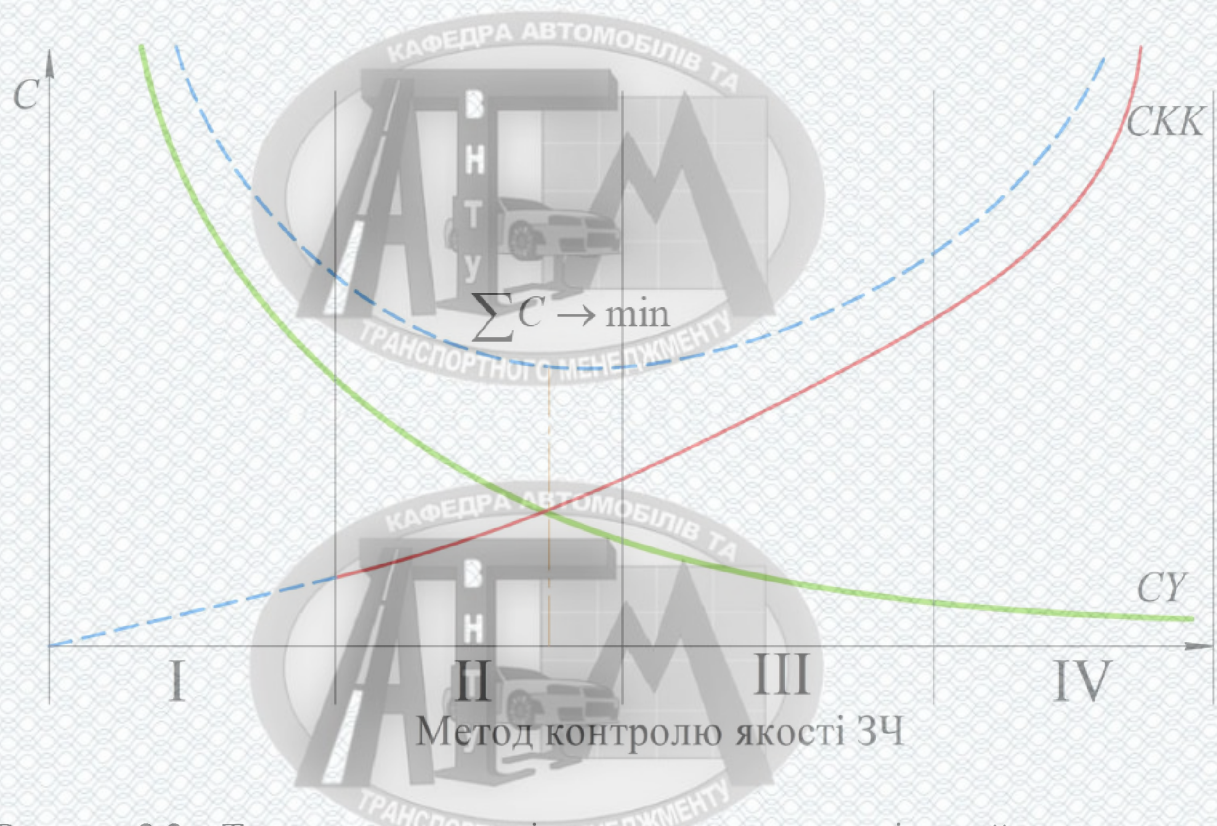


Рисунок 2.2 – Теоретична залежність сумарних витрат від прийнятого методу контролю якості ЗЧ

Величина збитків через встановлення дефектних ЗЧ представлена в наступному вигляді:

$$C_{\gamma} = C_{зпр} + C_{р} + C_{дтп}, \quad (2.4)$$

де  $C_{зпр}$  - збитки, зумовлені простоем АТЗ, грн.;

$C_{р}$  - збитки, зумовлені витратами на ремонт, грн.;

$C_{дтп}$  - збитки, зумовлені наслідками ДТП, грн.

Як обмеження при запровадженні контролю якості ЗЧ приймається умова, за якої витрати на контроль якості ЗЧ мінімізовані:

Залежність ймовірності безвідмовної роботи  $P(t)$  з напрацювання  $t$  за

наявності (відсутності) контролю за якістю ЗЧ представлена рисунку 2.3.

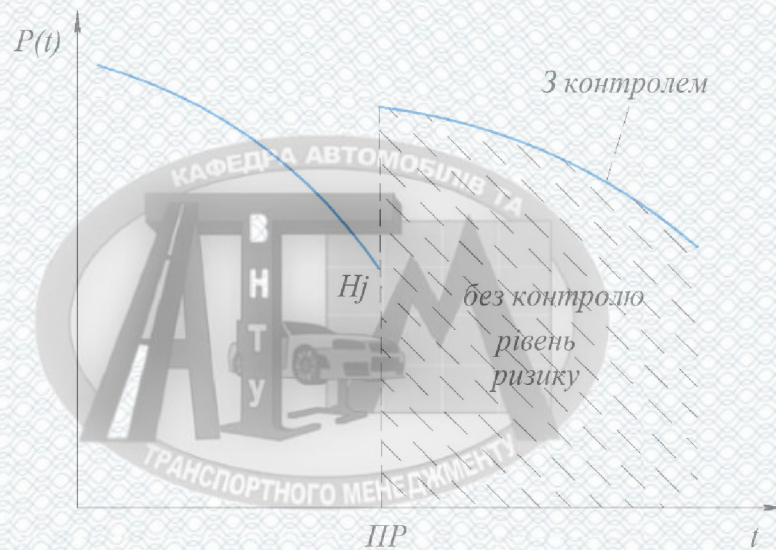


Рисунок 2.3 - Залежність ймовірності безвідмовної роботи  $P(t)$  за напрацювання  $t$  за наявності (відсутності) контролю якості ЗЧ

При поточному ремонті (ПР) при заміні несправних елементів АТЗ виникає невизначеність  $H_j$ , що впливає на безвідмовність АТЗ в цілому. Наявність контролю ЗЧ збільшує показник безвідмовної роботи. За відсутності контролю на підприємстві напрацювання на відмову значно відрізняється у менший бік, а також збільшується ризик виникнення раптових відмов та (або) ДТП.

2.3 Визначення ймовірності прийняття помилкових рішень під час контролю якості запасних частин

При проведенні контролю якості ЗЧ необхідно визначити можливість прийняття помилкових рішень. Помилкові рішення спричиняють різні наслідки, від ступеня тяжкості яких залежить вартість їх усунення.

Одним із методів контролю якості є порівняння значень контрольованих параметрів  $x_i$  з нормативними  $x_0$ .

Стан системи характеризується одним параметром, отже має

одномірний простір ознак. Умова рішення полягає в наступному:

$$\text{при } x < x_0 \quad x \in D_1; \quad \text{при } x > x_0 \quad x \in D_2; \quad (2.5)$$

де  $D_1$  - якісний стан;

$D_2$  - дефектний стан.

Позначимо  $H_{zj}(z, j=1,2)$  можливі рішення, де  $z$  – передбачуваний діагноз,  $j$  – дійсні значення. Тоді  $H_{12}$  - пропуск дефекту і  $H_{21}$  помилкова тривога;  $H_{11}$  та  $H_{22}$  - правильні рішення.

Розглянемо ймовірність хибної тривоги  $P(H_{21})$ , коли при  $x > x_0$  об'єкт є справним, але за виразом (2.5) сприймається як дефектний. Площа під кривою щільності ймовірності справного стану, що відповідає  $x > x_0$  є умовною ймовірністю ситуації  $x > x_0$  для справних деталей:

$$P(x > x_0 / D_1) = \int_{x_0}^{x_n} f(x / D_1) dx \quad (2.6)$$

Ймовірність помилкової тривоги дорівнює ймовірності добутку двох подій: наявність справного стану та значення  $x > x_0$  тоді:

$$P(H_{21}) = P(D_1)P(x > x_0 / D_1) = P_1 \int_{x_0}^{x_n} f(x / D_1) dx \quad (2.7)$$

де  $P_1 = P(D_1)$  – апіорна ймовірність діагнозу  $D_1$  (вважається відомою виходячи з попередніх статистичних даних).

Ймовірність пропуску дефекту визначається аналогічним чином:



$$P(H_1|2) = P(D_2)P\left(x < \frac{x_0}{D_2}\right) = P_2 \int_{x_2}^{x_0} f\left(\frac{x}{D_2}\right) dx \quad (2.8)$$

де  $P_2 = P(D_2)$  – апріорна ймовірність діагнозу  $D_2$ .

Ймовірність прийняття помилкового рішення є сумою ймовірності «хибної тривоги» (ухвалення рішення про наявність дефекту, але, насправді, ЗЧ є якісними) та пропуску дефекту (ухвалення рішення про відповідність якості, тоді як ЗЧ містять дефект).

Враховуючи величину шкоди від помилок, отримуємо вираз:

$$P_{\text{ош}} = P_1 \int_{x_0}^{x_n} f\left(\frac{x}{D_1}\right) dx + P_2 \int_{x_2}^{x_0} f\left(\frac{x}{D_2}\right) dx, \quad (2.9)$$

де  $P_1$  - можливість пропуску дефекту;

$P_2$  - ймовірність «хибної тривоги»;

$f\left(\frac{x}{D_1}\right)$  - щільність ймовірності пропуску дефекту;

$f\left(\frac{x}{D_2}\right)$  - щільність ймовірності «хибної тривоги».

Розподіл  $x$  для якісних та дефектних ЗЧ показано на рис. 2.4. Отримані значення утворюють область придатних (від  $x_n$  до  $x_0$ ) і непридатних (від  $x_n$  до  $x_0$ ) до подальшої експлуатації ЗЧ.

Граничне значення  $x_0$  контрольованого параметра  $x_n$  забезпечує мінімум помилкових рішень та мінімальну величину шкоди для ПАТ.

З умови екстремуму ймовірності (2.9) отримуємо:

$$\frac{dP_{\text{ош}}}{dx_0} = P_1 f\left(\frac{x_0}{D_1}\right) + P_2 f\left(\frac{x_0}{D_2}\right) = 0 \quad (2.10)$$

$$\frac{f(x_0/D_1)}{f(x_0/D_2)} = \frac{P_2}{P_1}, \quad (2.11)$$

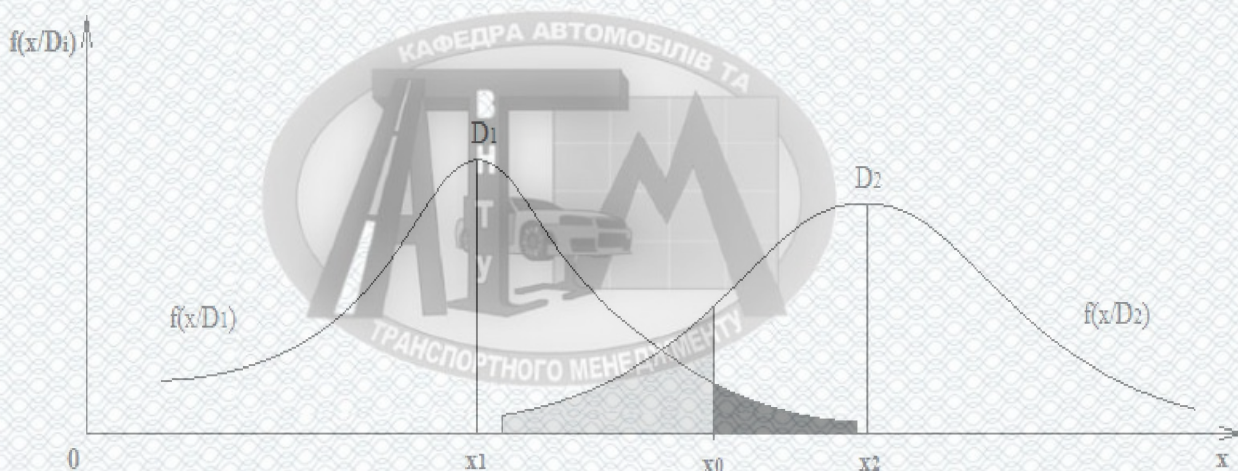


Рисунок 2.4 - Статистичний розподіл контрольованого параметра  $x_n$  для ЗЧ

Отримана умова визначає мінімум  $x_{0\min}$  та максимум  $x_{0\max}$  помилкових рішень у разі похибки контрольованого параметра  $x_n$ .

Для існування мінімуму  $P_{ош}$  у точці  $x_n = x_0$  друга похідна має бути позитивною  $\frac{d^2 P_{ош}}{dx_0^2} > 0$ , що призводить до наступної умови:

$$\frac{f'(x_0/D_1)}{f'(x_0/D_2)} < \frac{P_2}{P_1}, \quad (2.12)$$

Якщо розподіли  $f(x/D_1)$  і  $f(x/D_2)$  містять не більше однієї точки максимуму, то за  $x_1 < x_0 < x_2$  умова (2.12) виконується.

Відповідно до вище викладеного:

$$x \in D_1, \quad \text{якщо} \quad \frac{f(x_0/D_1)}{f(x_0/D_2)} > \frac{P_2}{P_1}, \quad (2.13)$$

$$x \in D_2, \text{ якщо } \frac{f(x_0/D_1)}{f(x_0/D_2)} < \frac{P_2}{P_1}, \quad (2.14)$$

Порогове значення для відношення правдоподібності оцінюється за такою формулою:

$$\lambda = \frac{P_2}{P_1}, \quad (2.15)$$

Вираз (2.15) означає відношення ймовірності виявлення дефектних ЗЧ при ймовірності помилкової тривоги і ймовірності пропуску дефекту.

Для випадку, коли ймовірність пропуску дефекту в ЗЧ суттєво більша за ймовірність «хибної тривоги» ( $P_1 \geq P_2$ ), розподіл  $f\left(\frac{x}{D_2}\right)$  не розглядається.

На рис. 2.5 показано розподіл  $x$  прийняття рішення про придатність ЗЧ, з урахуванням умови похибки (2.11). Тоді отримані значення утворюють область придатних (від  $x_0$  до  $x_{0\max}$ ) і непридатних (від  $x_{0\max}$  до  $x_n$ ) до подальшої експлуатації ЗЧ.

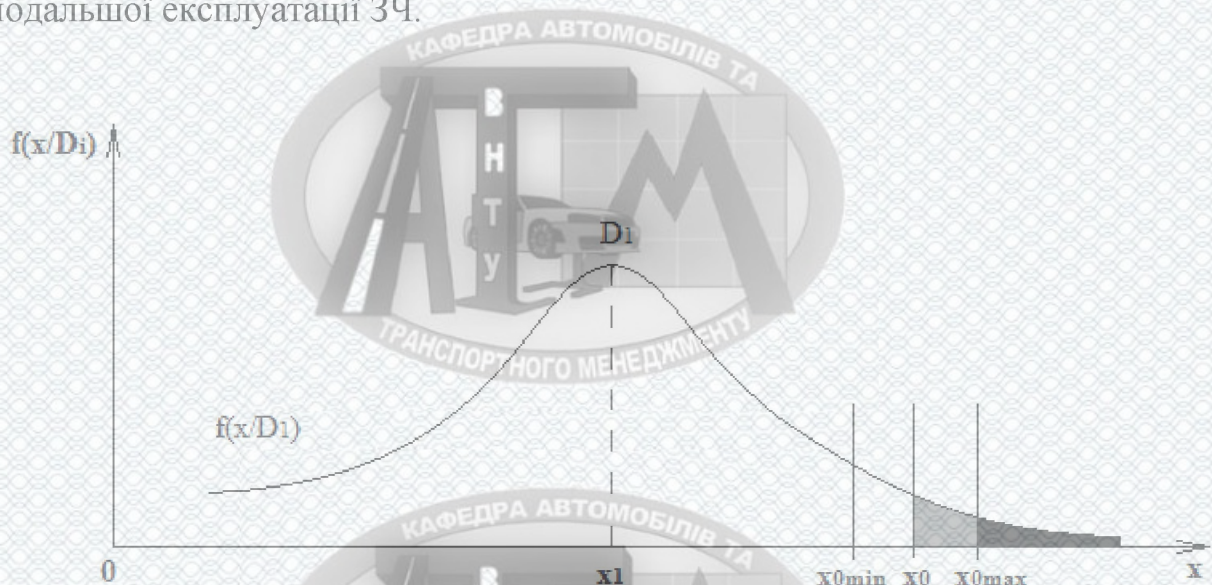


Рисунок 2.5 - Статистичне розподілення контрольованого параметра  $x_n$  ЗЧ

Отримані залежності є теоретичною передумовою обґрунтування можливості прийняття помилкових рішень за наявності ПАТ контролю якості ЗЧ.

2.4 Методика оцінки ризику виникнення відмов автотransпортних засобів через встановлення дефектних запасних частин

Наявність дефектів у ЗЧ невід'ємно пов'язана з ризиком виникнення відмов та аварійних ситуацій за участю водіїв, пасажирів, пішоходів та наявності небезпечних та цінних вантажів.

На даний час відсутня методика оцінки ризику виникнення відмов АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ.

У таблиці 2.1 наведено експлуатаційні чинники, що впливають на ризик виникнення відмов.

Таблиця 2.1 - Експлуатаційні фактори, що впливають на ризик виникнення відмов

Ризик	Чинник ризику
$R_1$	- Система організації ТО та Р. - Якість та дотримання регламенту ТО.
$R_2$	- Несправності двигуна. - Несправності трансмісії. - Несправності ходової частини, шин. - Несправності гальмівної системи. - Несправності кермового керування. - Несправності елементів електроустаткування. - Дефекти кузова.
$R_3$	- Якість ЗЧ.
...	...
$R_i$	$i$ - е фактори

Методика оцінки ризику виникнення відмов АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ включає сукупність різних ризиків:

$$R = \sum R_i = r_{i1} \cdot a_{i1} + r_{i2} \cdot a_{i2} + \dots + r_{im} \cdot a_{im}, \quad (2.16)$$

де  $R_i$  - і-й ризик виникнення відмов;

$r_{i1}$  - коефіцієнт визначення наявності того чи іншого фактора в експлуатації;

$a_{i1}$  - коефіцієнт вагомості фактора.

Ризик прояву першої групи факторів розраховується так:

$$R_1 = r_{1.1} \cdot a_{1.1} + r_{1.2} \cdot a_{1.2} + \dots + r_{1.n} \cdot a_{1.n}, \quad (2.17)$$

де  $R_1$  - ризик прояву першої групи факторів;

$r_{1.1}$  - коефіцієнт визначення наявності того чи іншого фактора в експлуатації;

$a_{1.1}$  - коефіцієнт вагомості фактора.

Ризик другої групи факторів розраховується так:

$$R_2 = r_{2.1} \cdot a_{2.1} + r_{2.2} \cdot a_{2.2} + \dots + r_{2.n} \cdot a_{2.n}, \quad (2.18)$$

де  $R_2$  – ризик другої групи факторів;

$r_{2.1}$  - коефіцієнт визначення наявності того чи іншого фактора в експлуатації;

$a_{2.1}$  - коефіцієнт вагомості фактора.

Як експерти для визначення ваги факторів запрошені співробітники підприємства, які безпосередньо взаємодіють з АТЗ, знайомі з умовами їх експлуатації, а також забезпеченням ПАТ ЗЧ.

Розрахунок вагових коефіцієнтів приватних показників факторів зроблено за формулою:

$$a_i^* = \frac{(k-i+1)/k}{\sum_{i=1}^k (k-i+1)/k}, \quad (2.19)$$

де  $a_i^*$  – коефіцієнт вагомості фактора ризику;

$i$  - номер фактора ризику;

$k$  – число факторів.

Оцінка ризику зроблена за бальною системою:

- наявність ризику при експлуатації – 1;
- відсутність ризику під час експлуатації - 0.

Інтервал з методики оцінки ризиків представлений рис. 2.6.

		Тяжкість наслідків		
		Мінімальні	Значні	Критичні
Ймовірність	Висока	0,31	0,61	1,0
	Середня	0,15	0,31	0,61
	Мала	0	0,15	0,31

Рисунок 2.6 - Оцінка ймовірності та тяжкості наслідків за наявності дефектів у запасних частинах

де 0...0,30 - ризик з малою ймовірністю виникнення відмов та (або) аварійної ситуації;

0,31...0,60 - ризик із середньою ймовірністю виникнення відмов та (або)

аварійної ситуації;

0,61...1,0 - ризик з високою ймовірністю виникнення відмов та (або) аварійної ситуації.

Такі чинники ризику, як незадовільний стан дорожнього полотна, кліматичні умови, тобто врахувати чи вплинути на які неможливо, методикою не враховувалися, оскільки не впливають на роботу системи МТО.

2.5 Вплив організації контролю якості запасних частин на техніко-експлуатаційні показники підприємств автомобільного транспорту

Застосування ПАТ дефектних ЗЧ може вплинути на техніко-експлуатаційні показники, такі як КТГ, середню швидкість АТЗ, час знаходження АТЗ на лінії, час простою АТЗ. Імовірність наявності дефектів ЗЧ безпосередньо впливає і на безпеку експлуатації АТЗ.

На основі проведеного аналізу визначено основні параметри та встановлено залежність впливу контролю якості ЗЧ на КТГ парку ПАТ.

Як відомо, технічний стан парку ПАТ оцінюється КТГ та  $\alpha_{ТГ}$ :

$$\alpha_{ТГ} = \frac{AD_{спр}}{AD_{заг}} = \frac{AD_{заг} - AD_{неспр}}{AD_{заг}} = 1 - \frac{AD_{неспр}}{AD_{заг}} \quad (2.20)$$

де  $AD_{спр}$  - кількість автомобіле-днів перебування у справному стані, дні;

$AD_{заг}$  - загальна кількість автомобіле-днів, дні;

$AD_{неспр}$  - кількість автомобіле-днів перебування в несправному стані, дні.

Кількість автомобіле-днів перебування в несправному стані з урахуванням контролю якості ЗЧ має такий вигляд:

$$AD_{неспр} = \sum_{i=1}^n AD_{неспр,i} = \sum_{i=1}^n (AD_{рем} + AD_K), \quad (2.21)$$

де  $AD_{рем}$  - кількість автомобілей-днів простою в ремонті, дні;

$AD_{к}$  - кількість автомобіле-днів простою через контроль якості запасних частин, дні.

Формула для розрахунку кількості автомобілей-днів простою в ремонті має такий вигляд:

$$AD_{рем} = AD_{ТО,ПР} + AD_{заг} \cdot \mu_i \quad (2.22)$$

де  $AD_{ТО,ПР}$  - кількість автомобіле-днів простою в ТО і ПР не обумовлених установкою дефектних ЗЧ, дні.

Низький КТГ залежить також від системи ТО та ПР. Тому на даний час існують різні підходи його підвищення. Хоча 80% ПАТ досі продовжують дотримуватись його.

Імовірність відмови АТЗ через встановлення дефектної деталі визначає необхідність організації на ПАТ контролю якості використовуваних ЗЧ. Однак час простою АТЗ у ремонті включатиме не тільки час проведення ремонтних робіт АТЗ, а й час, що витрачається для здійснення контролю  $i$ -ої ЗЧ.

Час, витрачений штатним персоналом на контроль якості деталей, може значно скоротити час простою в ремонті АТЗ при виявленні будь-яких невідповідностей, що призведе до збільшення КТГ парку, а також знизить ймовірність відмов.

З урахуванням вище сказаного, КТГ  $\alpha_{ТТк}$  набуде наступного вигляду:

$$\alpha_{ТТк} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (AD_{рем} + AD_{к})}{AD_{заг}} \quad (2.23)$$

Наявність дефектів ЗЧ може значно впливати на КТГ. З цієї причини



постає завдання створення критерію ( $\mu_i$ ) обліку ризику відмови АТЗ в результаті встановлення дефектних ЗЧ, що дозволить збільшити КТГ парку:

$$\mu_i = p_i \cdot p_j \quad (2.24)$$

де  $p_i$  - ймовірність відмови АТЗ при встановленні дефектної  $i$ -ої деталі;

$p_j$  - ймовірність встановлення дефектної деталі.

Ймовірність  $p_i$  визначається на основі отриманої статистики щодо заміन деталей через наявність дефектів за певний період спостереження.

Вибір цієї величини обумовлений тим, що навіть при малій ймовірності наявності дефектів у ЗЧ контроль якості на ПАТ необхідний для запобігання можливим наслідкам. Особливо для деталей, що впливають на безпеку експлуатації АТЗ.

Також використання запропонованого критерію дає можливість підвищити КТГ парку, відповідно, визначити доцільність контролю якості ЗЧ на ПАТ ( $C_Y \triangleright C_{KK}$ ).

З урахуванням вищесказаного визначення КТГ можна записати так:

$$\alpha_{TT} = \min_{0 \leq i \leq K} \alpha_{TTk} \quad (2.25)$$

де  $\alpha_{TTk}$  - КТГ парку з урахуванням контролю якості  $i$ -ої ЗЧ;

$K$  – кількість партій ЗЧ.

Ймовірність  $p_i$  визначається на основі отриманої статистики щодо замін деталей через наявність дефектів за певний період спостереження.

При відомому законі розподілу відмов, а, отже, відомих ймовірностях відмов  $P(\bar{A}_i), i=1,2,\dots,n$  задачу мінімізації часу простою ( $t_{np}$ ) для одного АТЗ

можна сформулювати , як:

$$t_{np} = \begin{cases} P\left(\bigcup_{i=1}^n A_i\right) = 1 - \prod_{i=1}^n P(\bar{A}_i) \rightarrow \min; \\ \sum_{i=1}^n c_i \cdot m_i \leq \sum C. \end{cases} \quad (2.26)$$

де  $P\left(\bigcup_{i=1}^n A_i\right)$  - ймовірність відмови дефектної деталі  $i$  -го типу для  $n$  деталей;

$\prod_{i=1}^n P(\bar{A}_i)$  - ймовірність безвідмовної роботи деталі  $i$  -го типу;

$c_i$  - вартість однієї ЗЧ  $i$  -го типу, грн.;

$m_i$  - кількість придбаних ЗЧ  $i$  -го типу, шт.;

$\sum C$  - загальні витрати, грн.

У системі (2.26) описується необхідність мінімізації ймовірності відмови через дефекти в ЗЧ, а також враховується обмеженість фінансових коштів ПАТ.

Тоді,  $C_Y$  після перетворення і створення критерію обліку ризику відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ:

$$C_Y = \left( D_{екс} \cdot D_{прі} \cdot P_{прі} + Z_{рі} + Z_{дтп} \cdot P_{дтп} \right) \cdot \mu_i \quad (2.27)$$

де  $D_{екс}$  - середньодобовий дохід при експлуатації АТР, грн.;

$D_{прі}$  - середня кількість днів простою, пов'язаних із заміною  $i$ -го виду деталі, днів;

$P_{прі}$  - ймовірність простою, пов'язана із заміною дефектного  $i$  -го виду деталі;

$Z_{рі}$  - витрати на ремонт, пов'язаний із заміною  $i$  -го виду деталі, грн.;

$Z_{ДТП}$  - середні витрати на відшкодування збитків від ДТП, грн.;

$P_{ДТП}$  - ймовірність ДТП при встановленні дефектної  $i$ -го виду деталі.

Таким чином, цільова функція моделі, що розробляється, може бути перетворена наступним чином:

$$\sum C = \left( \frac{C_{ПО} + C_{ОК}}{T} + C_{ЗПР} \right) + \left( (D_{екс} \cdot D_{ПРi} \cdot P_{ПРi} + Z_{Pi} + Z_{ДТП} \cdot P_{ДТП}) \cdot \mu_i \right) \rightarrow \min \quad (2.28)$$

Призначення розробленої моделі полягає в тому, що вона дозволяє оцінити ефективність організації ТО та ПР АТЗ, отже, доцільність наявності на ПАТ контролю якості ЗЧ, а також можливість застосування даної моделі для розрахунків загальних витрат на будь-яких транспортних підприємствах з різними видами транспортних засобів.

Розроблена модель відрізняється від існуючих обліком збитків від ймовірності дефектів у ЗЧ.

На основі отриманої моделі розроблялася методика оцінки ризику виникнення відмов АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ.

Перевірка адекватності моделі виконується порівнянням результатів теоретичних та експериментальних досліджень.

## 2.6 Визначення номенклатури запасних частин та їх контрольованих параметрів

ЗЧ для ТО та ПР при подальших експериментальних дослідженнях слід підбирати виходячи з безпосереднього впливу їх на безпеку експлуатації АТЗ (табл. 2.2). Дослідження ЗЧ, що використовуються при капітальному ремонті АТЗ, не проводилися.

Таблиця 2.2 - Номенклатура ЗЧ, що впливають на безпеку експлуатації АТЗ

№ п/п	Найменування ЗЧ	Можливі види порушень технічного стану	Можливі наслідки	Контрольовані параметри
1	2	3	4	5
1	Система живлення (паливний бак, карбюратор, форсунка, паливний насос, газовий редуктор)	Негерметичність, порушення регулювання	Займання, вибухонебезпечність	Робочий тиск, діаметр, довжина сопла та каналів, розпил
2	Ведучий та ведений диски зчеплення	Пробуксування	Сход із лінії, ризик аварійної ситуації	Середній радіус накладки, частота обертання
3	Шестерні, вали коробок передач	Дисбаланс, ослаблення кріплення, невідповідність зазорів	Заклинювання, втрата управління, ризик аварійної ситуації	Кут нахилу, діаметр, довжина
4	Шарніри, карданний вал, хрестовини	Дисбаланс, ослаблення кріплення, невідповідність зазорів	Обрив з ушкодженням та гальмівних шлангів, втрата управління, ризик аварійної ситуації	Довжина, частота обертання
5	Диференціал заднього моста	Послаблення кріплення, невідповідність зазорів	Заклинювання, втрата управління, ризик аварійної ситуації	Кут нахилу, діаметр
6	Передня вісь та кермо (механізми, вали)	Порушення регулювання, ослаблення кріплення	Заклинювання, втрата управління, ризик аварійної ситуації	Зазори, довжина
7	Гальмівні диски, гальмівні колодки та накладки	Послаблення кріплення, невідповідність зазорів	Заклинювання, втрата управління, ризик аварійної ситуації	Довжина, ширина, товщина, частота обертання
8	Шини	Невідповідність тиску та сезонності, знос протектора	Втрата управління, ризик аварійної ситуації	Геометричні параметри
9	Електроустаткування (акумулятор, генератор, стартер)	Замикання, порушення працездатності	Відмова, займання	Напруга, сила струму, щільність електроліту, герметичність

З табл. 2.2 видно, яких наслідків можуть призвести деякі види порушень

технічного стану АТЗ, а то й виконувати обов'язкових вимог щодо ТО і ПР, і навіть стежити за якістю використовуваних ЗЧ.

Контроль геометричних параметрів ЗЧ дозволить на першому етапі виявити відхилення (дефект) та запобігти попаданню неякісних ЗЧ у ремонт та подальшу експлуатацію, тим самим знизивши ризик виникнення відмов, сходів з лінії та аварійних ситуацій. Питання контролю фізико-хімічних властивостей матеріалу деталей на ПАТ у роботі не розглядалося через складність відомих методів контролю, високу вартість використовуваного обладнання, і як наслідок, недоцільність його застосування в умовах дрібнопартійних поставок.

Для АТЗ, середній вік яких перевищує нормований показник експлуатації (6 років) на 20-25% з урахуванням обсягу виконуваної ними роботи і якості ЗЧ, на ПАТ є великий статистичний матеріал за відмовами АТЗ.

Як один з вузлів, що впливають на безпеку руху, в роботі розглянуто карданну передачу. Конструкція карданного валу за останні десятиліття практично не змінилася, а навантаження, що діють на нього під час експлуатації, збільшились.

Наприклад, порушення балансування карданного валу може спричинити його руйнування і стати причиною перекидання АТЗ або втрати керованості.

Враховуючи ймовірність виробничих дефектів, а також помилки та неточності при складанні вузла, рекомендується перевіряти балансування навіть нових карданних валів перед їх встановленням. Особливо це стосується неоригінальної продукції та виробів від маловідомих виробників.

До контрольованих геометричних параметрів ЗЧ належать габарити деталей вузлів і агрегатів, зазори між їх елементами, сумарні кутові люфти, розміри кутів між площинами, осями, шорсткість поверхні, параметри зачеплень і з'єднань, дисбаланс, прогини.

Перевірка кожного в аналізованого параметра відповідним сертифікованим обладнанням дозволить скоротити ризик встановлення дефектних ЗЧ на ремонтвані АТЗ і знизити збитки та можливі наслідки.

## 2.7 Організація комплексної заміни деталей під час ремонту дефектних вузлів та агрегатів автотранспортних засобів

При встановленні дефектної деталі існує висока ймовірність пошкодження всього вузла та (або) агрегату. Тому, маючи на увазі можливі наслідки, ПАТ необхідно враховувати кілька варіантів організації заміни деталей під час ремонту вузлів та агрегатів АТЗ.

Розглянемо їх у порядку збільшення вартості та часу ремонту:

- заміна лише дефектної деталі;
- заміна сполучених деталей (найімовірніший);
- заміна груп деталей (випадок ДТП).

«Ефективність спільної заміни деталей під час ремонту оцінюється коефіцієнтом використання ресурсу деталі  $\beta_t$  та коефіцієнтом використання вартості групи деталей  $\beta_c$ ».

Коефіцієнт використання ресурсу деталі:

$$\beta_t = \frac{m_{x0}}{m_{xt}} \quad (2.29)$$

де  $m_{x0}$  - математичне очікування ресурсу групи деталей, що спільно замінюються;

$m_{xt}$  - математичне очікування ресурсу деталі при її роботі повністю.

Математичне очікування ресурсів визначається за таким виразом:

$$m_{xt} = \int_0^{\infty} L(x)_t dx, \quad (2.30)$$

$$m_{x0} = \int_0^{\infty} B D_0 dx = \prod_{i=1}^n L(x)_t dx.$$

Очевидною перевагою спільної заміни деталей на АТЗ є найбільш повне використання їх ресурсу. Чим більше деталей входить до групи, тим менше буде коефіцієнт використання їх ресурсу.

Середні витрати від недовикористання спільно замінюваних деталей визначаються наступним виразом:

$$\sum_{i=1}^n C_i (1 - \beta_i), \quad (2.31)$$

Важливою умовою ефективності аналізованої стратегії є зниження загальних витрат від недовикористання ресурсу деталей.

На підставі виразу (2.31) можна дати кінцеві рекомендації щодо формування групи деталей для їх спільної заміни під час ремонту рухомого складу на ПАТ:

- деталі, що впливають на безпеку експлуатації АТЗ, відмова яких призводить до великих витрат (пошкодження інших складових частин вузла та агрегату, вплив на простої в зоні ремонту, безпека рухомого складу) повинні проходити обов'язковий контроль якості;

- деталі, що не впливають на безпеку експлуатації АТЗ, відмова яких не призводить до великих витрат, можуть проходити контроль якості, за умов наявності сертифікатів відповідності при купівлі партії ЗЧ.

Ці рекомендації найбільшою мірою мають особливе значення для деталей, відмова яких носить раптовий (випадковий) характер (дефект під час виготовлення деталей, несправність через утворення невидимих втомних тріщин тощо). Заміна при ремонті не групи деталей, а лише однієї (дефектної), особливо, коли це стосується багаторазових заміни, може призвести до дуже серйозних наслідків у вигляді дорожньо-транспортної пригоди, додаткових витрат на придбання ЗЧ, а також до збільшення тривалості простою рухомого складу ремонт.

2.8 Моделювання потоків відмов деталей вузлів та агрегатів, що впливають на безпеку експлуатації автотранспортних засобів.

Як зазначалося вище, відмова однієї деталі у вузлі (агрегаті) часто призводить до відмови вузла (агрегату) в цілому, наслідки якого призводять до позапланового повернення з лінії або неможливості виходу на неї; до простоїв рухомого складу, як в очікуванні ЗЧ, так і в очікуванні ремонту; до збільшення ймовірності дорожньо-транспортних пригод. До таких відмов АТЗ відносяться відмови систем управління, таких як кермові механізми, тяги, підсилювачі, гальмівні циліндри (головний, робітники) з нормою пробігу до їх заміни на 30 тис. км.

Якщо рухомий склад ПАТ в основному експлуатується по одних і тих же маршрутах у будь-який час року, а також повністю використовує свою вантажопідйомність, то напруження, інтенсивність та умови експлуатації приймемо за однакові, але з урахуванням непередбачених факторів (дефект у деталях). Не можна стверджувати, що потік відмов у системах управління буде лінійною залежністю, тобто.  $\Delta t_1 \neq \Delta t_2 \neq \Delta t_3$  і т.д. Новий встановлений вузол починає свою експлуатацію в той момент, коли у попереднього вузла добіг кінця термін служби. Перший елемент відпрацює час  $\Delta t_1$ , другий -  $\Delta t_2$ , третій -  $\Delta t_3$  і т.д.

Випадкова ситуація, що складається в період експлуатації рухомого складу, у разі миттєвого відновлення працездатного стану системи управління, що відмовила шляхом заміни якого-небудь вузла, показана на рис. 2.7.



Рисунок 2.7 – Випадкова ситуація в період експлуатації рухомого складу



На рисунку 2.8 видно, що вузол системи управління починає свою роботу в момент часу  $t = 0$  і, відпрацювавши випадковий час  $\Delta t_{1k}$ , виходить з ладу в момент  $t_{1k} = \Delta t_{1k}$ . У цей момент вузол миттєво змінюють на новий, і він знову працює випадковий час  $\Delta t_{2k}$ . Через деякий час вузол рухомого складу знову виходить з ладу в момент  $\Delta t_{2k} = t_{1k} + t_{2k}$  і знову миттєво відновлюється (відбувається заміна).

Протягом напрацювання на деталі та вузли систем управління різною мірою впливають ті чи інші фактори, такі як стан дорожнього полотна; якості проведення ТО та ПР; якості що поставляються ЗЧ; температури довкілля; інтенсивність експлуатації; кваліфікації робочого персонал, відповідно інтервали часу між відмовами являють собою систему взаємно незалежних випадкових величин із щільностями розподілу напрацювань між відмовами.

У процесі експлуатації рухомого складу моменти відмов чи відновлень вузлів утворюють ряди чисел:

$$t_{pk} = \sum_{i=1}^p \Delta t_{ik} = \sum_{i=1}^{p-1} \Delta t_{ik} + \Delta t_{pk}, \quad (2.32)$$

де  $t_{ik}$  – напрацювання вузла до  $i$ -ї відмови в  $k$ -й період, годину;

$\Delta t_{ik}$  - напрацювання вузла між  $(i-1)$ -ми та  $i$ -м відмовами в  $k$ -й реалізації, год.,

Числа  $t_{1k}, t_{2k}, \dots, t_{pk}$  утворюють випадковий потік, що є відновлювальним процесом, який, як зазначалося вище, буде різним для вузлів систем управління і продовжується до списання рухомого складу [5].

Для дослідження надійності вузлів систем управління рухомого складу (як ремонтваних, так і неремонтваних) використовують три типи процесів:

1) простий, тобто коли всі функції розподілу напрацювань до першої і

між наступними відмовами  $F_i(t)$  рівні між собою, зустрічається вкрай рідко;

2) загальний, тобто коли вид функції розподілу напрацювання до першої відмови вузла, встановленого заводом-виробником, відрізняється від виду функцій розподілу напрацювань вузлів при наступних замінах на нові (відремонтовані), тобто  $F_i(t) \neq F_1(t)$ ,  $i = 2, 3, 4, \dots$ . Може виникнути у разі подальшого встановлення вузлів низької якості або ремонту.

3) складний (найпоширеніший), тобто коли всі функції розподілу  $F_i(t)$  різні через вплив великої кількості факторів, що змінюються на рухомий склад і, зокрема, на вузли.

Головною характеристикою відновного процесу є функція відновлення  $\Omega(t)$ , а також її диференціальна характеристика - щільність відновлення  $\omega(t)$ , що визначаються за формулами:

$$\Omega(t) = \sum_{n=1}^{\infty} F_n(t); \quad (2.33)$$

$$\omega(t) = \sum_{n=1}^{\infty} f_n(t). \quad (2.34)$$

де  $f_n(t)$  та  $F_n(t)$  - відповідно щільність та функція розподілу напрацювання до  $n$ -го відмови.

У тому випадку, коли напрацювання між відмовами незалежні один від одного, функції розподілу  $F_n(t)$  напрацювань до  $n$ -ї відмови знаходяться шляхом послідовного застосування математичних операцій для суми двох випадкових величин:

$$F_n(t) = F_{n-1}(t) \cdot F(\Delta t_n) = \int_0^t F_{n-1}(t - \Delta t) \cdot dF(\Delta t) \quad (2.35)$$

Необхідно врахувати, що складність одержання аналітичних виразів для  $\Omega(t)$  та  $\omega(t)$  за формулами (2.33), (2.34) у тому, що вираз (2.34) лише деяких законів розподілу обчислюється у кінцевому вигляді. Застосовувати аналітичні способи розрахунку щільності  $\omega(t)$  та функції відновлення  $\Omega(t)$  не рекомендується, оскільки необхідна математична формалізація стратегій відновлення працездатності рухомого складу, що використовуються, є досить складною операцією, зокрема через необхідність урахування безлічі факторів, які впливають на заміну вузлів у рухомому складі. З урахуванням цих умов найбільш ефективним методом розрахунку  $\Omega(t)$  та  $\omega(t)$  є метод Монте Карло, при якому розрахунок провідної функції і параметра потоку відмов вузлів у випадках простого, загального або складного процесів здійснюється таким чином.

Відповідно до загальноприйнятих законів розподілу напрацювань елементів (вузлів систем управління) із застосуванням формул перетворення моделюються ряди випадкових величин між  $i$ -ми відмовами. Розмірність кожного ряду дорівнює  $N$ .

Потім розраховуються значення напрацювань до  $i$ -ї відмови:

$$t_{ik} = t_{(i-1)k} + \Delta t_{ik} \quad (2.36)$$

де  $i$  - номер фактора ризику (відмови);

$k$  - кількість факторів при моделюванні;

Отримані випадкові величини напрацювань групуються за часовими інтервалами.

Параметр та провідна функція потоку відмов вузлів систем управління в  $j$ -му часовому інтервалі визначаються за такими формулами:

$$\omega_j(t) = \sum_{i=1}^p \frac{n_{ij}}{\Delta t \cdot N} = \frac{n_j}{\Delta t \cdot N}; \quad (2.37)$$

$$\Omega_j(t) = \sum_{j=1}^h \sum_{i=1}^p n_{ij} = \frac{S_j}{N}, \quad (2.38)$$

де  $n_{ij}$  - число влучень випадкового напрацювання до  $i$ -ї відмови  $t_{ik}$  в  $j$ -й часовий інтервал ( $j = \overline{1, h}$ ) за  $N$  реалізацій.

$$n_j = \sum_{i=1}^p n_{ij} \quad (2.39)$$

$$\sum_{j=1}^h \sum_{i=1}^p n_{ij} = \begin{cases} S_1 = n_1; \\ S_2 = n_1 + n_2; \\ \dots; \\ S_h = n_1 + n_2 + \dots + n_j + \dots + n_h. \end{cases} \quad (2.40)$$

де  $h$  – максимальна кількість інтервалів часу.

Далі визначаються залежності безвідмовності систем АТЗ від рівня дефектності в партіях ЗЧ (рис. 2.8).

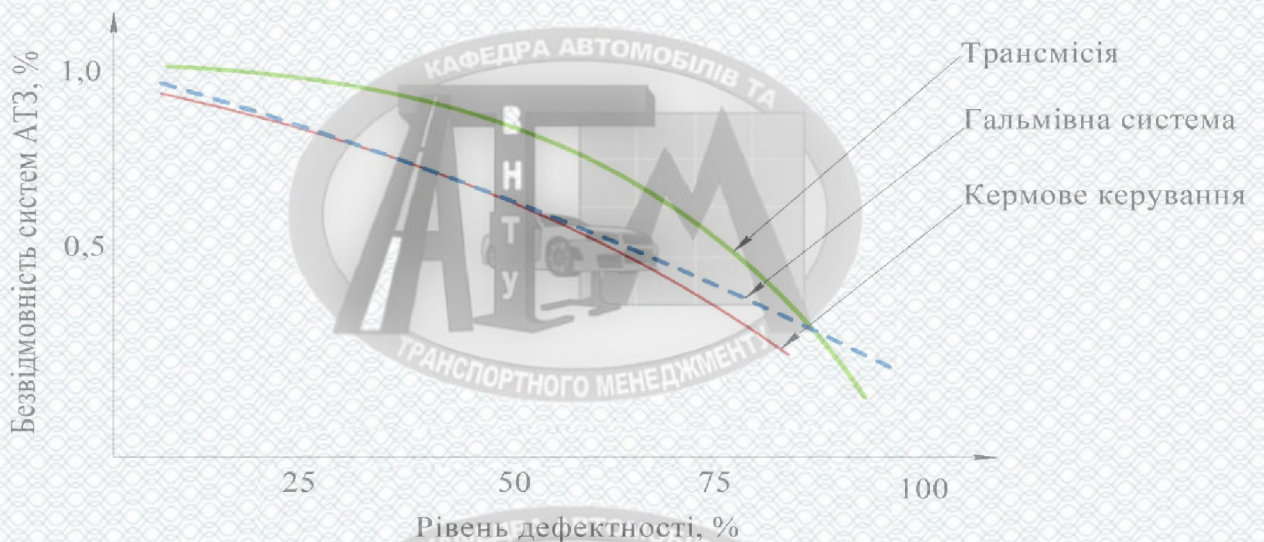


Рисунок 2.8 - Залежність безвідмовності систем АТЗ від рівня дефектності у партіях ЗЧ

Графіки показують падіння показників безвідмовності АТЗ загалом, незалежно від того у яких вузлах (системах) виявлено дефектні ЗЧ.

Ця методика є найбільш ефективною, оскільки дозволяє математично формалізувати застосовувані стратегії відновлення працездатного стану рухомого складу і враховує безліч факторів, таких, як технологічні, експлуатаційні та ін., що впливають на заміну вузлів систем керування рухомого складу. Це важлива умова безперебійного функціонування рухомого складу, чому сприяє грамотна робота МТО ПАТ.

## 2.9 Висновки до розділу 2

1. Обґрунтовано необхідність наявності на підприємстві автомобільного транспорту вхідного контролю якості запасних частин запровадженням обмежень щодо ризиків від ймовірності пропуску дефектних запасних частин, а також вибір досліджуваних запасних частин та їх контрольовані параметри. Контроль якості запасних частин дозволить знизити витрати на придбання їх на 30-40 %.

2. Висунуто гіпотезу про те, що ефективність наявності на підприємстві автомобільного транспорту вхідного контролю якості запасних частин залежить від кількох ключових факторів, до яких належать: витрати на вхідний контроль, розмір партії, що купується, і ризики, пов'язані з ймовірністю потрапляння дефектних запасних частин і прийняття помилкових рішень .

3. Розроблено математичну модель впливу якості запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту, що відрізняється врахуванням величини збитків через встановлення дефектних запасних частин. Модель відрізняється можливістю застосування її для розрахунків загальних витрат на будь-яких транспортних підприємствах із різними видами транспортних засобів.

4. Оцінка ризику постачальника у вигляді ймовірності прийняття помилкових рішень доводить, що частина запасних частин, визнаних дефектними, виявилася придатною для подальшої експлуатації, і навпаки, частина запасних частин з обороту не відповідає значенням нормативно-технічної документації, встановлення яких на автотранспортні засоби має бути заборонено.

5. На основі створеної математичної моделі розроблено методику оцінки ризику виникнення відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин, що відрізняється врахуванням комплексу імовірнісних факторів, у тому числі величини збитків від дорожньо-транспортних пригод та збитків, обумовлених зниженням інтенсивності експлуатації автотранспортних засобів. коштів. Ризик виникнення аварійної ситуації визначає ефективність вибору постачальника запасних частин з урахуванням контролю якості.

6. Для перевірки гіпотези про вид математичної моделі, а також визначення чисельних значень її параметрів необхідно провести експериментальні дослідження.

7. Теоретично встановлено вплив наявності дефектів запасних частин на техніко-експлуатаційні показники підприємства автомобільного транспорту. Необхідно ввести критерій обліку ризику відмови автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин, оскільки навіть за малої ймовірності наявності дефектів у запасних частинах контроль якості для підприємства автомобільного транспорту необхідний запобігання можливих наслідків, особливо у деталей, які впливають безпеку експлуатації автотранспортних засобів.



### 3 РОЗРАХУНКОВО - ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТЕЙ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ РУХОМОГО СКЛАДУ ТОВ «ГРІН КУЛ»

#### 3.1 Загальна методика розрахунково-експериментальних досліджень

Метою розрахунково-експериментальних досліджень є визначення чисельних значень параметрів математичної моделі, оцінка ризику виникнення відмов АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ, що впливають на безпеку, визначення ймовірності прийняття помилкових рішень при контролі якості ЗЧ, а також підвищення КТГ парку ПАТ та, отже, підвищення ефективності експлуатації автомобільного транспорту.

Даний розділ присвячений на вирішення наступних завдань:

- обґрунтування необхідності вхідного контролю якості ЗЧ на ПАТ;
- оцінка ризиків виникнення відмов АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ, що впливають на безпеку експлуатації АТЗ;
- визначення ймовірності прийняття помилкових рішень під час контролю якості ЗЧ;
- перевірка припущення щодо ефективності наявності на ПАТ вхідного контролю якості ЗЧ;
- визначення чисельних значень параметрів математичної моделі відповідно витрат, що визначаються якістю використовуваних ЗЧ.

Розрахунково-експериментальні дослідження проводилися з метою збирання та аналізу даних для встановлення параметрів математичної моделі впливу якості ЗЧ на показники ефективності роботи ПАТ, а також практичної апробації результатів теоретичних досліджень.

Робота виконувалася з огляду на можливість отримання статистичних даних про експлуатацію рухомого складу та використання ЗЧ в п'ять етапів на ТОВ «ГРІН КУЛ» м. Вінниця.

Перший етап - аналіз статистичних даних щодо парку АТЗ та умов їх

експлуатації.

Другий етап - аналіз статистичних даних щодо відмов АТЗ та факторів, що впливають на їх надійність.

Третій етап – аналіз інформації про ЗЧ, що впливають на безпеку експлуатації АТЗ.

Четвертий етап – обробка результатів експериментальних досліджень та їх аналіз.

П'ятий етап – формування висновків за отриманими результатами.

Схема загальної методики розрахунково-експериментальних досліджень наведена на рисунку 3.1.

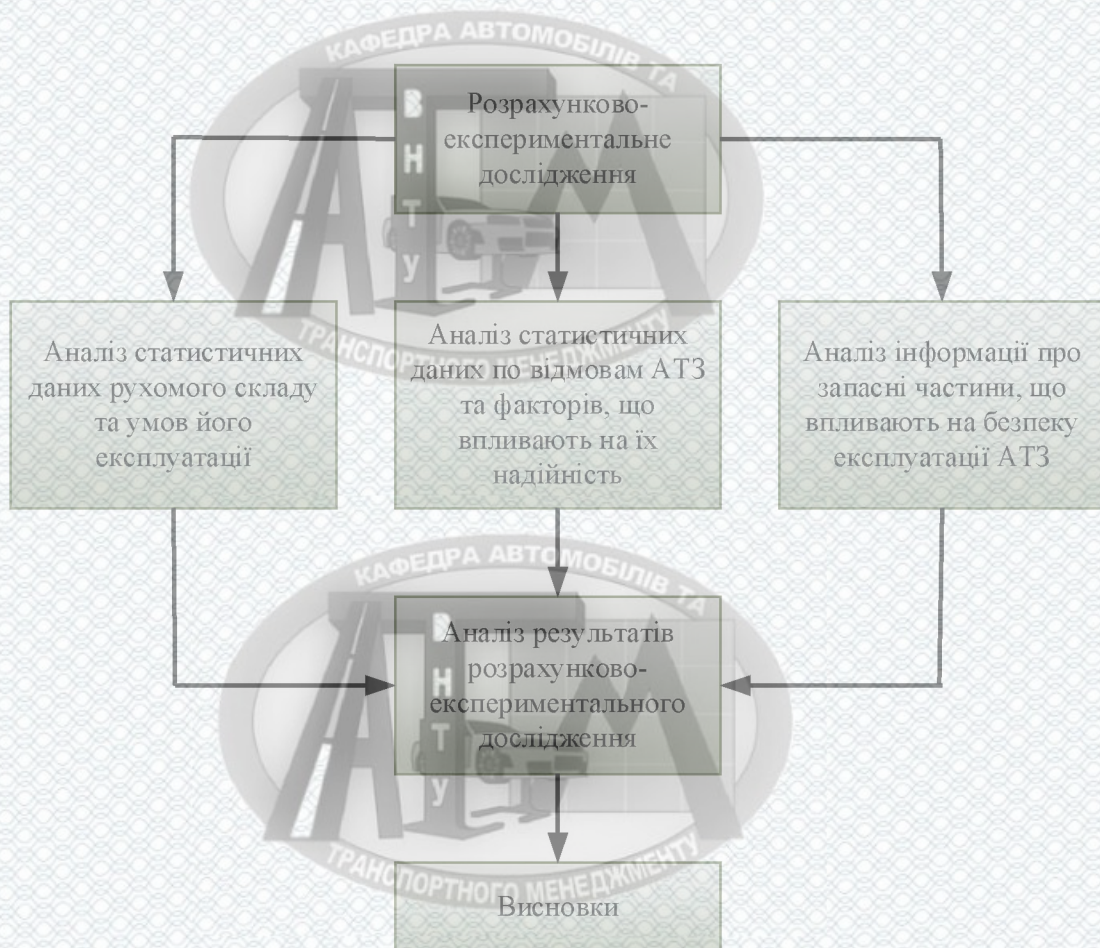


Рисунок 3.1 – Загальна методика розрахунково-експериментальних досліджень

Збір та аналіз даних по рухомому складу Аналіз статистичних даних щодо експлуатації автотранспортних засобів ТОВ «ГРІН КУЛ» дозволив



сформувати необхідну для подальших досліджень інформацію: марка, модель АТЗ, його вік та пробіг, а також умови, в яких експлуатувалися АТЗ.

Джерелом отримання такої інформації послужили зони ТО та ПР, служба МТО, результати аналізу умов експлуатації АТЗ, а також існуючий фонд ЗЧ. Статистичний матеріал отримано з січня 2017р. до грудня 2022 р. (табл. 3.1) на ТОВ «ГРІН КУЛ» м. Вінниця.

Таблиця 3.1 – Аналіз експлуатаційних показників рухомого складу ТОВ «ГРІН КУЛ»

Показники	Рік					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1 Середній вік парку років	15	15	16	16	15	16
2 Середньодобовий пробіг, км	177	183	179	189	193	171
3 Загальнорічний пробіг, тис. км	10836,6	11434,1	10342,3	10087,2	8800,4	9201,1
4 Режим роботи на лінії, год	12,4	12,1	12,0	12,0	12,0	12,0
5 Автодні в ремонті, авто-дні	7213	6963	5356	6244	6087	6302

Вікова структура парку істотно впливає на показники роботи ПАТ, на періодичність ТО, кількість відмов на лінії та потребу у ЗЧ.

Як правило, ПАТ має АТЗ зі значною відмінністю віку, що вимагає визначати потребу у ЗЧ та технічних впливах окремо за кожною віковою групою.

Аналіз вікової структури парку ТОВ «ГРІН КУЛ» виявив, що понад 64% автомобілів перебувають в експлуатації понад 10 років.

Інформація, отримана шляхом збору статистичних даних, піддавалася подальшій обробці та статистичному аналізу.

3.2 Методика прогнозування обсягів робіт з технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів з урахуванням ризику виникнення дефектів у запасних частинах

Дослідженнями впливу вікової структури вантажного автомобільного транспорту на показники надійності встановлено, що їх середній вік за минулі

7 років збільшився на 4,2%.

Аналіз відмов і несправностей автомобілів, що проводиться на основі даних ТОВ «ГРІН КУЛ», підтвердив ситуацію, що склалася.

За 2022 рік було зареєстровано 2941 відмову на лінії автомобілів, враховуючи, що більшість відмов призвели до невиконання змінних завдань, це призвело до значних фінансових втрат для підприємства. Значна кількість відмов пов'язані з перевищенням нормативних термінів експлуатації рухомого складу, і з установкою дефектних деталей. Це одна з вагомих причин запровадження контролю якості використовуваних ЗЧ на ПАТ.

Незважаючи на щорічне скорочення рухомого складу на 4 - 5% помітно, що кількість відмов, простоїв та заявок на ремонт не меншає, що пояснюється збільшенням вікової структури парку, пробігів з початку експлуатації, а також відсутністю закупівель нових автомобілів.

На рисунку 3.2 представлено діаграму, що ілюструє залежність інтенсивності відмов системи кермового керування автомобілів від віку транспортних засобів.

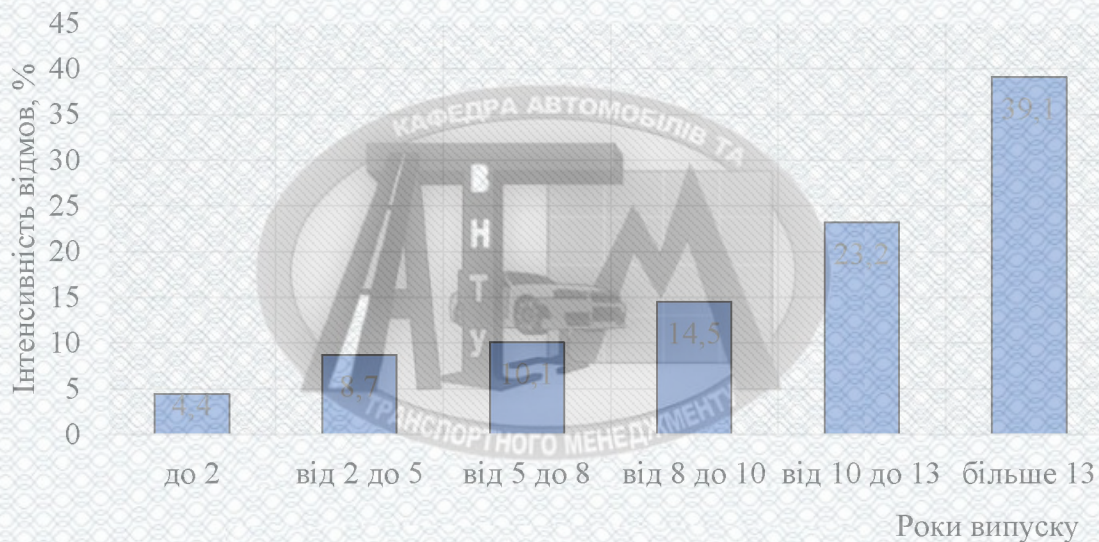


Рисунок 3.2 - Залежність інтенсивності відмов системи кермового керування автомобілів ТОВ «ГРІН КУЛ» від віку АТЗ

Далі показано графік ймовірності відмов системи керування автомобілів залежно від річного пробігу, віку та умов експлуатації (рис. 3.3).

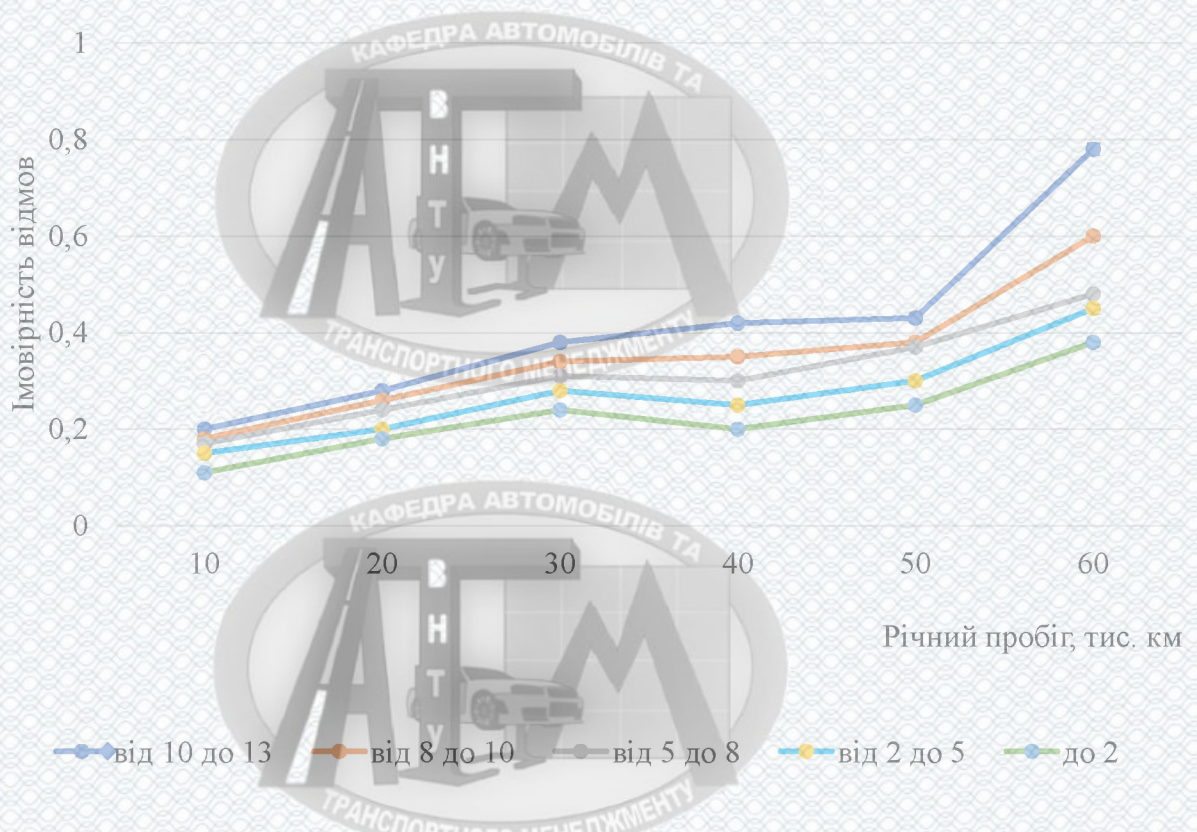


Рисунок 3.3 - Графіки залежності ймовірностей відмов системи кермового керування автомобілів ТОВ «ГРІН КУЛ» від річного пробігу

Як очевидно з рисунка 3.3, ймовірність відмов системи управління на пробігу 25 - 40 тис. км помітно відрізняється від теоретичної ймовірності відмов (не враховує «вік» парку, умов експлуатації тощо), що пояснюється важкими умовами при змішаній експлуатації АТЗ.

У таких умовах існуюча виробничо-технічна база (ВТБ) не в змозі забезпечити працездатність усіх автомобілів. І це помітно позначається на безпеці пасажирських перевезень.

У цій ситуації необхідно розширювати, причому випереджаючими темпами потужності виробничо-технічної бази (ВТБ) ТОВ «ГРІН КУЛ».

Для грамотної реалізації цього процесу необхідно, по-перше, на основі статистики, що ведеться на підприємстві, спрогнозувати темпи зростання

купівлі нових автомобілів, по-друге, спрогнозувати перспективу зміни трудомісткості робіт з обслуговування та ремонту автомобільної техніки на підприємстві.

Розрахунок загальної трудомісткості робіт (3.1) по ТО та ПР рухомого складу в прогнозованому періоді виконаний за формулою:

$$T_Z = \sum_{i=1}^N N_i^{АТП} \cdot t_i, \quad (3.1)$$

де  $N_i^{АТП}$  - чисельність автомобілів  $i$ -ї марки, що обслуговуються на АТП;

$t_i$  - трудомісткість ТО та ПР автомобілів  $i$ -ї марки;

$k_{ci}$  - коефіцієнт складності конструкції автомобіля  $i$ -ї марки, що враховує збільшення трудомісткості робіт з ТО та ПР кожної нової моделі.

Очевидно, що загальна чисельність  $N$  автомобілів (3.2) є різницею між їх числом, куплених у поточному ( $N_{ni}^j$ ) календарному та минулих ( $N_{ci}^{j-1}$ ) роках та числом списаних за той же період ( $N_{ci}^j$ ) та ( $N_{ci}^{j-1}$ ):

$$N_i = N_{ni}^j + N_{ni}^{j-1} - N_{ci}^{j-1}. \quad (3.2)$$

Оскільки несправності рухомого складу можуть виникати раптово, то  $N_i^{СТОА}$  слід підраховувати за формулою  $N_i^{ПАТП} = \varphi \cdot N_i$ , в якій  $\varphi$  - коефіцієнт, що враховує ймовірність заїздів автомобілів на обслуговування та (або) ремонт.

Отже, загальна трудомісткість робіт з ТО та ПР у прогнозованому періоді складе (3.3):

$$T_Z = \sum_{i=1}^N \varphi \left( N_{ni}^j + N_{ni}^{j-1} - N_{ci}^{j-1} \right) \cdot t_i \cdot k_{ci}, \quad (3.3)$$

Все викладене вище дозволяє визначити не тільки значення трудомісткості робіт з ТО та ПР, що виконуються на АТП, а й коефіцієнти  $k_{np}$  приросту обсягів даних робіт (3.4):

$$k_{np} = \frac{T^T}{T^П} \quad (3.4)$$

де  $T^T$  і  $T^П$  - обсяги робіт з ТО та ПР автомобілів, виконаних АТП відповідно у попередньому та очікуваних у поточному році.

Подана методика дозволяє спрогнозувати обсяги робіт з ТО та ПР автомобілів з урахуванням ризику встановлення дефектних ЗЧ, що необхідно для ефективної роботи рухомого складу підприємства.

### 3.3 Аналіз факторів, що впливають на імовірність відмови автотранспортних засобів

Аналіз наявної інформації щодо відмов вузлів та агрегатів АТЗ показав, що такі фактори як інтенсивність експлуатації, якість ТО та ПР, кліматичні умови мають найбільший вплив на надійність АТЗ ТОВ «ГРІН КУЛ».

Повна статистика з відмов формується в базі даних служби МТО АТП та в журналах обліку ТО та ПР, які заповнює майстер зони з ТО та ПР. Відстежувалися деталі (вузли, агрегати), замінені в гарантійний період, а також наявність дефектів.

Несправності деталей вузлів трансмісії, гальмівної системи, системи управління, а також елементів електрообладнання приділено найбільшу увагу, оскільки їх відмови безпосередньо впливають на безпеку експлуатації АТЗ.

За кількістю відмов зчеплення (17%) та коробки передач (8,8%) займають перші місця серед вузлів трансмісії міських автомобілів.

У гальмівних системах – це часта заміна гальмівних колодок, дисків,

шлангів.

У кермовому управлінні найчастіше схильні до несправностей рульові механізми, колонки, вали.

Найбільш ймовірними причинами відмов елементів електроустаткування є перегорання запобіжників та ламп, окислення контактів, замикання.

Поточних ремонтів у період експериментальних досліджень було зроблено 28152 рази та замінено 41365 деталей вузлів та агрегатів.

Дослідження дозволили виявити особливості розподілу відмов деталей вузлів та агрегатів АТЗ.

Найменш довговічними елементами у зчепленні є фрикційні накладки. На натискному диску «прогинаються» пелюстки, внаслідок чого утруднюється вижимання, що веде до повної відмови зчеплення. Тріщини на вилках зчеплення є також поширеною причиною відмов.

Частими причинами відмов коробок є знос шестерень першої, другої передачі та синхронізаторів - 84 %.

У карданних передачах велика частка несправностей посідає хрестовини (94%).

Далі за кількістю відмов слідує задній і передній мости (8,44%) та колеса (5,23%).

Таким чином, на підставі проведених досліджень експлуатаційної надійності, виявлено деталі вузлів трансмісії, що лімітують надійність автомобілів.

Також на основі статистичних даних, наявних на ТОВ «ГРІН КУЛ», встановили види відмов вузлів та агрегатів та АТЗ загалом:

- поступові відмови - 57%;
- раптові відмови - 22%;
- відмови, пов'язані з наявністю дефектних ЗЧ – 14 %;
- інші причини – 7 %.

Аналіз даних про відмови та несправності АТЗ проводився за такими

основними ознаками:

- кількість відмов АТЗ на лінії, прим.;
- кількість простоїв АТЗ у ремонті, авто-дні.

На рис. 3.4 наведено графік динаміки відмов та простоїв АТЗ за 2016-2020 роки.

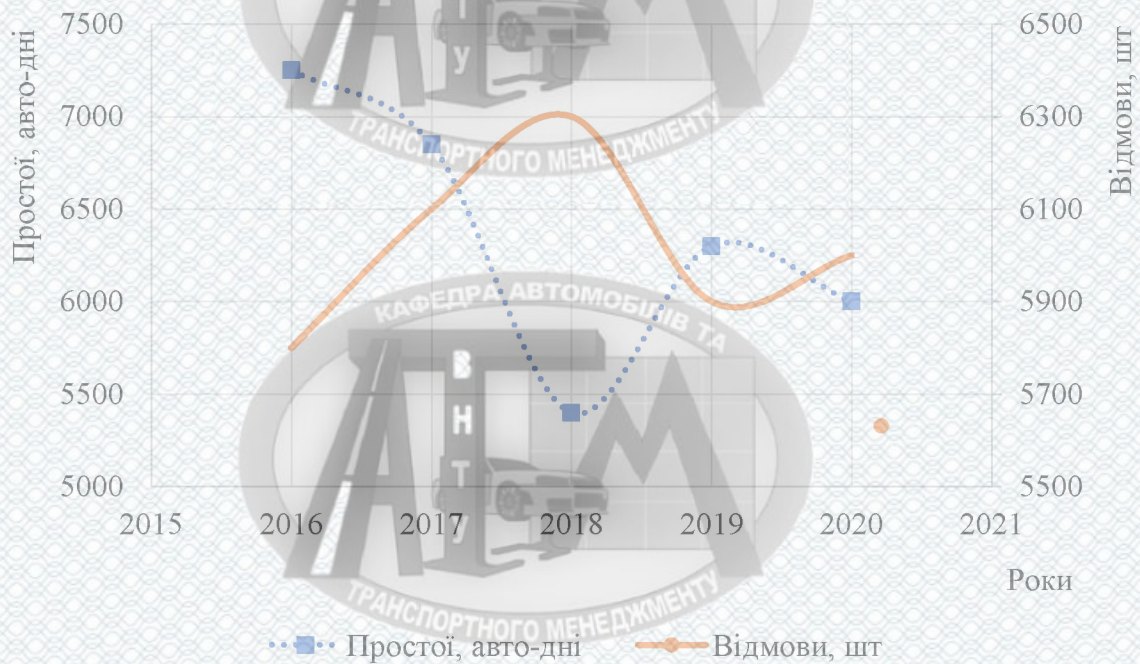


Рисунок 3.4 - Графік динаміки відмов АТЗ на лінії та простоїв у ремонті

Однією з причин простоїв АТЗ у ремонті є очікування на необхідні ЗЧ (14 %).

Незважаючи на щорічне скорочення парку АТЗ на 4-5 %, встановлено, що кількість відмов та простоїв не меншає, що пояснюється збільшенням вікової структури парку, пробігів з початку експлуатації, а також повільним оновленням парку.

В ході експериментальних досліджень отримано залежність кількості відмов елементів автомобілів від їх віку на прикладі карданних валів, трансмісії в цілому, гальмівної системи, кермового керування та електроустаткування (рис. 3.5-3.9).

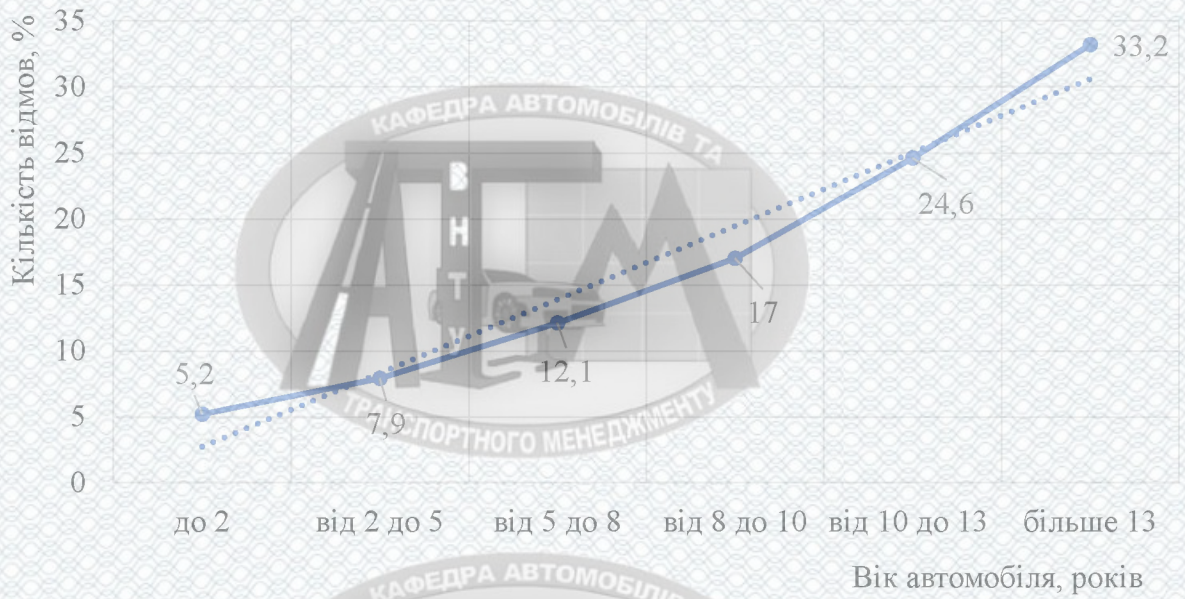


Рисунок 3.5 – Залежність кількості відмов карданного валу від віку автомобіля

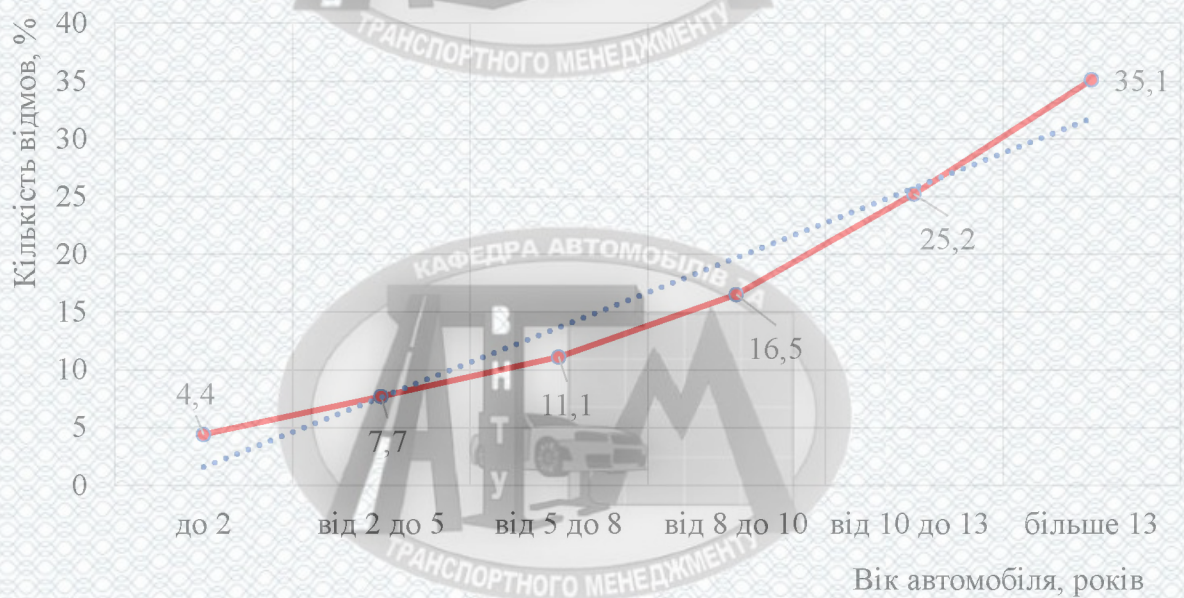


Рисунок 3.6 – Залежність кількості відмов вузлів трансмісії від віку автомобіля



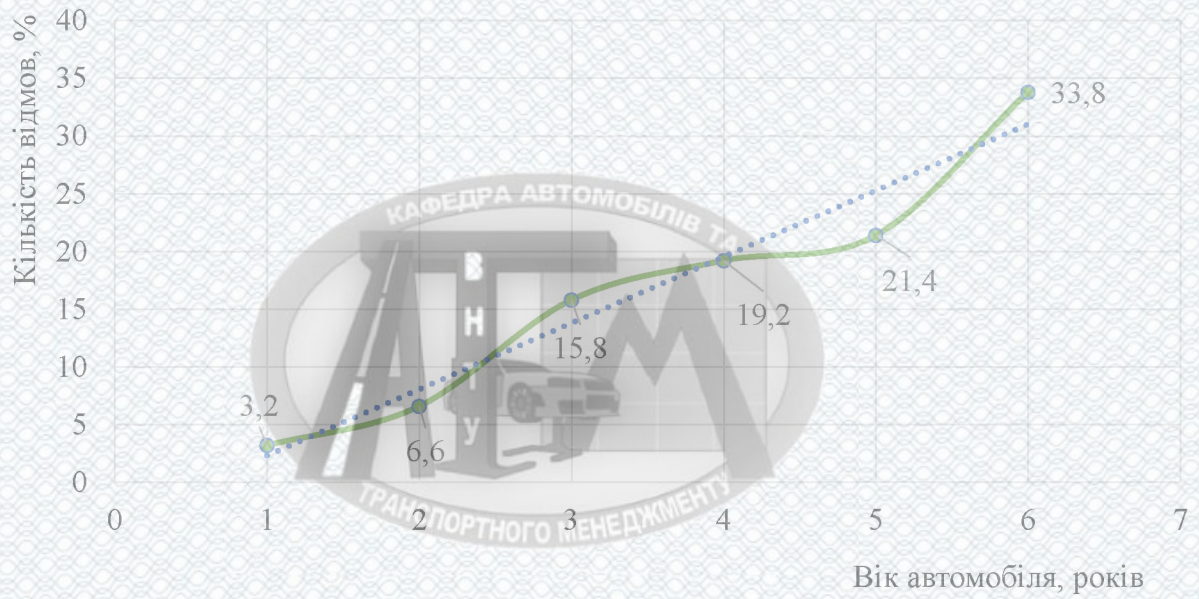


Рисунок 3.7 – Залежність кількості відмов гальмівної системи від віку

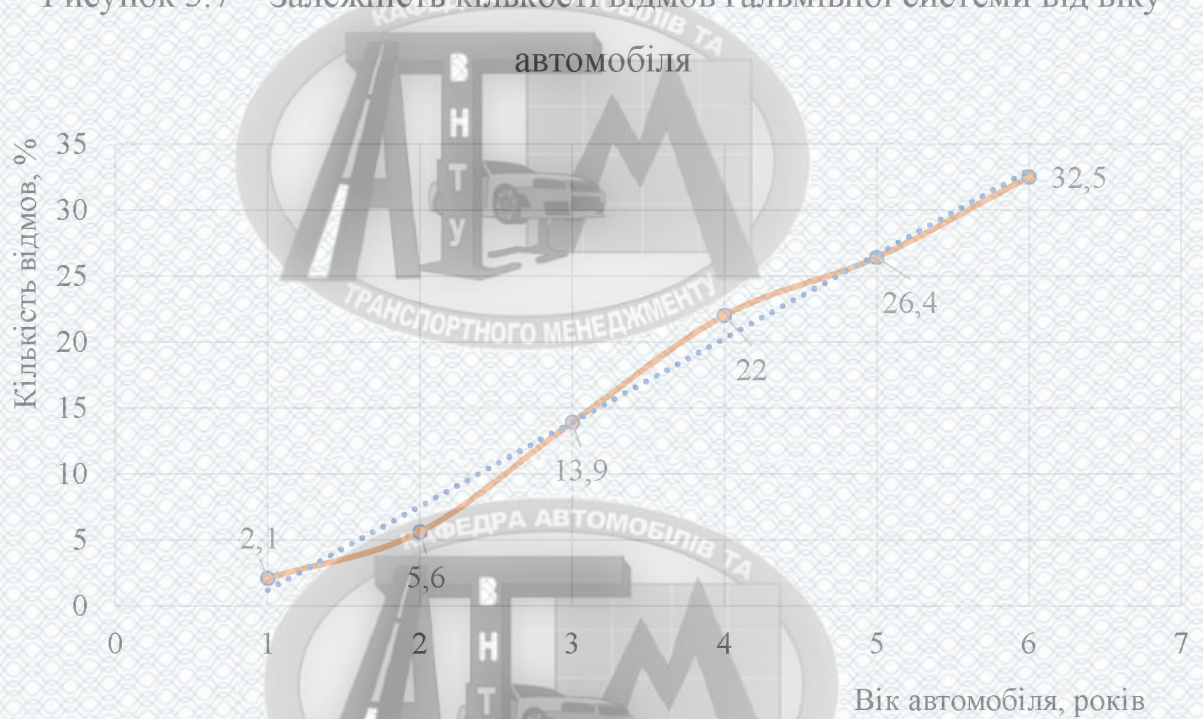


Рисунок 3.8 - Залежність кількості відмов кермового керування від віку автомобіля



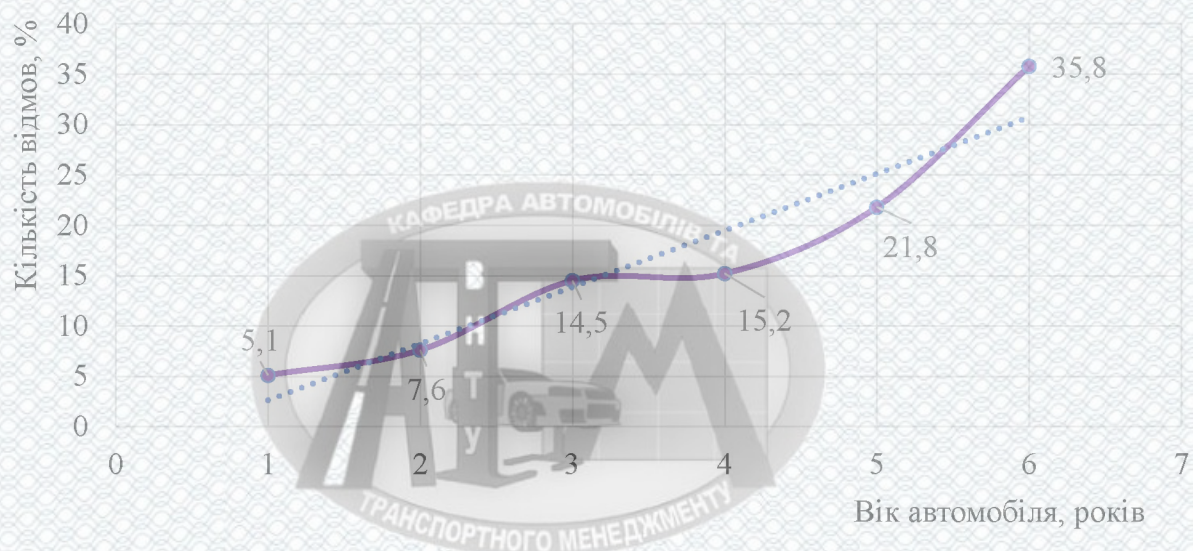


Рисунок 3.9 - Залежність кількості відмов елементів електроустаткування від віку автомобіля

Результати наведених залежностей зведені в таблицю 3.2, таким чином, доведено вплив збільшення віку АТЗ збільшення інтенсивності його відмов, незалежно від виду досліджуваного елемента.

Результати аналізу актів прийому на ремонт та заміни деталей (вузлів, агрегатів) на ТОВ «ГРІН КУЛ» зведено до таблиці 3.3.

Виходячи з таблиці 3.3 видно, що основна частка відмов відноситься до поступових (близько 60%), а до раптових близько 23%. Відмови внаслідок дефектів у ЗЧ можуть відноситися і до перших, і до інших видів. Раптові відмови є прямим ризиком виникнення аварійних ситуацій. Решта відмов (17%) відбувається через низку інших причин, на які неможливо вплинути.

3.4 Аналіз інформації про запасні частини, що впливають на безпеку експлуатації автотранспортних засобів

Різномарність АТЗ, їх кількість, середньорічні пробіги, умови експлуатації, а також безліч ремонтних послуг дає можливість отримати більш достовірні статистичні дані про потребу в ЗЧ у повному обсязі.

Таблиця 3.2 - Результати встановлення залежностей кількості відмов елементів автомобілів від їхнього віку

Найменування досліджуваного елемента	Вік автобусу, рік	Кількість відмов, %	Рівняння регресії	R <sup>2</sup>
1	2	3	4	5
1 Карданний вал	до 2	5,2	$y = 5,5714x - 2,8333$	0,9604
	від 2 до 5	7,9		
	від 5 до 8	12,1		
	від 8 до 10	17,0		
	від 10 до 13	24,6		
	понад 13	33,2		
2 Трансмсія	до 2	4,4	$y = 6,04x - 4,4733$	0,9465
	від 2 до 5	7,7		
	від 5 до 8	11,1		
	від 8 до 10	16,5		
	від 10 до 13	22,2		
	понад 13	35,1		
3 Гальмівна система	до 2	3,2	$y = 5,7371x - 3,4133$	0,9508
	від 2 до 5	6,6		
	від 5 до 8	15,8		
	від 8 до 10	19,2		
	від 10 до 13	21,4		
	понад 13	33,8		
4 Рульове керування	до 2	2,1	$y = 6,2857x - 5,3333$	0,9938
	від 2 до 5	5,6		
	від 5 до 8	13,9		
	від 8 до 10	19,5		
	від 10 до 13	26,4		
	понад 13	32,5		
5 Електроустаткування	до 2	5,1	$y = 5,6229x - 3,0133$	0,8993
	від 2 до 5	7,6		
	від 5 до 8	14,5		
	від 8 до 10	15,2		
	від 10 до 13	21,8		
	понад 13	35,8		

Таблиця 3.3 - Дані про кількість та види відмов АТЗ

Рік	Середньомісячний пробіг, км	Кількість відмов, прим.	Поступові/раптові відмови, %
2016	35411	5800	68/22
2017	36545	6090	66/24
2018	36015	6135	63/27
2019	37845	5907	60/20
2020	39832	6081	57/22

Дослідження, проведені на ТОВ «ГРІН КУЛ», дозволили виявити частки дефектних ЗЧ, ймовірності ухвалення помилкових рішень, а також ризики виникнення відмов та аварійних ситуацій.

Зібрано та проаналізовано інформацію про витрати на придбання ЗЧ (рис. 3.10), втрати прибутку ТОВ «ГРІН КУЛ» через простой АТЗ, величину шкоди від ймовірності дефектів у ЗЧ для подальшого формування математичної моделі визначення витрат, що визначаються якістю використовуваних ЗЧ, а також її практичної апробації.

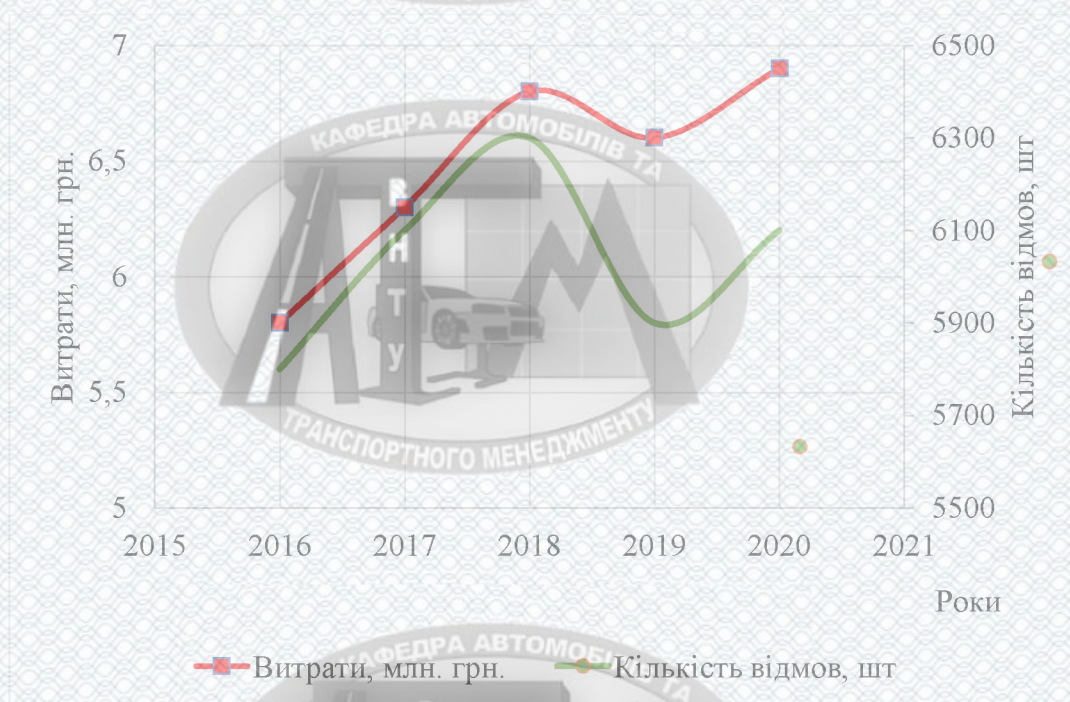


Рисунок 3.10 - Залежність витрат на придбання ЗЧ та кількість відмов за роками на ТОВ «ГРІН КУЛ»

Щорічне зростання витрат пов'язане не тільки зі збільшенням кількості відмов через старіння АТЗ, а й із підвищенням цін на ЗЧ. З 2016 року до 2020 року зростання витрат на АТЗ ТОВ «ГРІН КУЛ» склало 12%.

Для прийняття правильного рішення про наявність (відсутність) дефектів у ЗЧ у процесі контролю необхідно мати інформацію про нормативні значення контрольованих параметрів (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Нормативні значення контрольованих параметрів технічного стану вузлів автомобілів

Контрольований параметр технічного стану	Отримане значення (норматив)
Вільний хід педалі гальма	0,9 мм (0,6 - 0,9 мм)
Зазор між гальмівними накладками та барабанами передніх коліс	<u>1,1 мм</u> (0,6 - 0,9 мм)
Зазор між гальмівними накладками та барабанами задніх коліс	<u>0,8 мм</u> (0,4 - 0,6 мм)
Сумарний кутловий люфт карданної передачі	<u>0,6 град</u> (0,1 - 0,3 град)

Отримані в ході досліджень значення проміжків між гальмівними накладками і барабанами коліс, а також сумарний кутловий люфт карданної передачі відрізняються від нормативних значень на 12-16%. Причиною може бути якість ТО та ПР, а також якість встановлюваних ЗЧ.

Скорочення ресурсу вузлів і агрегатів після першого і наступних ремонтів пояснюється також частковою заміною деталей, що тільки відмовили, невідповідність параметрів яких впливає на надійність інших, особливо сполучених.

Після 27000 км експлуатації з'явилася тріщина на вилці зчеплення із ресурсом рівним 100000 км, причиною чого є якість матеріалу деталі та умови експлуатації. Хрестовина при досягненні пробігу 14000 км, «розбила» з'єднання карданного валу. При встановленні амортизатора виявилось, що діаметр вушка не відповідає нормативному розміру, внаслідок чого утворився зазор розміром 4 мм. Однією з причин нерівномірного зношування гальмівних дисків є дисбаланс.

Такі наслідки підтверджують необхідність організації на ПАТ вхідного контролю за якістю використовуваних ЗЧ.

### 3.5 Визначення чисельних значень параметрів запропонованої математичної моделі

Як приклад вибрано сідельні тягачі марки DAF, фактичний вік яких перевищує нормований показник експлуатації (6 років) на 25 %, а, з урахуванням обсягу (пробіг, км) виконуваної ними роботи та якості ЗЧ, що впливають на безпеку експлуатації АТЗ, є представницький статистичний матеріал, необхідний для досліджень та подальших висновків.

Досліджувані сідельні тягачі марки DAF є однорідною вибіркою (практично однаковий вік та початковий пробіг, а також умови експлуатації).

Дослідження виконано з прикладу карданних валів (10 прим. вартістю 19,5 тис. грн. за одиницю) автомобілів DAF.

Витрати на контроль якості карданних валів:

$$(C_{\text{КК}} = \frac{C_{\text{ПО}} + C_{\text{ОК}}}{T} + C_{\text{ЗПР}} = \frac{240 + 28}{5} + 21,4 = 75,0 \text{ тис. грн.}$$

Витрати на придбання обладнання для контролю якості ЗЧ та витрати на обслуговування та калібрування обладнання не є постійними.

Не менш важливою умовою є прийняття на роботу кваліфікованого персоналу з виконання ТО та Р та водіїв АТЗ.

Величина збитків через встановлення дефектних ЗЧ у нашому випадку склала:

$$C_{\text{У}} = (D_{\text{ЕКС}} \cdot D_{\text{ПРІ}} \cdot P_{\text{ПРІ}} + Z_{\text{РІ}} + Z_{\text{ДТП}} \cdot P_{\text{ДТП}}) \cdot \mu_i = 5,1 + 40,9 + 224,0 = 270 \text{ тис. грн.}$$

У грошовому еквіваленті величина збитків може змінюватись від кількох тисяч до кількох мільйонів гривень залежно від можливих наслідків.

При запровадженні контролю за якістю безвідмовність підвищується, відповідно знижується ризик аварійних ситуацій.

Проведено порівняльну оцінку витрат за відсутності та наявності контролю партії карданних валів на ТОВ «ГРІН КУЛ» (рис. 3.11).



Рисунок 3.11 - Порівняльна оцінка витрат за відсутності та наявності контролю партії карданних валів на ТОВ «ГРІН КУЛ»

Загальні витрати при контролі карданних валів майже в 3 рази менші (270/94,5), ніж без його проведення.

Розроблена математична модель також реалізована щодо елементів гальмівної системи автомобілів.

Враховуючи ймовірність виробничих дефектів, рекомендується перевіряти геометричні параметри і балансування як нових, так і гальмівних дисків, що експлуатувалися перед установкою.

Дослідження виконано для гальмівних дисків (140 шт. вартістю 4,8 тис. грн. за одиницю) автомобілів DAF.

Витрати для математичної моделі для вузлів гальмівної системи розраховані аналогічно до витрат на карданні вали та інші вузли АТЗ.

Порівняльна оцінка витрат за відсутності та наявності контролю партії гальмівних дисків на АТ ТОВ «ГРІН КУЛ» представлена рис. 3.12.

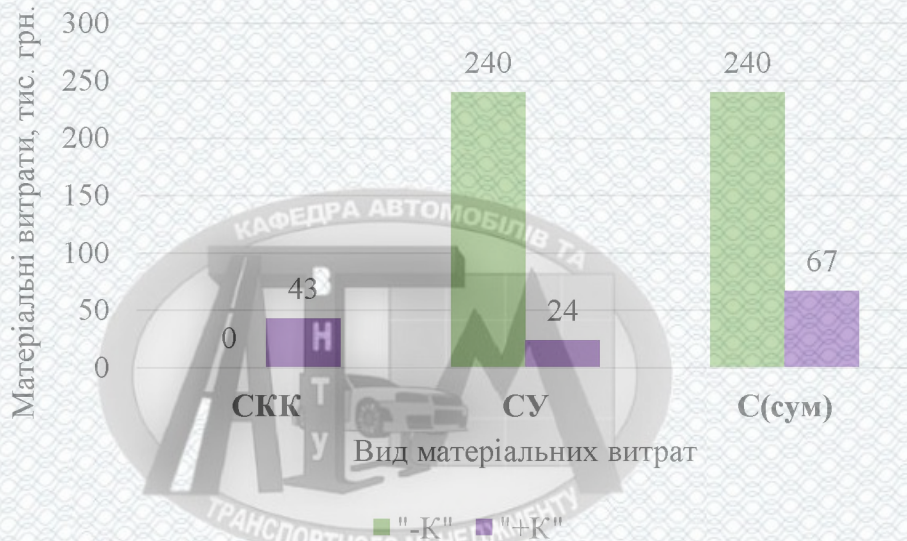


Рисунок 3.12 - Порівняльна оцінка витрат за відсутності та наявності контролю партії гальмівних дисків на ТОВ «ГРІН КУЛ»

Загальні витрати при контролі гальмівних дисків у 3,5 рази менші (240/67), ніж без його проведення.

Дослідження виконано для гальмівних колодок (432 шт. вартістю 1,1 тис. грн. за одиницю) автомобілів DAF.

Порівняльна оцінка витрат за відсутності та наявності контролю партії гальмівних колодок на ТОВ «ГРІН КУЛ» представлена рисунку 3.13.

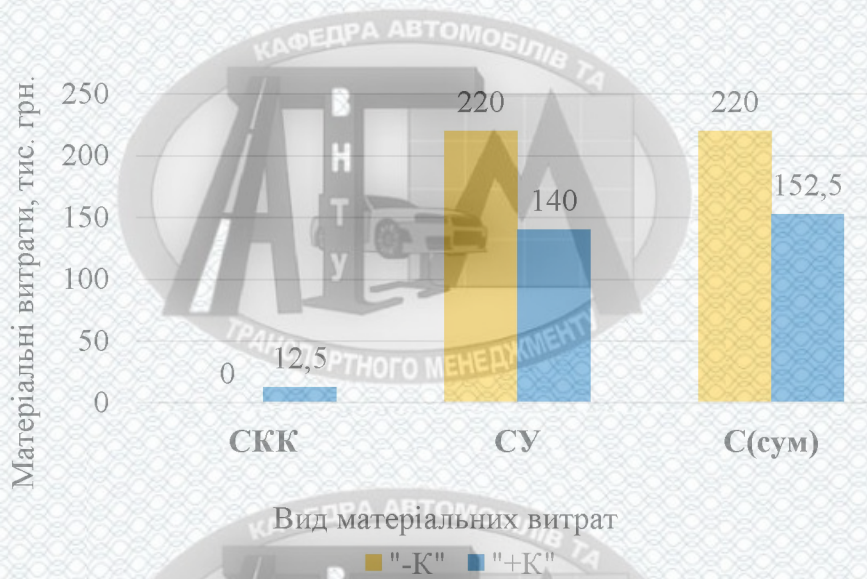


Рисунок 3.13 - Порівняльна оцінка витрат за відсутності та наявності контролю партії гальмівних колодок на ТОВ «ГРІН КУЛ»



Загальні витрати при контролі гальмівних колодок майже в 1,5 рази менші (220/152,5), ніж без його проведення.

Рульове керування автомобілів також вимагає уважного відношення через його прямий зв'язок з безпекою, наявність можливих невідповідностей у зазорах кермового механізму, інших контрольованих параметрів у кермових колонках та валах може призвести до прискореного зносу пов'язаних деталей кермового управління з подальшою втратою керування.

З урахуванням ймовірності виробничих дефектів, а також помилок та неточності при складанні вузлів, рекомендується перед встановленням перевіряти геометричні параметри (зазори) кермових механізмів.

Дослідження виконано для кермових валів (5 шт. вартістю 6,5 тис. грн. за одиницю) автомобілів DAF.

Порівняльна оцінка витрат за відсутності та наявності контролю партії рульових валів на ТОВ «ГРІН КУЛ» представлена на рисунку 3.14.

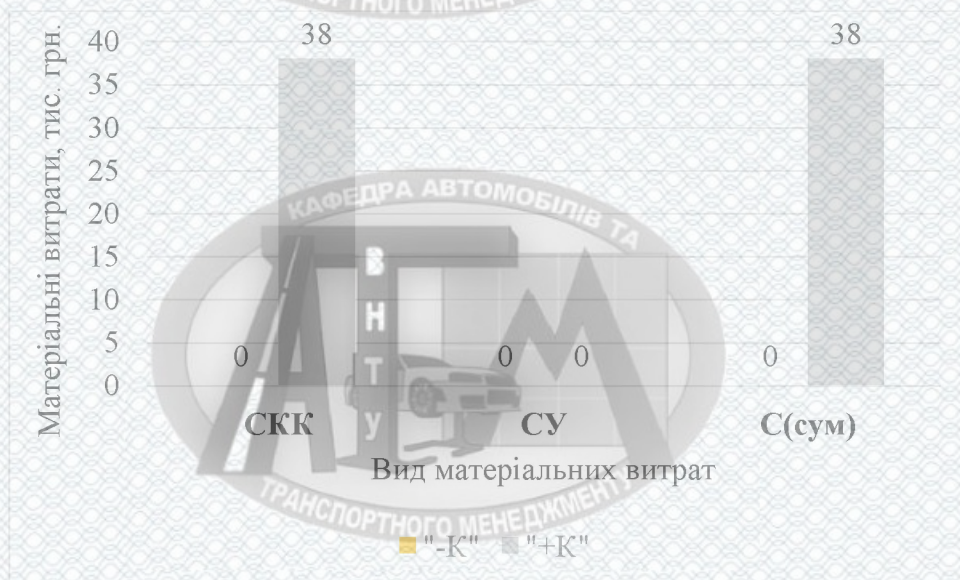


Рисунок 3.14 - Порівняльна оцінка витрат за відсутності та наявності контролю партії кермових валів на ТОВ «ГРІН КУЛ»

Як показали дослідження, вся партія досліджених кермових валів виявилася придатною для подальшої експлуатації.

Організація на ПАТ вхідного контролю якості ЗЧ дозволить збільшити КТГ парку, мінімізувати сходи з лінії АТЗ, знизити ймовірність відмов та аварійних ситуацій, а також знизити собівартість експлуатації АТЗ.

3.6 Методика оцінки ризику виникнення відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин

При практичному застосуванні розробленої методики отримали такі результати, подані у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Коефіцієнт вагомості факторів, що впливають на ризик виникнення відмов

Ризик, $R_i$	Чинник ризику	Оцінка ризиків, $r_{i,n}$	Коефіцієнт вагомості фактора, $\alpha_{i,n}$
$R_1$	✓ Система організації ТО та ПР.	1	0,07
	✓ Якість та дотримання регламенту ТО.	1	0,05
$R_2$	✓ Несправності двигуна.	0	0,02
	✓ Несправності трансмісії.	1	0,07
	✓ Несправності ходової частини, шин.	1	0,09
	✓ Несправності гальмівної системи.	1	0,12
	✓ Несправності кермового керування.	1	0,10
	✓ Несправності елементів електроустаткування.	1	0,04
	✓ Дефекти кузова.	0	0,01
$R_3$	✓ якість ЗЧ.	1	0,13
...		...	...
$R_i$	i -ті фактори	-	-

Коефіцієнт вагомості такого мало досліджуваного фактора, як якість ЗЧ, дорівнює  $0,13$ , що підтверджує його вплив на ризик виникнення відмов.

Результат розрахунку ризику виникнення відмов за запропонованою методикою, яка враховує такі фактори ризику, як система організації ТО та

ПР, відмови вузлів та агрегатів АТЗ, якість ЗЧ представлений у вигляді:

$$R = (1 \cdot 0,07) + (1 \cdot 0,05) + (0 \cdot 0,02) + (1 \cdot 0,07) + (1 \cdot 0,09) + (1 \cdot 0,12) + (1 \cdot 0,10) + (1 \cdot 0,04) + (0,01) + (1 \cdot 0,13) = 0,67$$

Отриманий результат входить до інтервалу високої ймовірності виникнення аварійної ситуації, що оцінює ефективність вибору постачальника ЗЧ з урахуванням контролю якості. Зовнішні фактори ризику, такі як стан дорожнього полотна, кліматичні умови, які врахувати чи вплинути на які неможливо, методики не враховувалися.

Оцінка ступеня ризику завдання збитків пов'язана із завданням прогнозування показників надійності та залишкового ресурсу деталей вузлів АТЗ [10]. Однією з основних показників надійності АТЗ є функція надійності  $P(t)$ .

Функція  $Q(t) = 1 - P(t)$  є функцією ризику заподіяння шкоди АТЗ, пасажиром та оточуючим за наявності дефектних деталей (вузлів).

Приймаючи для періоду нормального функціонування  $\lambda(t) = const$  де  $\lambda(t)$  - інтенсивність відмов, що дорівнює ймовірності того, що після безвідмовної роботи до моменту часу  $t$  відмова відбудеться в наступному малому відрізку часу, отримуємо експоненційний розподіл:

$$P(t) = \exp(-\lambda t) \quad (3.5)$$

де  $\lambda$  - інтенсивність відмов,  $\lambda = \frac{1}{\Theta} \dots$

Функцію ризику завдання шкоди тепер можна записати у вигляді:

$$Q(t) = 1 - \exp\left(\frac{-t}{\Theta}\right). \quad (3.6)$$

Частота відмов АТЗ:

$$Q(N, \lambda, t) = \frac{(\lambda \cdot t)^N}{N!} \exp(-\lambda \cdot t), \quad (3.7)$$

де  $N$  - кількість відмов АТЗ,  $N = 0, 1, 2, \dots$

Відповідно до цієї формули, відмови через дефектні деталі (вузли) на тимчасовому інтервалі  $t$  відбудуться  $N$  разів з ймовірністю  $Q(N, \lambda, t)$

Оцінка ризику відмови  $\bar{Q}$  АТЗ у період  $t$  (Рис. 3.15):

$$\bar{Q} = 1 - \exp(-\lambda t) \quad (3.8)$$

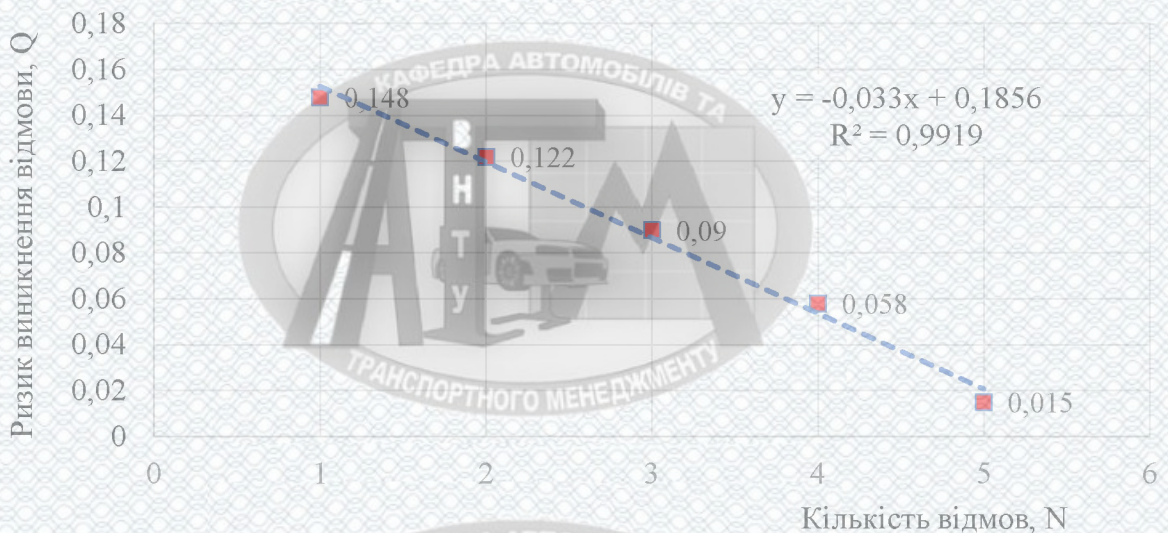


Рисунок 3.15 - Оцінка ризику відмов АТЗ через встановлення дефектних деталей (вузлів)

Наслідки наявності дефектів у використовуваних ЗЧ доводять необхідність проведення контролю ЗЧ, умова якого представлена нижче:

$$\gamma = f\left(\frac{L_H}{L_{TO}}\right) < 0,95, \quad (3.9)$$

де  $\gamma$  - гамма-відсотковий ресурс, %;

$L_H$  - напрацювання на відмову, км;

$L_{TO}$  – пробіг до ТО, км.

Заміна деталей та (або) вузлів на АТЗ для економії часу та фінансових витрат має збігатися або з періодичністю ТО, або при груповій заміні, очевидною перевагою якої також є найповніше використання ресурсу деталей.

3.7 Оцінка впливу системи забезпечення якості запасних частин на техніко-експлуатаційні показники підприємств автомобільного транспорту

Визначення ступеня впливу контролю якості ЗЧ на техніко-експлуатаційні показники ПАТ необхідно встановити експериментально.

Серія експериментальних досліджень на ТОВ «ГРІН КУЛ» дозволила одержати дані, на підставі яких були побудовані необхідні для підтвердження актуальності залежності.

Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на коефіцієнт технічної готовності парку ТОВ «ГРІН КУЛ» представлено рис. 3.16.

Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на середньорічний пробіг рухомого складу ТОВ «ГРІН КУЛ» представлено рис. 3.17.

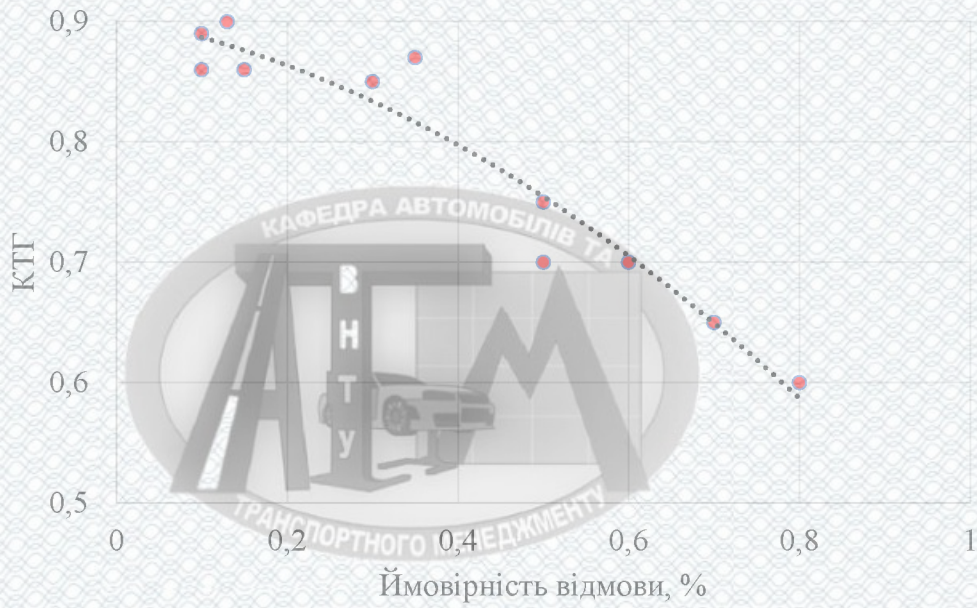


Рисунок 3.16 - Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на коефіцієнт технічної готовності парку ТОВ «ГРІН КУЛ»

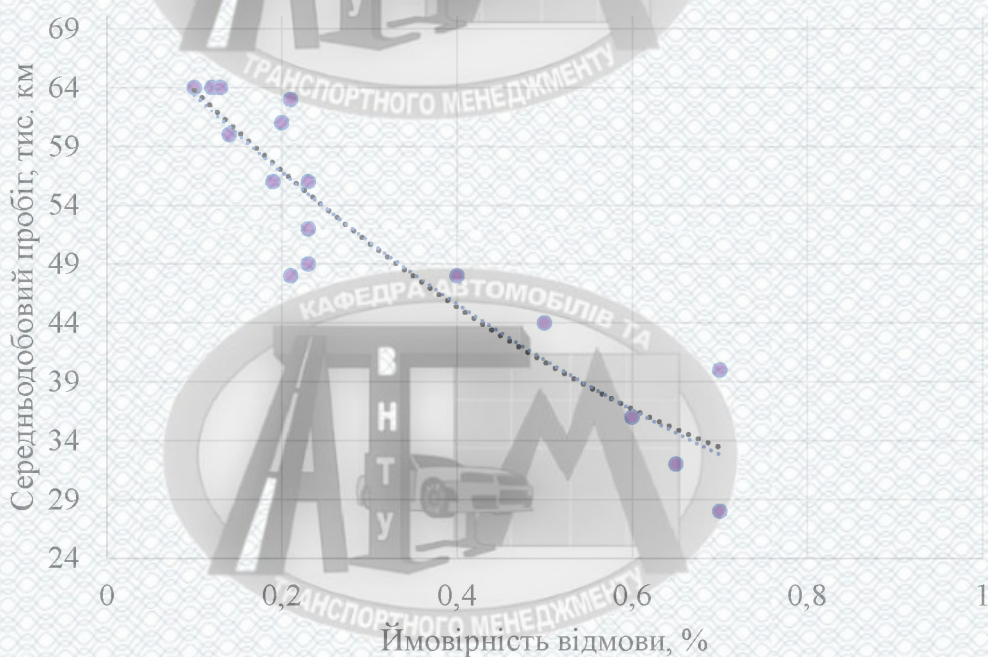


Рисунок 3.17 - Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на середньорічний пробіг рухомого складу ТОВ «ГРІН КУЛ»

Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на час простою рухомого складу в ремонті представлено на рис. 3.18.



Рисунок 3.18 - Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на час простою рухомого складу в ремонті

Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на ймовірність ДТП (ТОВ «ГРІН КУЛ») представлено рис. 3.19.

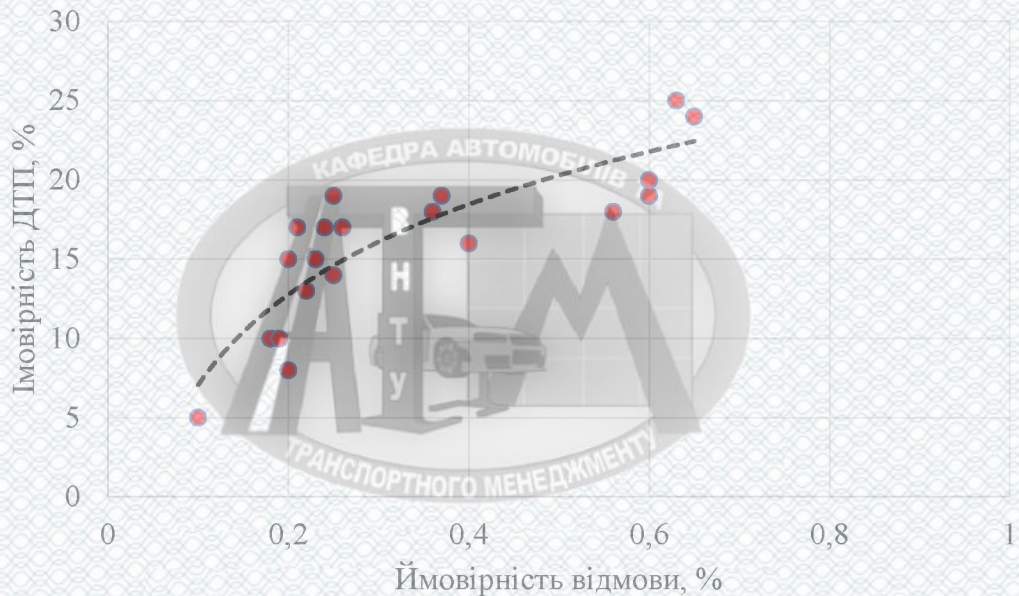


Рисунок 3.19 - Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на ймовірність ДТП (ТОВ «ГРІН КУЛ»)

Залежність впливу ймовірності відмови АТЗ через встановлення

дефектних ЗЧ на техніко-експлуатаційні показники отримані з використанням програми Microsoft Excel.

Результати встановлених залежностей зведено до таблиці 3.6, що доводить вплив дефектів у ЗЧ на техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу ТОВ «ГРІН КУЛ».

Таблиця 3.6 - Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу ТОВ «ГРІН КУЛ».

Найменування показника	Ймовірність відмови, %	Значення показника	Рівняння регресії	$R^2$
1	2	3	4	5
1 Коефіцієнт технічної готовності парку	0,6	0,73	$y = -0,57x^2 + 0,0534x + 0,8912$	0,9803
	0,4	0,82		
	0,2	0,87		
	0,13	0,88		
2 Середньорічний пробіг АТЗ	0,6	34 тис.км	$y = -40,747x^2 - 26,752x + 68,257$	0,9557
	0,4	42 тис.км		
	0,2	52 тис.км		
	0,13	60 тис.км		
3 Час простою АТЗ у ремонті	0,6	20 авто- дн.	$y = 36,186x^{1,3353}$	0,93
	0,4	9 авто- дн.		
	0,2	4 авто- дн.		
	0,13	3 авто- дн.		
4 Ймовірність ДТП	0,6	22%	$y = 35,847x^{0,8805}$	0,9036
	0,4	14%		
	0,2	8,6%		
	0,13	7,3%		

Як зазначалося вище, час простою у ремонті включає у собі як проведення ремонтних робіт АТЗ, а й час контролю  $i$  -ї запасної частини.

Розрахунок КТГ  $\alpha_{ТГк}$  рухомого складу ТОВ «ГРІН КУЛ»:

$$\alpha_{ТГк} = 1 - \frac{30 + 10}{270} = 0,852.$$

Отримане значення КТГ парку ТОВ «ГРІН КУЛ» за наявності контролю



якості ЗЧ порушує прийняте на АТП обмеження  $\alpha_{ТГ} \geq 0,86$ .

Відповідно, виникає завдання розрахунку критерію обліку ризику відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ, тобто:

$$\mu_i = p_i \cdot p_j = 0,13 \cdot 0,48 = 0,063.$$

Використання запропонованого критерію дає можливість підвищити КТГ парку, відповідно, визначити доцільність контролю якості ЗЧ ( $C_Y \triangleright C_{KK}$ ).

Згідно (2.24), умова  $\alpha_{ТГ} \geq 0,86$  виконується:

$$AД_{рем} = (30 + 270) \cdot 0,063 = 18,9 \text{ авто-дні.}$$

$$\alpha_{ТГк} = 1 - \frac{18,9 + 10}{270} = 0,89 \geq 0,86$$

Імовірність  $p_i$  визначали на основі наявної інформації з бази даних ТОВ «ГРІН КУЛ», де вказані всі заміни деталей, вузлів, агрегатів через дефект за період спостереження, що цікавить.

Далі сформульовано завдання мінімізації часу простою одного АТЗ від ймовірності відмови через дефекти в ЗЧ:

$$P\left(\bigcup_{i=1}^n A_i\right) = 1 - \prod_{i=1}^n P(\bar{A}_i) = 1 - 0,89 = 0,11 \rightarrow \min.$$

Розроблена методика з урахуванням ризику дефектів у ЗЧ дозволила підвищити КТГ парку на 12%, а можливість ДТП знизити на 16%, що позитивним чином позначилося, в першу чергу, на експлуатаційній складовій підприємства, і навіть економічної.

Проведені експериментальні дослідження доводять потребу вхідного контролю ЗЧ на ТОВ «ГРІН КУЛ».

### 3.8. Висновки до розділу 3

1. На основі експериментальних досліджень доведено необхідність наявності на підприємствах автомобільного транспорту вхідного контролю запасних частин.

2. Експериментальні дослідження показали, що автомобілі марки DAF, обрані як приклад, перевищують нормований показник експлуатації (6 років) на 25%. Дослідження виконані для карданних валів (10 шт. вартістю 19,5 тис. грн. за одиницю) автомобілів марки DAF, а також гальмівних дисків (140 шт. вартістю 4,8 тис. грн. за одиницю) та колодок (432 шт. вартістю) 1,1 тис. грн. за одиницю), півосей (15 шт. вартістю 5,5 тис. грн. за одиницю).

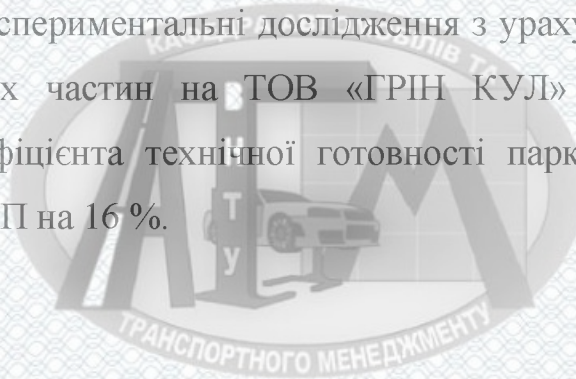
3. На основі експерименту визначено чисельні значення параметрів розробленої математичної моделі. Загальні витрати при інструментальному контролі карданних валів майже в 3 рази менші, ніж без його проведення; гальмівних дисків – у 3,5 рази менше; колодок – у 1,5 рази менше. Дослідження півосей та рульових валів не виявили дефектних.

4. У процесі експерименту оцінені ризики виникнення відмов унаслідок встановлення дефектних запасних частин, які впливають безпеку ( $R = 0,67$ ). коефіцієнт вагомості такого фактора, як якість запасних частин дорівнює  $0,13$ , що підтверджує його вплив на ризик виникнення відмов та аварійних ситуацій.

5. Експериментально встановлено вплив наявності дефектів у запасних частин на техніко-експлуатаційні показники підприємства автомобільного транспорту: коефіцієнт технічної готовності досліджуваного парку, середньорічний пробіг автотранспортних засобів, час простою автотранспортних засобів у ремонті та показник аварійності. Критерій обліку ризику відмови автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин на ТОВ «ГРІН КУЛ»  $\mu_i = 0,063$ . Використання цього критерію показало доцільність застосування для підприємства автомобільного

транспорту вхідного контролю запасних частин.

6. Проведено оцінку впливу вхідного контролю якості запасних частин на техніко-експлуатаційні показники підприємства автомобільного транспорту. Експериментальні дослідження з урахуванням впливу контролю якості запасних частин на ТОВ «ГРІН КУЛ» підтвердили збільшення показника коефіцієнта технічної готовності парку на 12 % та зниження ймовірності ДТП на 16 %.



## 4 РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНКИ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ ТОВ «ГРІН КУЛ»

### 4.1. Аналіз роботи ТОВ «ГРІН КУЛ» із постачальниками запасних частин

ТОВ «ГРІН КУЛ» розташовано в м. Вінниці має два види складів ЗЧ: центральний та оборотний. Центральний склад приймає нові ЗЧ, що купуються у різних постачальників. Оборотний склад відповідає за відновлені деталі, вузли та агрегати, придатні для подальшої експлуатації. Елементи, що відповідають за безпеку експлуатації АТЗ відновленню не підлягають.

Аналіз статистичних даних щодо відмов елементів трансмісії на ТОВ «ГРІН КУЛ» підтвердив, що одним із головних факторів, що впливає на ефективну роботу рухомого складу, є вибір постачальника ЗЧ, який готовий запропонувати якісні ЗЧ за прийнятну вартість.

ТОВ «ГРІН КУЛ» співпрацює з різними постачальниками ЗЧ (рис. 4.1), серед яких є і заводи-виробники, і офіційні дилери, і спеціалізовані магазини, що знаходяться в даному регіоні.

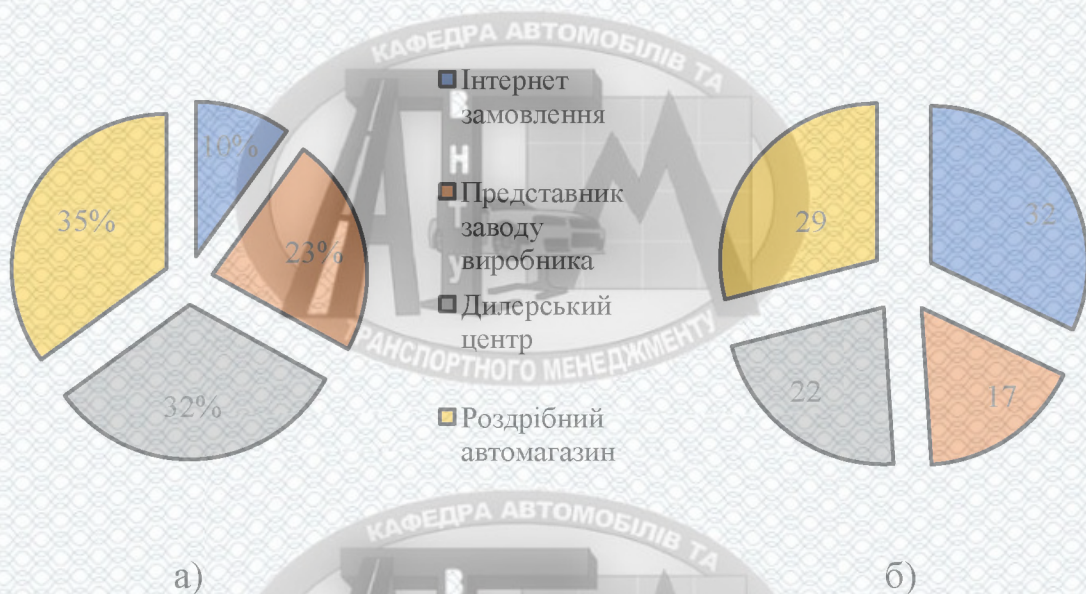


Рисунок 4.1 – Частка постачальників ЗЧ (а) та частка відмов АТЗ при різних постачальниках (б)

З рисунка 4.2 (а, б) очевидно, що оптимальним постачальником ЗЧ є дилерський центр, проте ризик у партії дефектних ЗЧ не виключено.

Тому контроль якості використовуваних ЗЧ на підприємстві необхідний незалежно від виду постачальника, наявності всіх сертифікатів відповідності та інших документів.

На даний момент при поповненні складів підприємства необхідними ЗЧ та подальшому їх використанні відсутній вхідний контроль якості. Відповідно, відсутні дані щодо частки дефектних ЗЧ у партіях. Не ведеться облік відмов АТЗ та аварійних ситуацій через дефекти, що впливає на сумарні витрати підприємства.

#### 4.2 Визначення величини збитків від наявності у партії дефектних запасних частин

Розглянемо рівень дефектності, який є змінною величиною та розраховується за формулою:

$$P_n^k = n_n^k \cdot q^k \cdot p^{n-k} \quad (4.1)$$

де  $n_n^k$  - кількість ЗЧ у партії, шт.;

$q^k$  - ймовірність попадання в партію до дефектних деталей (вузлів, агрегатів);

$p^{n-k}$  - ймовірність того, що у всій партії ЗЧ  $n-k$  придатних деталей (вузлів, агрегатів).

На рис. 4.2 показано порівняння теоретичних та експериментальних залежностей, що характеризують величину шкоди через встановлення дефектних ЗЧ (на прикладі карданних валів). Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що за наявності на підприємствах

вхідного контролю якості ЗЧ, ймовірність попадання дефектних ЗЧ на склад у ремонт та подальшу їх експлуатацію зменшиться на 30 %.

Використання отриманих результатів практично дозволяє знизити величину шкоди від ймовірності у партії дефектних ЗЧ (карданні вали) на ТОВ «ГРІН КУЛ» мінімум на 150 тис. грн. на рік.

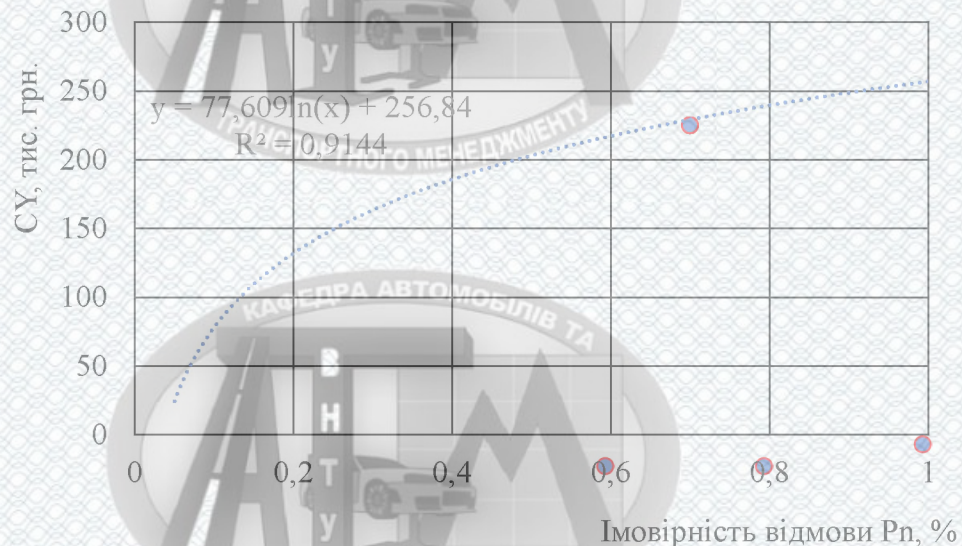


Рисунок 4.2 - Злежність величини матеріальної шкоди від ймовірності у партії дефектних ЗЧ (на прикладі карданних валів) на ТОВ «ГРІН КУЛ»

4.3 Оцінка впливу контролю запасних частин на коефіцієнт технічної готовності парку автотранспортного підприємства на прикладі ТОВ «ГРІН КУЛ»

Організація вхідного контролю якості ЗЧ на ТОВ «ГРІН КУЛ» дозволяє знизити ризики, пов'язані з потраплянням до партії дефектних ЗЧ, що безпосередньо впливають на безпеку експлуатації АТЗ.

Наявність контролю якості ЗЧ, що впливають на безпеку експлуатації АТЗ, дозволяє знизити до 13 % ризики, пов'язані з потраплянням до партії дефектних ЗЧ, при значеннях КТГ рівних 0,86 і вище.

Відсутність контролю знижує значення КТГ, при цьому значення

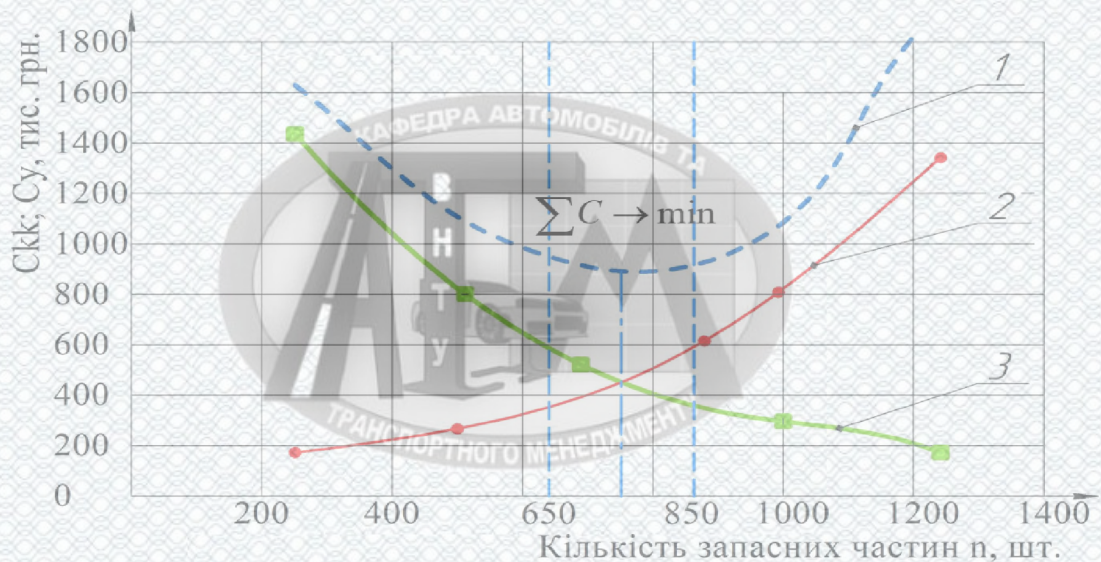
ризиків стають вищими. Якщо значення ризиків перевищують 40 % («сірий» імпорт), необхідно змінити постачальника ЗЧ.

За відсутності контролю ЗЧ перевищити це значення важко, оскільки існує ймовірність наявності дефектів у деталях, що підтверджує необхідність ПАТ контролю якості.

Експериментальні дослідження на ТОВ «ГРІН КУЛ» з урахуванням вхідного контролю ЗЧ, скорочення ризиків використання дефектних ЗЧ, зниження кількості днів простоїв АТЗ у ремонті дозволили у разі підвищити КТГ парку до 0,89 проти фактичними даними, тобто на 12%.

#### 4.4 Визначення залежності матеріальних витрат від обсягу партії запасних частин

На основі даних, наданих ТОВ «ГРІН КУЛ» та отриманих експериментальних результатів, побудовані залежності видів витрат, що розглядаються, від обсягу споживаних ЗЧ за наявності вхідного контролю (рис. 4.3).



1 – загальні витрати; 2 – витрати на контроль якості ЗЧ; 3 - величина шкоди через встановлення дефектних ЗЧ.

Рисунок 4.3 - Залежність витрат від наявного вхідного контролю якості та обсягів використаних ЗЧ на ТОВ «ГРІН КУЛ»

Згідно з графіком, наведеним на рисунку 4.3, інструментальний контроль доцільно проводити, коли загальні витрати прагнуть до мінімуму, і візуального з документальним видом контролю буде недостатньо для виявлення можливих невідповідностей у ЗЧ.

Розраховані загальні витрати на парк автомобілів становили 1,9 млн. грн. у рік, що у 18% менше, ніж за відсутності вхідного контролю ЗЧ на АТ ТОВ «ГРІН КУЛ». Впровадження даної системи дозволить збільшити КТГ парку, мінімізувати сходи з лінії АТЗ, знизити ймовірність відмов та аварійних ситуацій, а також знизити собівартість експлуатації АТЗ.

#### 4.5. Висновки до розділу 4

1. Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що за наявності на ТОВ «ГРІН КУЛ» вхідного контролю якості запасних частин, ймовірність наявності на складах дефектних запасних частин, влучення в ремонт та подальша їх експлуатація зменшилася, скоротився також час простоїв автотранспортних засобів у ремонті в очікуванні необхідних запасних частин.

2. Загальні витрати (витрати на контроль якості запасних частин та величина шкоди через встановлення дефектних запасних частин) склали 1,9 млн. грн. на рік на досліджуваний парк автомобілів, що на 18 % менше, ніж за відсутності вхідного контролю за якістю запасних частин на ТОВ «ГРІН КУЛ». Також наявність вхідного контролю якості запасних частин дозволить збільшити коефіцієнт технічної готовності на 12%, мінімізувати сходи з лінії автотранспортних засобів, знизити ймовірність ДТП на 16%, а також знизити собівартість експлуатації автотранспортних засобів.



## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Виробнича безпека, що її розглядає охорона праці, відіграє велику роль для трудової діяльності тому, що саме вона контролює фізичний стан працівника, що не може не позначитись на його житті, здоров'ї та продуктивності праці зокрема і у галузі транспорту.

Неналежний рівень охорони праці спроможний стати причиною соціально-економічних проблем працівників та їх родин. Саме тому соціально-економічна важливість охорони праці полягає у: зростанні продуктивності праці, зростанні валового внутрішнього продукту, скороченні виплат за лікарняними і компенсаційних виплат за важкі умови праці тощо.

В цьому розділі проводиться аналіз небезпечних, шкідливих [1] та уражаючих для працівника та навколишнього довкілля факторів, що утворюються при проведенні підвищення ефективності експлуатації рухомого складу товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця шляхом організації контролю рівня запасів запасних частин на складі підприємства. Тут висвітлюються, в тому числі, технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення з промислової безпеки під час проведення підвищення ефективності, безпека у надзвичайних ситуаціях.

Під час підвищення ефективності вказаного процесу на працюючих впливають ті або інші небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп згідно [1].

Фізичні НШВФ: понижена або підвищена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, недостатність або відсутність природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, відбита або пряма блискучість, підвищена яскравість світла.

Психофізіологічні НШВФ: нервово-психічні перевантаження; розумове перенапруження, монотонність праці, перенапруження аналізаторів.

## 5.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

### 5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, який визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря, а також інтенсивності теплового випромінювання.

Коли за технологічними вимогами, технічними і економічними причинами оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини показників мікроклімату.

Вибираємо для приміщення для проведення підвищення ефективності експлуатації рухомого складу товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця шляхом організації контролю рівня запасів запасних частин на складі підприємства, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іб.

Згідно із [4] допустимі параметри температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні для теплого та холодного періодів року наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормовані допустимі параметри мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іб	20-24	17-25	75	≤0,2
Теплий		21-28	19-30	60 при 27°С	0,1-0,3

Для опромінення менше 25% поверхні тіла працівника, допустима інтенсивність теплового опромінення складає 100 Вт/м<sup>2</sup>.

Повітря робочої зони не повинно містити шкідливих речовин з концентраціями вище гранично допустимих концентрацій (ГДК) в повітрі

робочої зони і підлягає систематичному контролю для запобігання можливості перевищення ГДК, значення яких для роботи з ЕОМ наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин [4]

Назва шкідливої речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Агрегатний стан	Клас небезпеки
Бензин	100	Пара	4
Озон	0,1	Пара	4
Оксиди азоту	5	Пара	2
Пил	4	Аерозоль	2

При використанні ЕОМ джерелом забруднення повітря є також іонізація молекул речовин, які містяться в повітрі. Рівні позитивних та негативних іонів мають відповідати [4] та приведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Число іонів в 1 см<sup>3</sup> повітря приміщення під час роботи на ЕОМ

Рівні	Мінімально необхідні	Оптимальні	Максимально допустимі
позитивний	400	1500-3000	50000
негативний	600	3000-5000	50000

З метою забезпечення нормованих показників мікроклімату і складу повітря робочої зони передбачено:

- 1) в приміщенні повинна бути встановлена система кондиціонування для теплого і опалення для холодного періодів року;
- 2) припливно-витяжна система вентиляції, а при несприятливих погодних умовах кондиціонування.

### 5.1.2 Виробниче освітлення

Для створення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях великі вимоги висуваються щодо якісних та кількісних показників освітлення.

З погляду задач зорової роботи в приміщенні, де проводиться робота з підвищення ефективності експлуатації рухомого складу товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця шляхом організації контролю рівня запасів запасних частин на складі підприємства, згідно [4] знаходимо, що вони відповідають IV розряду зорових робіт. Приймаємо контраст об'єкта з фоном – середній та характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд в.

Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) і мінімальні значення освітленості при штучному освітленні приведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Нормативні значення КПО та мінімальні освітленості при штучному освітленні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість при штучному освітленні, лк			КПО для бокового освітлення, %	
						комбіноване		загальне	Природного	Суміщеного
						всього	у т. ч. від загального			
Середньої точності	0,5-1	IV	в	середній	середній	400	200	200	1,5	0,9

Так як приміщення розташоване у місті Вінниця (друга група забезпеченості природним світлом), а вікна розташовані за азимутом 135°, то за таких обставин КПО розраховується за виразом [4]

$$e_N = e_H m_N [\%], \quad (5.1)$$

де  $e_H$  – табличне значення КПО для бокового освітлення, %;

$m_N$  – коефіцієнт світлового клімату;

$N$  – порядковий номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями отримаємо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N.б} = 1,5 \cdot 0,85 = 1,28 (\%);$$

$$e_{N.с} = 0,9 \cdot 0,85 = 0,77 (\%).$$

З метою встановлення нормованих значень показників освітлення запропоновано такі заходи:

- 1) за недостатнього природного освітлення у світлий час доби доповнення штучним завдяки використанню люмінесцентних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;
- 2) застосування штучного освітлення у темний час доби.

### 5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що при використанні пристроїв крім усього іншого устаткування застосовується обладнання, робота якого генерує шум та вібрацію, потрібно передбачити шумовий та вібраційний захист.

Встановлено, що приміщення, де відбувається робота з підвищення ефективності експлуатації рухомого складу товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця шляхом організації контролю рівня запасів запасних частин на складі підприємства може містити робочі місця із шумом та вібрацією, що створюється електродвигунами системи вентиляції.

Для попередження травмування працівників від дії шуму він підлягає нормуванню. Основним нормативом стосовно промислового шуму, що діє на території України, є [20], у відповідності з яким нормовані рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях в промислових

приміщеннях не мають перевищувати значень, які наведено у таблиці 5.5. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 5.6 для локальної вібрації.

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні звукового тиску та еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблиця 5.6 – Нормовані рівні вібрації [4]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних смугах із середньо-геометричними частотами, Гц								Коректовані рівні віброприскорення, дБА
8	16	31,5	63	125	250	500	1000	
73	73	79	85	91	97	103	109	76

З метою покращення віброакустичного клімату у приміщенні передбачено такі заходи:

- 1) оздоблення стін спеціальними перфорованими плитами, панелями з метою шумопоглинання;
- 2) передбачено використовувати в приміщенні штори із щільної тканини.

#### 5.1.4 Виробничі випромінювання

Значення напруженості електромагнітного поля на робочих місцях з персональними ЕОМ мають не перевищувати граничнодопустимі, які складають 20 кВ/м.

Експозиційна доза рентгенівського випромінювання на відстані 5 см від екрана до корпусу монітора при будь-яких положеннях регулювальних пристроїв не повинні перевищувати  $7,74 \cdot 10^{-12}$  Кл/кг, що відповідає потужності еквівалентної дози 0,1 мБер/год (100 мкР/год) у відповідності до [20].

З метою забезпечення захисту і досягнення нормованих рівнів випромінювань потрібно застосовувати приєкранні фільтри, локальні

світлофільтри та інші засоби захисту, що пройшли випробування в акредитованих лабораторіях і мають щорічний гігієнічний сертифікат.

5.2 Технічні рішення з безпеки під час проведення підвищення ефективності

### 5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Розташування робочих місць, забезпечених ЕОМ виконується в приміщеннях з одnobічним розташуванням вікон, які неодмінно мають бути оснащені сонцезахисними засобами: жалюзіями та шторами [21].

У випадку розміщення робочих місць у приміщеннях з джерелами шкідливих та небезпечних виробничих факторів, вони повинні розташовуватися у повністю відокремлених кабінетах з природним освітленням та організованою вентиляцією. Площа, на якій розташовується одне робоче місце для обслуговуючого персоналу, має становити не менше  $6,0 \text{ м}^2$ , об'єм – не менше як  $20 \text{ м}^3$ , а висота – не менше  $3,2 \text{ м}$  [21].

Оснащені відеодисплейним терміналом робочі місця зобов'язані розташовуватись на віддалі не менше ніж  $1,5 \text{ м}$  від стіни з вікнами, від інших стін – на відстані  $1 \text{ м}$ , одне від одного на відстані не менше як  $1,5 \text{ м}$ . У випадку розміщення робочих місць потрібно виключити можливість прямого засвічування екрану джерелом природного освітлення. Робоче місце доцільно розміщати таким чином, щоб природне світло падало на нього збоку, переважно з лівого.

Розташовувати відеодисплейний термінал на робочому місці необхідно так, щоб поверхня екрана має знаходитись на відстані  $0,4\text{-}0,7 \text{ м}$  від очей користувача. Висота робочої поверхні столу при виконанні роботи сидячи повинна регулюватися в діапазоні  $0,68\text{-}0,8 \text{ м}$ . Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше  $0,6 \text{ м}$ , шириною не менше як  $0,5 \text{ м}$ , глибиною на рівні колін не менше  $0,45 \text{ м}$  та на рівні витягнутої ноги не менше як  $0,65 \text{ м}$ .

Поверхня підлоги має бути рівною, не слизькою, без вибоїн, мати антистатичні властивості, зручною для вологого прибирання. Не дозволяється використовувати для оздоблення інтер'єру полімерні матеріали, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

### 5.2.2 Електробезпека

У середині приміщення, в якому здійснюється робота з підвищення ефективності експлуатації рухомого складу товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця шляхом організації контролю рівня запасів запасних частин на складі підприємства, особливу увагу потрібно надати уникненню загрози ураження електричним струмом. У відповідності до [10] це приміщення належить до приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність високої (понад 75 %) відносної вологості. Через це безпека використання електрообладнання має гарантуватись рядом заходів, що передбачають застосування ізоляції струмовідних елементів, захисного заземлення, захисних блокувань та ін [9].

### 5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Відповідно до [21] приміщення, в якому проводиться робота з підвищення ефективності експлуатації рухомого складу товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця шляхом організації контролю рівня запасів запасних частин на складі підприємства, відноситься до категорії пожежної небезпеки А, що характеризується наявністю легкозаймистих рідин з температурою спалаху не більше 28 °С, які використовуються під час проведення підвищення ефективності. Дане приміщення відноситься до 3-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати



дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1, Г2. До елементів покриттів не висовуються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій приміщення, що розглядається наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Значення мінімальних меж вогнестійкості приміщення [21]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Східчасті майданчики	Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки				Плити, прогони	Балки, ферми
3	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	нн нн	нн нн

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізолювальної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см; M1 –  $M \leq 25$  см – для горизонтальних конструкцій;  $M \leq 40$  см – для вертикальних і похилих конструкцій; нн – не нормується.

В таблиці 5.8 приведено протипожежні норми проектування будівель і споруд.

Вибір видів та кількості первинних засобів пожежегасіння проводиться із урахуванням властивостей фізико-хімічних та пожежонебезпечних горючих речовин, їх взаємодії з вогнегасними речовинами, а також розмірів і площ виробничих приміщень, установок і відкритих майданчиків.

Таблиця 5.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд [13]

Об'єм приміщення, тис. м <sup>3</sup>	Категорія пожежної небезпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, для щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м <sup>2</sup>			Кількість людей на 1 м ширини евакуиходу	Відстань між будівлями та спорудами, м, для ступеня їх вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Площа поверху в межах пожежного відсіку, м <sup>2</sup> , для числа поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I,II	III	IV,V		1	2	3 і більше
до 15	A	3	40	25	15	45	9	12	15	1	5200	–	–

Встановлюємо, що приміщення, де проводиться робота з підвищення ефективності, має бути оснащено двома вогнегасниками, пожежним щитом, а також ємністю з піском [14].

#### 5.4 Висновки до розділу 5

В результаті написання цього розділу було опрацьовано такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення з безпеки під час проведення підвищення ефективності експлуатації рухомого складу товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця шляхом організації контролю рівня запасів запасних частин на складі підприємства, безпека у надзвичайних ситуаціях.

## ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень запропоновано ввести на ТОВ «ГРІН КУЛ» контроль якості запасних частин, що ґрунтується на наступних результатах:

1. Розроблено математичну модель впливу якості запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту, отже доцільність наявності на підприємствах автомобільного транспорту контролю якості запасних частин. Ця модель є універсальною і може бути застосована на різних транспортних підприємствах.

2. На основі проведених теоретичних досліджень вдосконалено методика оцінки ризику виникнення відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин, що відрізняється врахуванням комплексу ймовірнісних факторів, у тому числі величини збитків від дорожньо-транспортних пригод та збитків, обумовлених зниженням інтенсивності експлуатації автотранспортних засобів. Запропонована методика із застосуванням критерію обліку ризику відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин на ТОВ «ГРІН КУЛ» ( $\mu_i = 0,063$ ) дозволила підвищити коефіцієнт технічної готовності парку на 12%, а показник аварійності знизити на 16%. Використання цього критерію показало доцільність застосування на підприємствах автомобільного транспорту контролю якості запасних частин.

3. Адекватність висунутих теоретичних положень підтверджено порівнянням теоретичних та експериментальних залежностей. Контроль якості проводився для запасних частин, що впливають на безпеку експлуатації автотранспортних засобів, який показав, що близько 10% карданних валів, 19% елементів гальмівної системи (диски, колодки) не відповідають значенням нормативно-технічної документації, отже, встановлення їх на автотранспортні засоби під час ремонту заборонено. Також контроль якості проводився для елементів кермового управління (вали), частка дефектних

яких дорівнює 0.

4. Проведено аналіз факторів, що впливають на коефіцієнт технічної готовності парку автотранспортного підприємства, який показав, що коефіцієнт вагомості такого фактора як якість запасних частин дорівнює 13%. Серед інших, найважливіших чинників, виділено систему організації та якість технічного обслуговування і ремонту (12%) та несправності гальмівної системи (12%). На основі отриманих даних розрахований ризик виникнення відмов ( $R=0,67$ ), який входить до інтервалу з високою ймовірністю виникнення.

5. Результати виконаного техніко-економічного аналізу дозволяють зробити висновок про те, що організація технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів з урахуванням наявності контролю якості запасних частин забезпечує зниження загальних витрат на ТОВ «ГРІН КУЛ» на 18%, що становить 1,9 млн. грн. на рік на парк автомобілів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрусенко С. І. Дослідження впливу параметрів АВС-системи постачання запчастин на роботу підприємства автосервісу / С. І. Андрусенко, О. С. Бугайчук // Вісник Національного транспортного університету. – 2010. – № 21(2). – С. 3-8. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ Vntu\\_2010\\_21\(2\)\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu_2010_21(2)_3).
2. Біліченко В. В. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 274 - «Автомобільний транспорт»: навч. пос. / В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 65 с.
3. Біліченко, В. В. Виробничі системи на транспорті: стратегії розвитку [Текст]: монографія / В. В. Біліченко; ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – 268 с.
4. Березюк О. В. Охорона праці. Підсумкова державна атестація спеціалістів, магістрів в галузях електроніки, радіотехніки, радіоелектронних апаратів та зв'язку : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 104 с.
5. Бугайчук О С Поліпшення діяльності підприємств автосервісу на основі оптимізації виробничих процесів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.10 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту / Олександр Сергійович Бугайчук – Київ, 2010. – 22 с.
6. Буренніков Ю. А. У Рухомий склад автомобільного транспорту [Текст]: робочі процеси та елементи розрахунку: навчальний посібник / Ю. А. Буренніков, А. А. Кашканов, В. М. Ребедайло ; ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 267 с.
7. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною: НАПБ Б.03.002-2007. Київ: ДЕРЖПОЖБЕЗПЕКИ МНС УКРАЇНИ, 2007.

8. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: [http://www.poliplast.ua/doc/dbn\\_v](http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v).
9. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79885](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885)
10. ДБНВ.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013.
11. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
12. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.
13. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/vie>.
14. ДСТУ 2272:2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять. URL: [https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU\\_2272\\_2006.pdf](https://ammokote.com/wp-content/uploads/2020/08/DSTU_2272_2006.pdf).
15. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.
16. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: [https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu\\_b\\_v\\_1\\_1\\_36/5-1-0-1759](https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759).
17. Закон України «Про автомобільний транспорт» із змінами і доповненнями, внесеними Законом України від 23 лютого 2006 року №3492-IV.
18. Закон України «Про охорону праці», №235-IV, 22.11.2002.
19. Закон України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру» № 1809-III від. 08.06. 2000 року.
20. Заюков, І. В. Охорона праці в галузі управління та адміністрування [Текст]: навчальний посібник / І. В. Заюков, О. В. Кобилянський, С. С. Пугач; ВНТУ. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 91 с.

21. Кобилянський, О. В. Охорона праці. Підсумкова державна атестація бакалаврів [Текст]: навчальний посібник / О. В. Кобилянський, І. В. Заюков; ВНТУ. – Вінниця ВНТУ, 2013. – 74 с.
22. Концепція розвитку транспортно-дорожнього комплексу України на середньостроковий період та до 2020 року. Міністерство транспорту України. Проект // Авто. – 2001. №14 – 15. С. 14 – 18.
23. Кукурудзяк Ю. Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту: навч. пос. / Ю. Ю. Кукурудзяк, О. В. Рудь, Л. В. Кукурудзяк. – Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2010. – 336 с.
24. Лудченко, О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів [Текст]: технологія: підручник / О. А. Лудченко; МОН України. – К.: Вища школа, 2007. – 527 с.
25. Несвітський К.Я. Деякі аспекти вивчення впливу віку автомобіля на потреби у ремонтних діях / К.Я.Несвітський, Р.А.Кудін // Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів – Київ. – 2001. – №12. – С. 93–96.
26. Нефедов Н.А. Моделювання результируючих показників різних стратегій управління запасами / Н.А. Нефедов, А.В. Захарцев. // Вісник ХНАДУ. – 2010. – №50. – С. 128–131.
27. Організація виробничих процесів на транспорті в ринкових умовах / Канарчук В.С., Лудченко О.А., Барилевич Л.П. та ін. –К.: Логос, 1996. – 348 с.
28. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. – К.: «Основа». 2011. – 551 с.
29. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, затверджене наказом Міністерства транспорту України. 1998р., №102.
30. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Наказ МНС України від. 09.07.2012 року № 964. Держгірпромнагляд, 2012.-110 с.

31. Правила охорони праці на автомобільному транспорті: ДНАОП 0.00-1.28-97. К.: Держнагляд охорони праці, 1997.
32. Про внесення змін до Правил надання послуг пасажирського автомобільного транспорту: Постанова КМУ від 07 лютого 2018 р. №181. Інформаційний портал <http://zakon1.rada.gov.ua/>
33. Редзюк А.М. Штанов В.Ф. Сучасний стан і перспективи розвитку автотранспорту. //Автошляховик України. – 1998. –№ 1. – С.2-7.
34. Редзюк Анатолій Михайлович. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку: монографія / А.М. Редзюк. – К.: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2005. – 400 с.
35. Сахно Є.Ю. Менеджмент сервісу: теорія та практика: Навч. посіб./ Є.Ю. Сахно, М.С. Дорош, А.В. Ребенюк. – К.: Центр учбової літератури, 2010. – 328 с.
36. Тенішев В.Є., Кравченко О.П., Верительник Є.А. Система прогнозування потреби запасних частин автомобілів-тягачів на основі гібридних нейронних мереж за допомогою статистичних даних / Матеріали III Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Інженерна механіка та транспорт» (ЕМТ-2013), 21-23 листопада 2013, м. Львів. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. – С. 38 – 41.
37. Chang, P.L. Inventory Model for Spare Parts Involving Equipment Criticality / P.L. Chang, Y.C. Chou, M.G. Huang // International Journal of Production Economics. – 2005. – No. 97/1, pp. 66-74.
38. Cornak, S. Selected methods of vehicles maintenance in operation stage // Machines. Technologies. Materials. – Issue 2-3. – Scientific-Technical Union of Mechanical Engineering, Bulgaria, 2007, pp. 14-16.
39. Jingfei, Yang M. Sc. Power system short-term load forecasting: Thesis for Ph.d degree. / Yang Jingfei M. Sc. // Germany, Darmstadt, Elektrotechnik und Informationstechnik der Technischen Universitat, 2006. – 139 p.



40. Kennedy, W.J. An Overview of Recent Literature on Spare Parts Inventories / W.J. Kennedy, J. Wayne Patterson, L.D. Fredendall // International Journal of Production Economics. – 2002.- No. 76/2, pp. 201-215.





ДОДАТОК А  
(обов'язковий)



**ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА**

ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО  
СКЛАДУ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ  
«ГРІН КУЛ» МІСТО ВІННИЦЯ ШЛЯХОМ ОРГАНІЗАЦІЇ  
КОНТРОЛЮ РІВНЯ ЗАПАСІВ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН НА СКЛАДІ  
ПІДПРИЄМСТВА





**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**



**ЗБЕГЕРСЬКИЙ АНДРІЙ МИХАЙЛОВИЧ**

**ІЛЮСТРАЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

**НА ТЕМУ:**

**ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ РУХОМОГО СКЛАДУ  
ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ГРІН КУЛ» МІСТО  
ВІННИЦЯ ШЛЯХОМ ОРГАНІЗАЦІЇ КОНТРОЛЮ РІВНЯ ЗАПАСІВ ЗАПАСНИХ  
ЧАСТИН НА СКЛАДІ ПІДПРИЄМСТВА**

**Спеціальність 275 – Транспортні технології**

**Керівник:**

**К.Т.Н., ст. викл. АТМ**

**Антонюк Олег Павлович**

**Вінниця ВНТУ 2023**

## Мета і задачі дослідження

**Метою дослідження** є підвищення ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту за рахунок зниження витрат на ремонт автотранспортних засобів на основі забезпечення якості запасних частин під час технічного обслуговування та ремонту.

**Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:**

- 1) розробити математичну модель оцінки впливу якості запасних частин на показники ефективності підприємств автомобільного транспорту;
- 2) розробити методику оцінки ризику виникнення відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин;
- 3) дати техніко-економічну оцінку ефективності розробленої методики, необхідної контролю якості запасних частин на підприємствах автомобільного транспорту.

**Об'єктом дослідження** є процес зміни технічного стану автотранспортних засобів в експлуатації.

**Предметом дослідження** є закономірності впливу якості запасних частин, що використовуються при технічному обслуговуванні та ремонті, на показники ефективності експлуатації автотранспортних засобів.

### Новизна одержаних результатів:

1) математична модель впливу якості запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту, що відрізняється врахуванням величини збитків через встановлення дефектних запасних частин;

2) критерій обліку ризику відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин, що відрізняється оцінкою впливу реалізованих методів контролю запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту;

**Практична значимість отриманих результатів.** Практична значимість полягає у розробці: критерію визначення ризику відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ та методики оцінки ризику виникнення відмов АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ.

Публікації. Антонюк О.П. Теоретичне обґрунтування тривалості обслуговування рухомого складу автотранспортного підприємства / О.П. Антонюк, А.М. Збегерський // Матеріали XVI міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 23-25 жовтня 2023 року: збірник наукових праць. Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет. - Вінниця: ВНТУ, 2023.- С. 35-37.

## Аналіз факторів, що впливають на інтенсивність замін деталей вузлів та агрегатів АТЗ

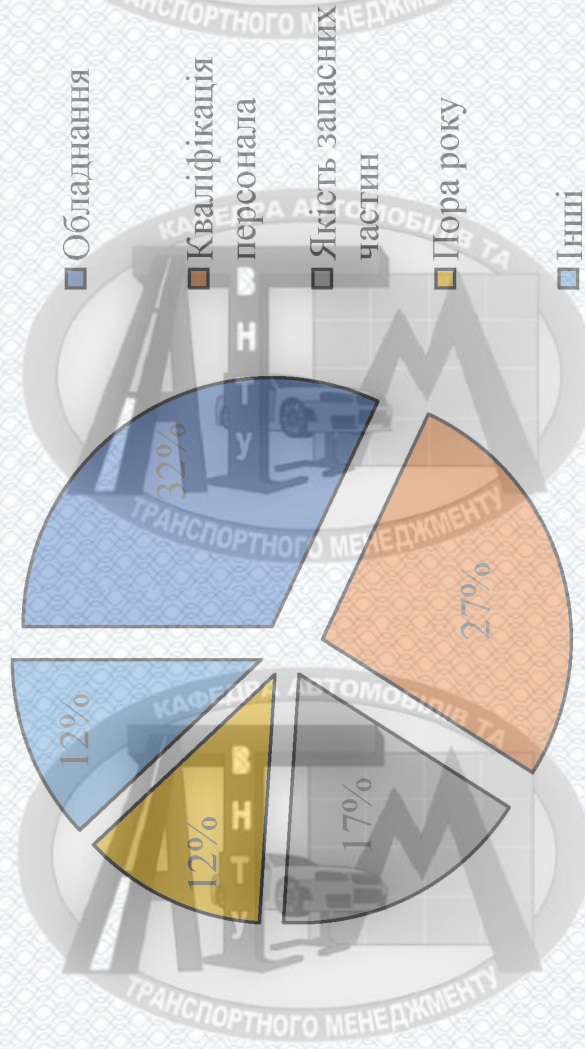


Рисунок 1 - Фактори, що впливають на потребу у ЗЧ



Рисунок 2 - Аналіз вагомості факторів, що визначають ефективність роботи служби МТО ПАТ

## Математична модель визначення впливу якості запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту

Попередньо було висунуто гіпотезу про те, що наявність на ПАТ вхідного контролю якості ЗЧ дозволяє підвищити технічні показники, показники безпеки та економічної ефективності.

Цільова функція впливу якості ЗЧ на показники ефективності роботи ПАТ представлена таким чином:

$$\sum C = C_{KK} + C_Y \rightarrow \min,$$

де  $C_{KK}$  - витрати на контроль якості ЗЧ, грн.;

$C_Y$  - величина шкоди через встановлення дефектних ЗЧ, грн.

Необхідність наявності на ПАТ вхідного контролю якості використовуваних ЗЧ має сенс за умови, що витрати на контроль їх якості будуть нижчими за величину шкоди від застосування дефектних ЗЧ:

$$C_{KK} < C_Y$$

Як обмеження при запровадженні контролю якості ЗЧ приймається умова, за якої витрати на контроль якості ЗЧ мінімізовані.



## Математична модель впливу якості запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту (продовження)

Витрати на контроль якості ЗЧ на ПАТ представлені у такому вигляді:

$$C_{КК} = \frac{C_{ПО} + C_{ОК} + C_{ЗПР}}{T}$$

де  $C_{ПО}$  - витрати на придбання обладнання для контролю якості ЗЧ, грн;

$C_{ОК}$  - витрати на обслуговування та перевірку обладнання, грн;

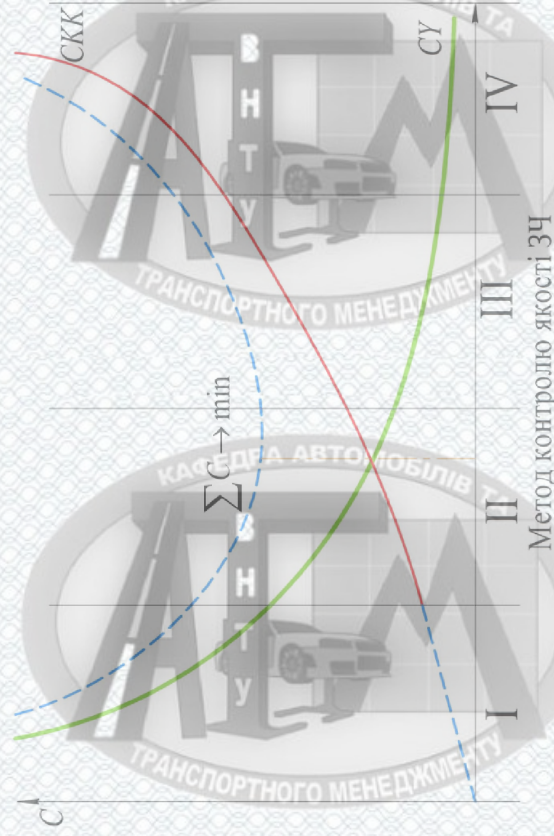
$C_{ЗПР}$  - витрати оплати праці працівника, грн./год;

$T$  - період корисного використання обладнання, рік.

Величина збитків через встановлення дефектних ЗЧ представлена в наступному вигляді:

$$C_{У} = C_{ПР} + C_{Р} + C_{ДПП},$$

Рисунок 1 - Теоретична залежність сумарних витрат від прийнятого методу контролю якості ЗЧ

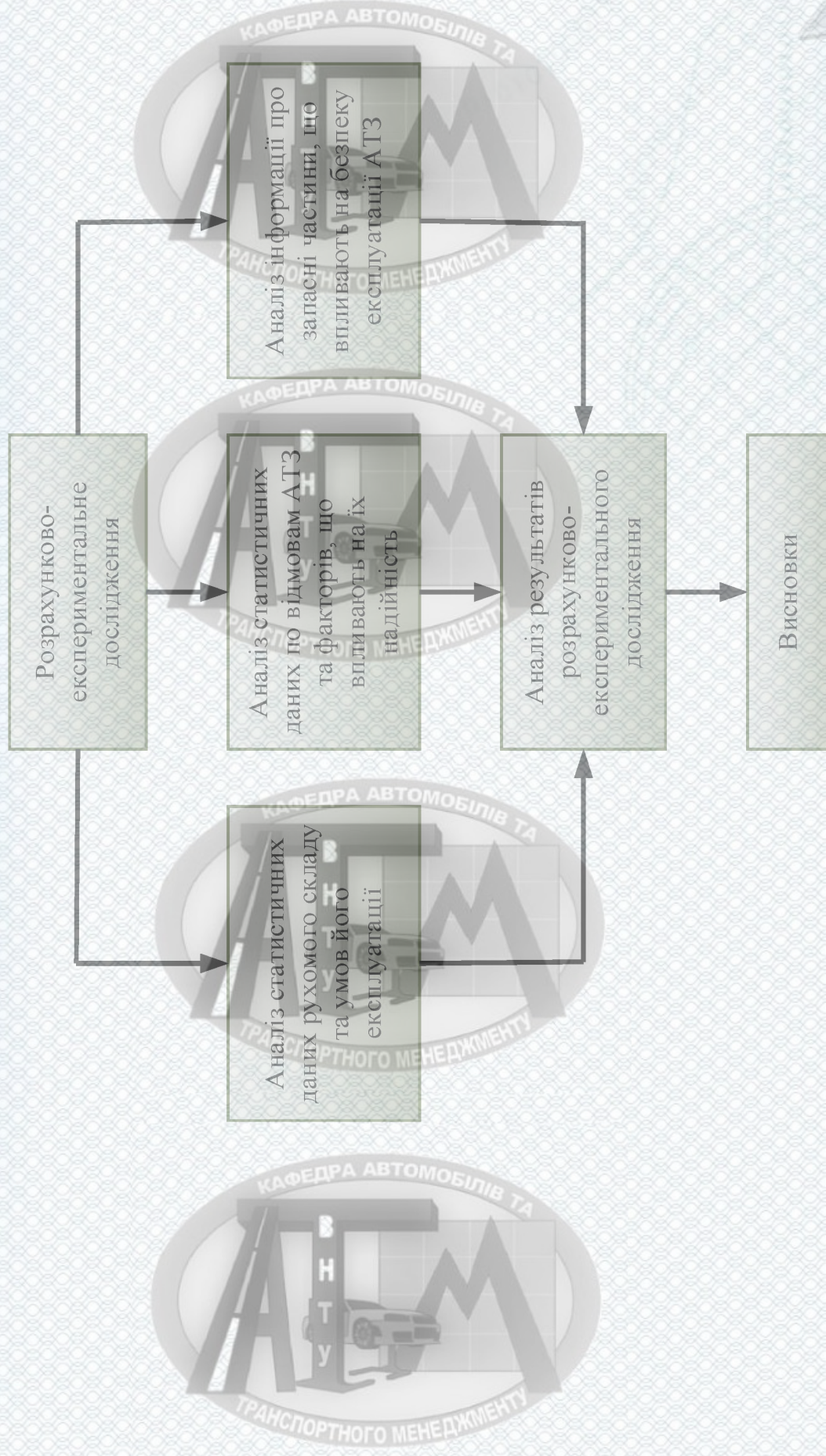


де  $C_{ПР}$  - збитки, зумовлені простоем АГЗ, грн.;

$C_{Р}$  - збитки, зумовлені витратами на ремонт, грн.;

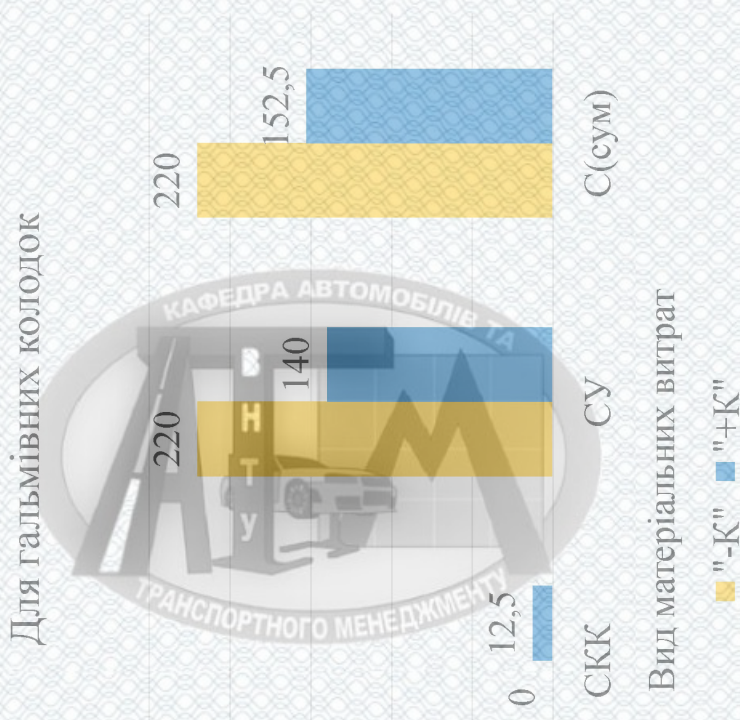
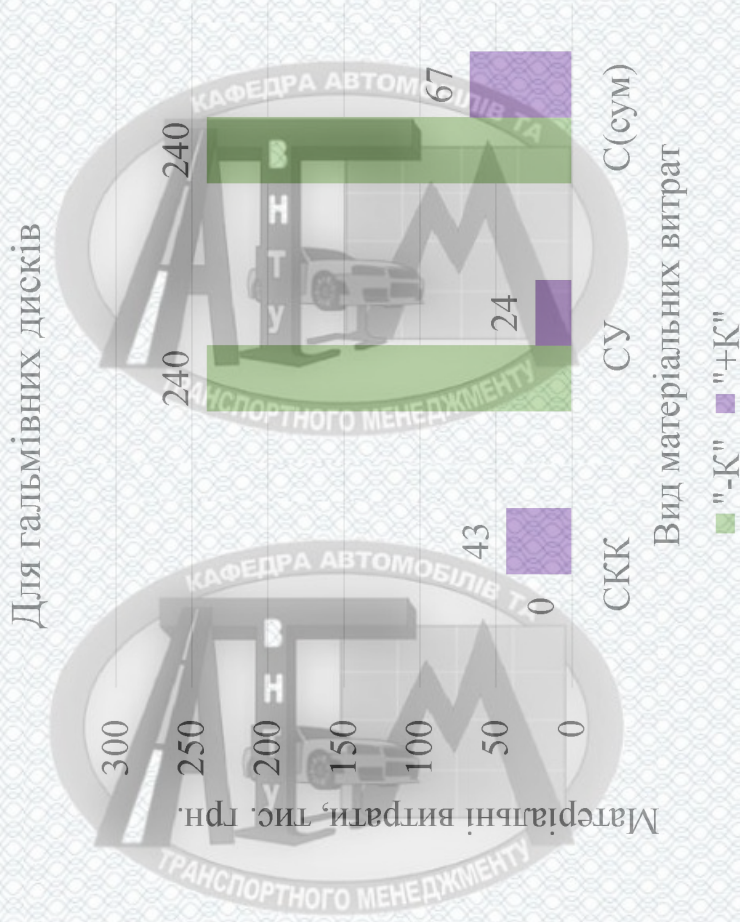
$C_{ДПП}$  - збитки, зумовлені наслідками ДТП, грн.

## Загальна методика розрахунково-експериментальних досліджень



**Результати визначення чисельних значень параметрів запропонованої математичної моделі**

Порівняльна оцінка витрат за відсутності та наявності контролю партії ЗЧ для ТОВ «ГРІН КУЛ»:



СКК – Матеріальні витрати на контроль якості

СУ - Величина матеріальних збитків через встановлення дефектних ЗЧ

Результати оцінки ризику виникнення відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин

Таблиця 1 – Коефіцієнт вагомості факторів, що впливають на ризик виникнення відмов

Ризик, $R_i$	Чинник ризику	Оцінка ризику, $r_{i,n}$	Коефіцієнт вагомості фактора, $\alpha_{i,n}$
$R_1$	✓ Система організації ТО та ПР.	1	0,07
	✓ Якість та доглядання регламенту ТО.	1	0,05
	✓ Несправності двигуна.	0	0,02
	✓ Несправності трансмісії.	1	0,07
$R_2$	✓ Несправності ходової частини, шин.	1	0,09
	✓ Несправності гальмівної системи.	1	0,12
	✓ Несправності кермового керування.	1	0,10
	✓ Несправності елементів електроустаткування.	1	0,04
$R_3$	✓ Дефекти кузова.	0	0,01
	✓ якість ЗЧ.	1	0,13
	...	...	...
$R_i$	i -ті фактори	-	-

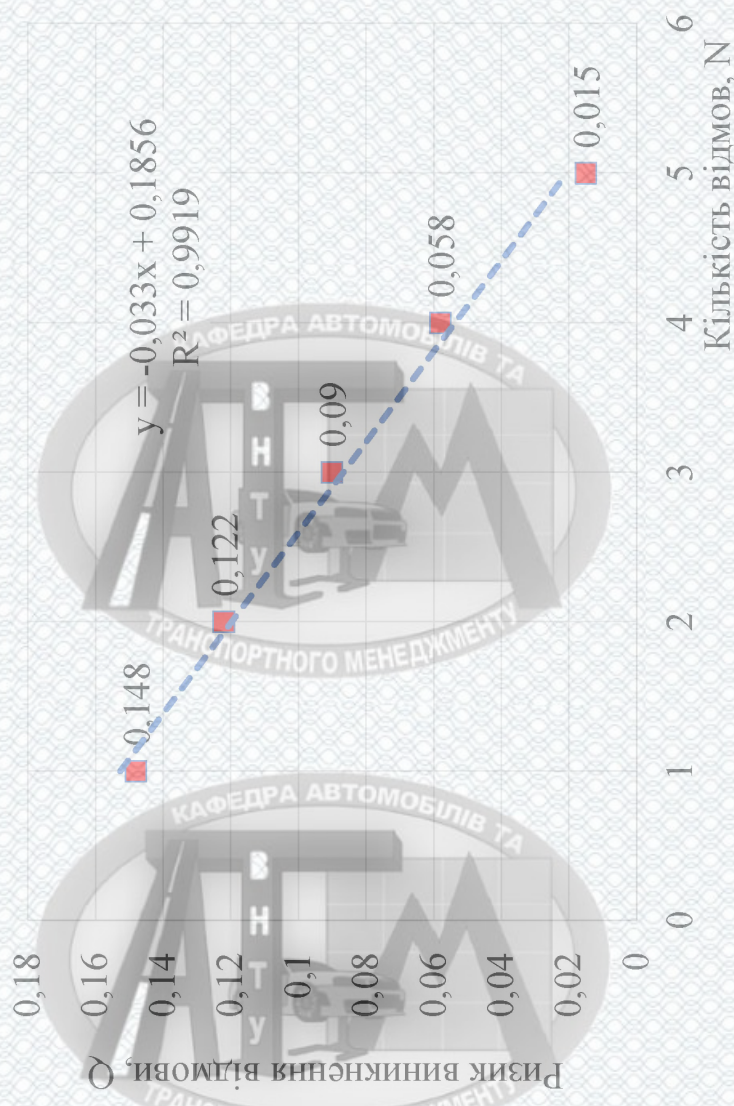


Рисунок 1 - Оцінка ризику відмов АТЗ через встановлення дефектних деталей (вузлів)

Оцінка впливу системи забезпечення якості запасних частин на техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу підприємства

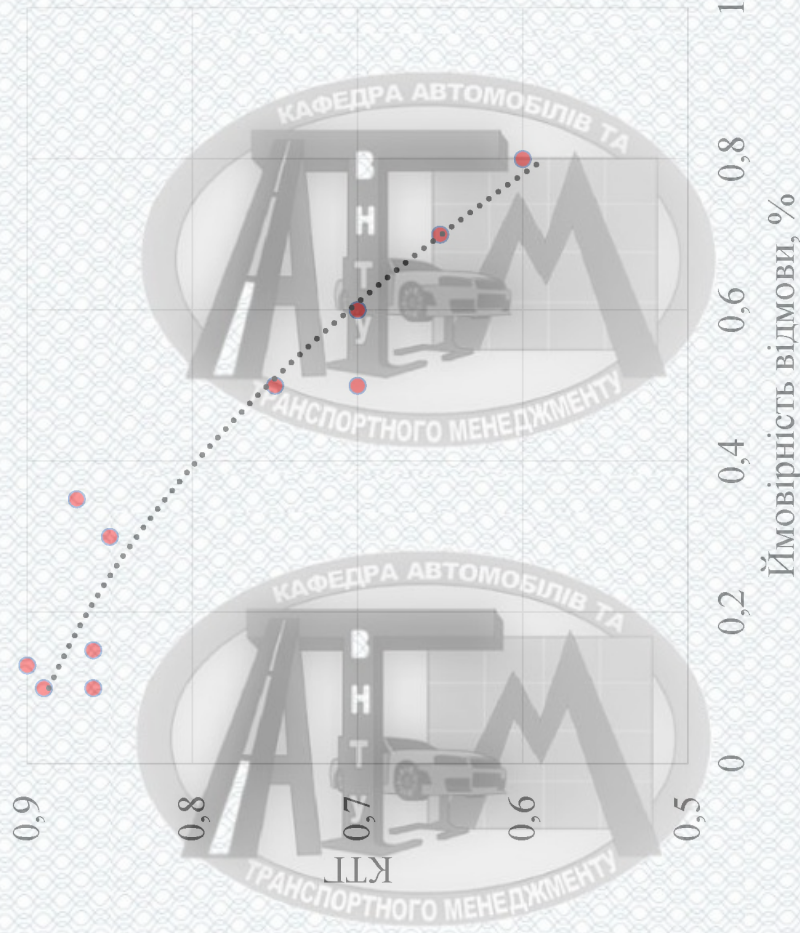


Рисунок 1 - Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на коефіцієнт технічної готовності парку ТОВ «ГРІН КУЛ»

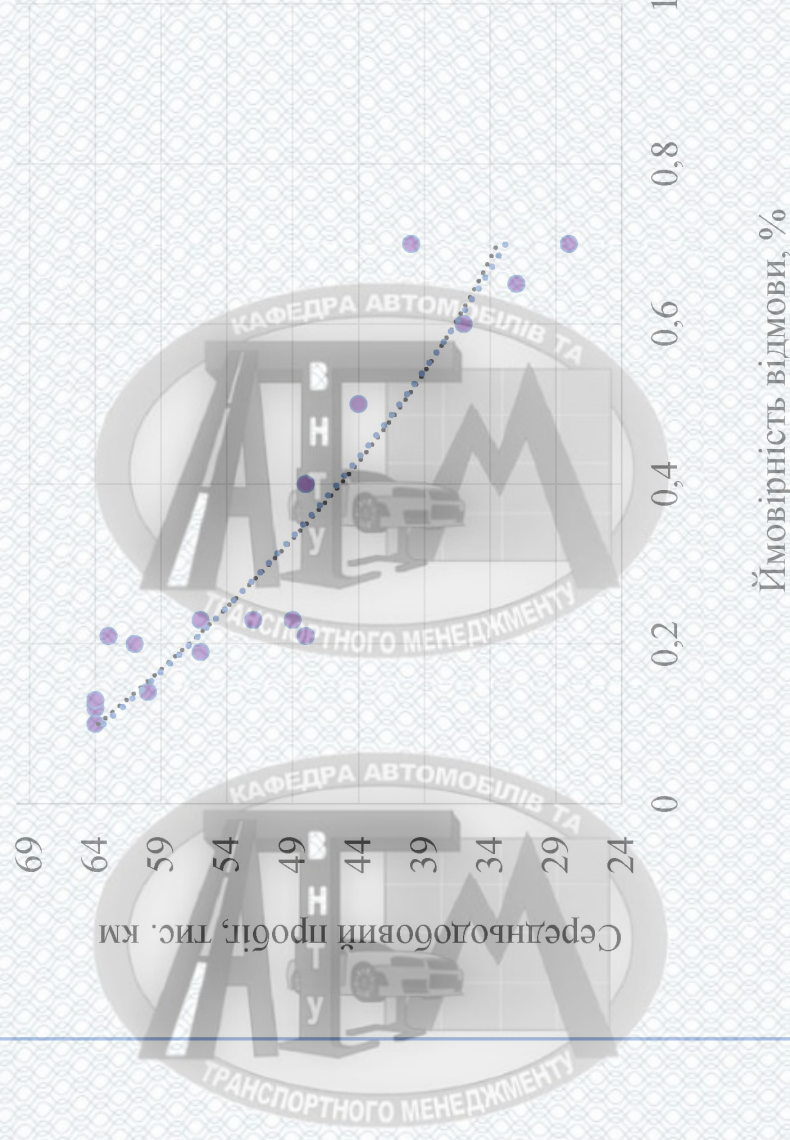


Рисунок 2 - Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на середньорічний пробіг рухомого складу ТОВ «ГРІН КУЛ»

Оцінка впливу системи забезпечення якості запасних частин на техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу підприємства (продовження)

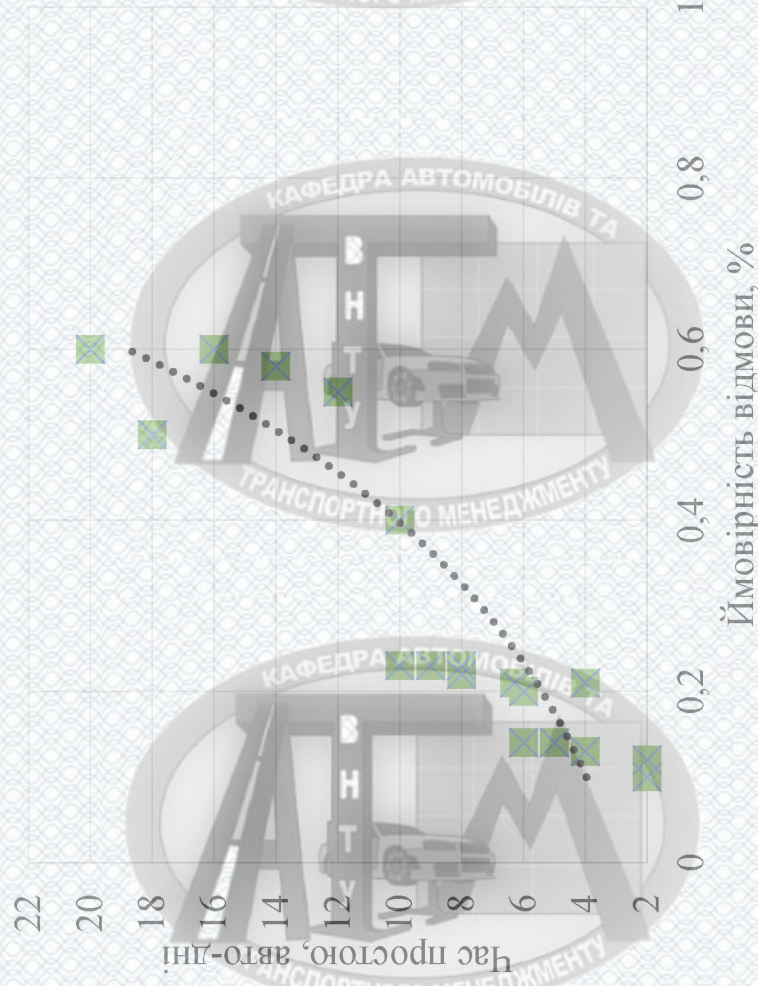


Рисунок 3 - Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на час простою рухомого складу в ремонті

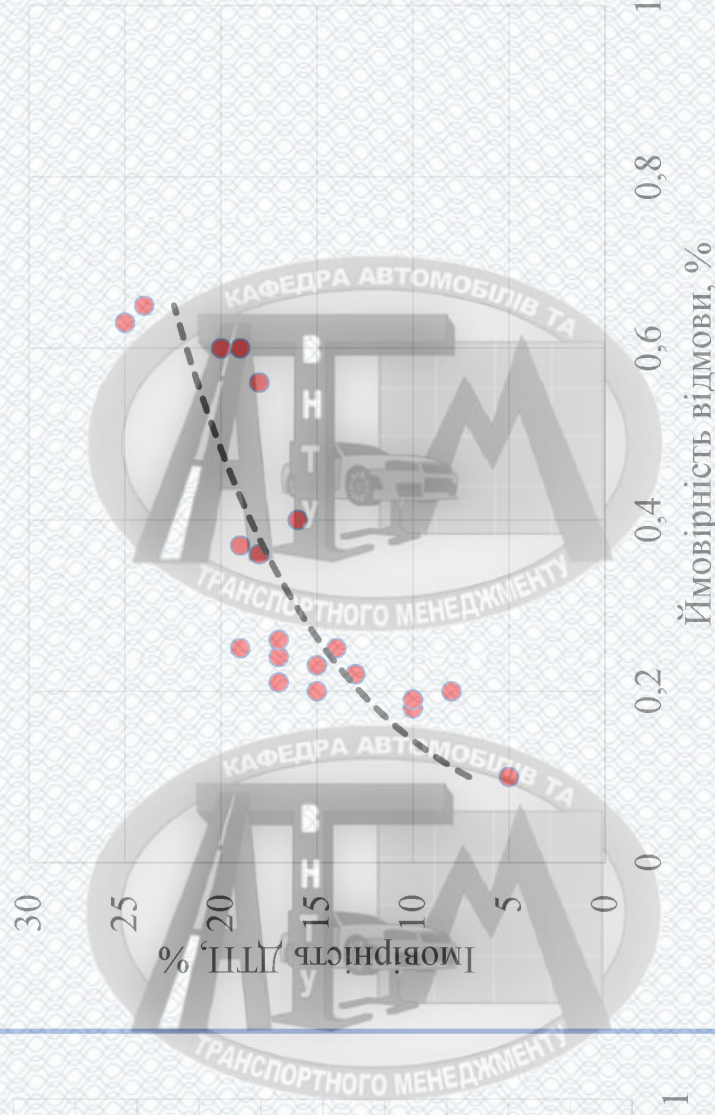


Рисунок 4 - Вплив ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на ймовірність ДТП (ТОВ «ГРІН КУЛ»)

Математичні моделі впливу ймовірності відмови АТЗ через встановлення дефектних ЗЧ на техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу ТОВ «ГРІН КУЛ».

Найменування показника	1	2	3	4	5
Значення показника	0,6	0,73	0,82	0,87	0,88
Ймовірність відмови, %	0,4	0,2	0,13	0,6	0,4
Значення показника	0,2	0,13	0,4	0,2	0,13
Значення показника	34 тис.км	42 тис.км	52 тис.км	60 тис.км	20 авто- дн.
Значення показника	0,6	0,4	0,2	0,13	9 авто- дн.
Значення показника	0,2	0,13	0,4	0,2	4 авто- дн.
Значення показника	0,13	0,6	0,4	0,2	3 авто- дн.
Значення показника	0,6	0,4	0,2	0,13	22%
Значення показника	0,4	0,2	0,13	0,6	14%
Значення показника	0,2	0,13	0,4	0,2	8,6%
Значення показника	0,13	0,6	0,4	0,2	7,3%
1 Коефіцієнт технічної готовності парку	0,6	0,73	0,82	0,87	0,88
2 Середньорічний пробіг АТЗ	0,4	0,2	0,13	0,6	0,4
3 Час простою АТЗ у ремонті	0,2	0,13	0,4	0,2	0,13
4 Ймовірність ДТП	0,13	0,6	0,4	0,2	0,13

Рівняння регресії	$R^2$
$y = -0,57x^2 + 0,0534x + 0,8912$	0,9803
$y = -40,747x^2 - 26,752x + 68,257$	0,9557
$y = 36,186x^{1,3353}$	0,93
$y = 35,847x^{0,8805}$	0,9036

## Аналіз роботи ТОВ «ГРІН КУЛ» із постачальниками запасних частин

ТОВ «ГРІН КУЛ» розташовано в м. Вінниці має два види складів ЗЧ: центральний та оборотний. Центральний склад приймає нові ЗЧ, що купуються у різних постачальників. Оборотний склад відповідає за відновлені деталі, вузли та агрегати, придатні для подальшої експлуатації.

Аналіз статистичних даних щодо відмов елементів трансмісії на ТОВ «ГРІН КУЛ» підтвердив, що одним із головних факторів, що впливає на ефективну роботу рухомого складу, є вибір постачальника ЗЧ, який готовий запропонувати якісні ЗЧ за прийнятну вартість.

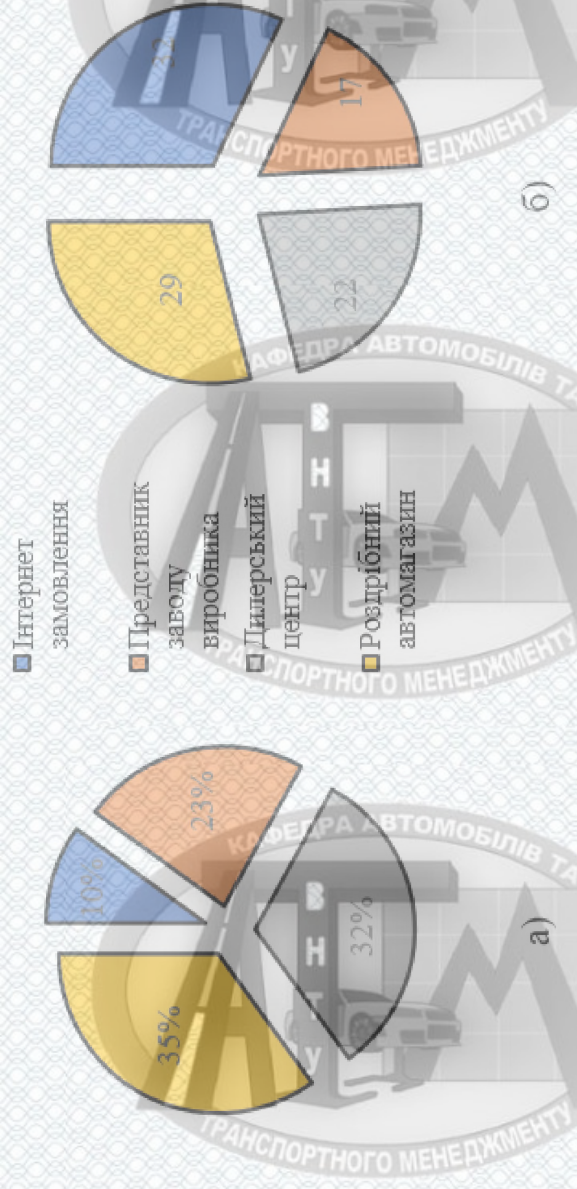


Рисунок 1 – Частка постачальників ЗЧ (а) та частка відмов АТЗ при різних постачальниках (б)

ТОВ «ГРІН КУЛ» співпрацює з різними постачальниками ЗЧ (рис. 4.1), серед яких є і заводи-виробники, і офіційні дилери, і спеціалізовані магазини, що знаходяться в даному регіоні.



## Визначення величини матеріальних збитків від наявності у партії дефектних запасних частин

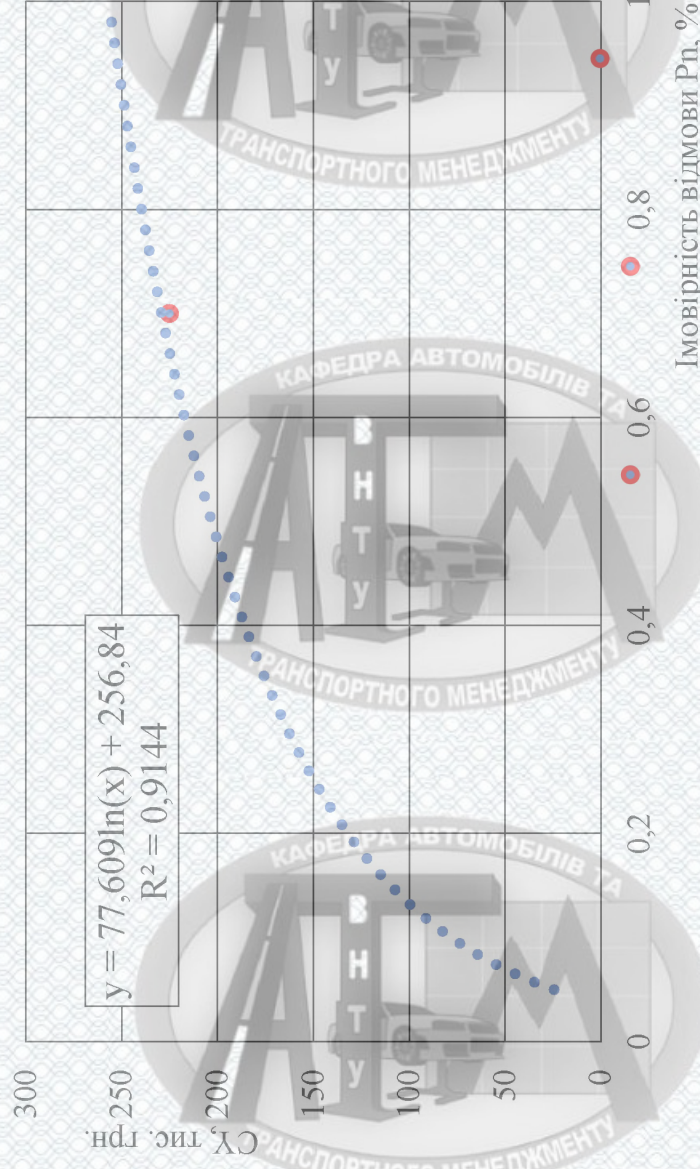
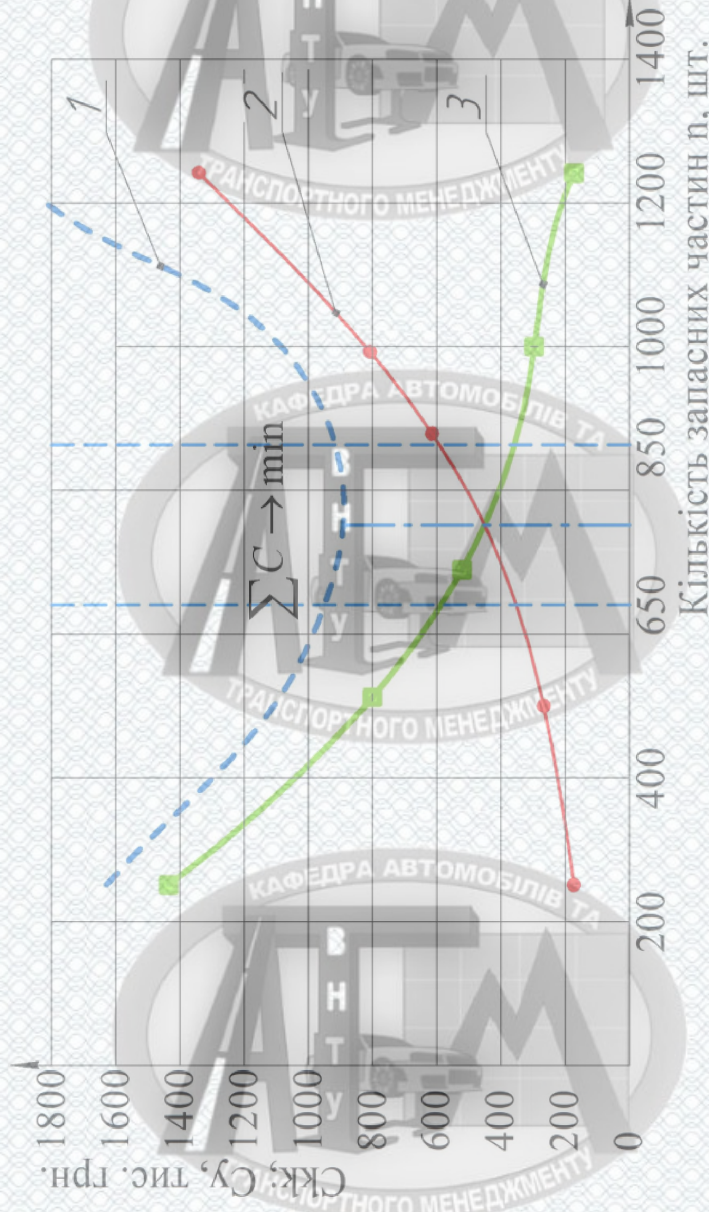


Рисунок 1 - Злежність величини матеріальної шкоди від ймовірності у партії дефектних ЗЧ (на прикладі карданних валів) на ТОВ «ГРІН КУЛІ»

Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що за наявності на підприємствах вхідного контролю якості ЗЧ, ймовірність попадання дефектних ЗЧ на склад у ремонт та подальшу їх експлуатацію зменшиться на 30 %.

Використання отриманих результатів практично дозволяє знизити величину шкоди від ймовірності у партії дефектних ЗЧ (карданні вали) на ТОВ «ГРІН КУЛІ» мінімум на 150 тис. грн. на рік.

## Визначення залежності матеріальних витрат від обсягу партії запасних частин



1 – загальні витрати; 2 – витрати на контроль якості ЗЧ; 3 - величина шкodi через встановлення дефектних ЗЧ.

Рисунок 1 - Залежність витрат від наявного вхідного контролю якості та обсягів використаних ЗЧ на ТОВ «ГРІН КУЛ»»

Згідно з графіком, наведеним на рисунку 4.3, інструментальний контроль доцільно проводити, коли загальні витрати прагнуть до мінімуму, і візуального з документальним видом контролю буде недостатньо для виявлення можливих невідповідностей у ЗЧ.

Розраховані загальні витрати на парк автомобілів становили 1,9 млн. грн. у рік, що у 18% менше, ніж за відсутності вхідного контролю ЗЧ на АТ ТОВ «ГРІН КУЛ». Впровадження даної системи дозволить збільшити КТГГ парку, мінімізувати шкodi з лінії АТЗ, знизити ймовірність відмов та аварійних ситуацій, а також знизити собівартість експлуатації АТЗ.

## ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень запропоновано ввести на ТОВ «ГРІН КУЛ» контроль запасних частин, що ґрунтується на наступних результатах:

1. Розроблено математичну модель впливу якості запасних частин на показники ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту, отже доцільність наявності на підприємствах автомобільного транспорту контролю якості запасних частин. Ця модель є універсальною і може бути застосована на різних транспортних підприємствах.
2. На основі проведених теоретичних досліджень вдосконалено методику оцінки ризику виникнення відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин, що відрізняється врахуванням комплексу ймовірнісних факторів, у тому числі величини збитків від дорожньо-транспортних пригод та збитків, обумовлених зниженням інтенсивності експлуатації автотранспортних засобів. Запропонована методика із застосуванням критерію ризику відмов автотранспортних засобів через встановлення дефектних запасних частин на ТОВ «ГРІН КУЛ» дозволила підвищити коефіцієнт технічної готовності парку на 12%, а показник аварійності знизити на 16%. Використання цього критерію показало доцільність застосування на підприємствах автомобільного транспорту контролю якості запасних частин.
3. Адекватність висунутих теоретичних положень підтверджено порівнянням теоретичних та експериментальних залежностей. Контроль якості проводився для запасних частин, що впливають на безпеку експлуатації автотранспортних засобів, який показав, що близько 10% карданних валів, 19% елементів гальмівної системи (диски, колодки) не відповідають значенням нормативно-технічної документації, отже, встановлення їх на автотранспортні засоби під час ремонту заборонено. Також контроль якості проводився для елементів кермового управління (вали), частка дефектних яких дорівнює  $\theta$ .
4. Проведено аналіз факторів, що впливають на коефіцієнт технічної готовності парку автотранспортного підприємства, який показав, що коефіцієнт вагомості такого фактора як якість запасних частин дорівнює 13%. Серед інших, найважливіших чинників, виділено систему організації та якість технічного обслуговування і ремонту (12%) та несправності гальмівної системи (12%). На основі отриманих даних розрахований ризик виникнення відмов ( $R=0,67$ ), який входить до інтервалу з високою ймовірністю виникнення.
5. Результати виконаного техніко-економічного аналізу дозволяють зробити висновок про те, що організація технічного обслуговування та ремонту автотранспортних засобів з врахуванням наявності контролю якості запасних частин забезпечує зниження загальних витрат на ТОВ «ГРІН КУЛ» на 18%, що становить 1,9 млн. грн. на рік на парк автомобілів.

ДОДАТОК Б  
 СЕРТИФІКАТ УЧАСНИКА МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
 КОНФЕРЕНЦІЇ



Міністерство освіти і науки України  
 Вінницький національний технічний університет  
 Державний університет «Житомирська політехніка»  
 Луцький національний технічний університет  
 Технічний університет Дрездена (м. Дрезден, Німеччина)  
 Університет Вітовта Великого (м. Каунас, Литва)  
 Технічний університет ім. Георгія Асакі (м. Ясси, Румунія)  
 Департамент транспорту та міської мобільності Вінницької міської ради



# СЕРТИФІКАТ

*Учасника XVI міжнародної науково-практичної конференції*

**«СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО  
 ТРАНСПОРТУ»**

*Збегерський Андрій Михайлович*



Голова програмного комітету  
 Ректор Вінницького національного  
 технічного університету

*Віктор Біліченко*

**Віктор Біліченко**

м. Вінниця, ВНТУ  
 23-25 жовтня 2023 року

## Додаток В

Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи  
на наявність текстових запозичень

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Покращення ефективності експлуатації рухомого складу товариства з обмеженою відповідальністю «ГРІН КУЛ» місто Вінниця шляхом організації контролю рівня запасів запасних частин на складі підприємства

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту  
(кафедра, факультет)

**Показники звіту подібності Unicheck**

Оригінальність 98,3 % Схожість 1,7 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

Особа, відповідальна за перевірку

  
(підпис)

Цимбал О.В.  
(прізвище, ініціали)

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

Автор роботи

  
(підпис)

Збегерський А.М.  
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

АНТОНЮК О.П.  
(прізвище, ініціали)