

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



**Пояснювальна записка**  
до магістерської кваліфікаційної роботи  
на тему «**Підвищення ефективності функціонування приватного підприємства «Автотранском» місто Вінниця шляхом забезпечення оптимальної кількості запасних частин»**»

Виконав: студент 2 курсу,  
групи 1АТ-18мз спеціальності 274 –  
Автомобільний транспорт  
**Поліщук О.І.**

Керівник: канд. техн. наук, ст. викл.  
Галушак Д.О.

Рецензент: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Вінниця – 2020 року

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ НА НОМЕНКЛАТУРУ ТА КІЛЬКІСТЬ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН .....	9
1.1 Загальна характеристика підприємства приватного підприємства «Автотранском» м. Вінниця.....	9
1.2 Аналіз впливу експлуатаційних факторів на зміну технічного стану автомобіля.....	13
1.3 Аналіз факторів, що впливають на зміни фізико-хімічних властивостей деталей автомобіля.....	21
1.4 Аналіз методів визначення номенклатури та кількості запасних частин для ремонту автомобілів.....	24
1.4.1 Прогнозування необхідної кількості запасних частин на основі ведучої функції параметра потоку відмов .....	25
1.4.2 Прогнозування необхідної кількості запасних частин при поступових відмовах деталей .....	27
1.4.3 Метод визначення оптимального ремонтного фонду .....	28
1.5 Вибір критеріїв оцінки ефективності застосування методу визначення номенклатури запасних частин на автотранспортному підприємстві.....	29
1.6 Висновки до розділу 1 .....	30
РОЗДІЛ 2 МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ТА НОМЕНКЛАТУРИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДЛЯ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ.....	32
2.1 Теоретичні основи планування матеріально-технічного забезпечення на автотранспортному підприємстві на підставі діагностування матеріалів і конструкцій.....	32
2.2 Теоретичне дослідження впливу надійності елементів автомобіля на номенклатуру та кількість запасних частин.....	36

2.3 Удосконалений метод визначення необхідної номенклатури запасних частин для ремонту автомобілів на підставі діагностування їх агрегатів.....	39
2.4 Удосконалений метод визначення необхідної кількості запасних частин для ремонту автомобілів з урахуванням зміни фізико-хімічних властивостей деталей.....	43
2.5 Аналіз математичних моделей визначення потреби в запасних частинах	49
2.6 Удосконалена математична модель визначення номенклатури та кількості запасних частин для ремонту автомобілів.....	53
2.7 Висновки до розділу 2 .....	56
<b>РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НОМЕНКЛАТУРИ ТА КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДЛЯ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА.</b>	<b>58</b>
3.1 Методика проведення експериментальних досліджень. Об'єкт дослідження .....	58
3.2 Обґрунтування необхідного об'єму вибірки.....	59
3.3 Вплив номенклатури та кількості запасних частин для ремонту автомобілів на техніко-економічні показники роботи підприємства.....	60
3.4 Висновки до розділу 3 .....	81
<b>РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>83</b>
4.1 Аналіз умов праці.....	83
4.2 Організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії..	84
4.2.1 Мікроклімат .....	84
4.2.2 Освітленість .....	85
4.2.3 Шум .....	87
4.2.4 Вібрація .....	87
4.3 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи ...	88
4.3.1 Електробезпека.....	89
4.4 Пожежна безпека.....	89
4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	91
4.6 Висновки до розділу 4 .....	92

ВИСНОВКИ.....	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	95
ДОДАТКИ.....	98



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Для підвищення ефективності функціонування автомобільного транспорту і закріплення конкурентних позицій автотранспортних підприємств на ринку транспортних послуг в загальному випадку необхідно вирішувати дві задачі: підвищення продуктивності транспортних засобів та зниження витрат на перевезення.

Для підвищення продуктивності транспортних засобів необхідна своєчасна підтримка їх в працездатному стані, забезпечення якої можливе за рахунок наявності необхідної номенклатури запасних частин на складі автотранспортного підприємства для ремонту автомобілів з мінімальним простоем. На зниження витрат на перевезення значною мірою впливає час простою при обслуговуванні та ремонті автомобілів, який безпосередньо пов'язаний з номенклатурою та кількістю запасних частин, які зберігаються на підприємстві.

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

**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження є підвищення техніко-економічних показників діяльності автотранспортного підприємства за рахунок врахування зміни показників надійності автомобілів під час експлуатації при визначенні номенклатури запасних частин.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- провести аналіз факторів, що впливають на зміну фізико-хімічних властивостей деталей автомобіля;

- проаналізувати існуючі методи визначення номенклатури запасних частин та визначити критерії оцінки ефективності застосування методу визначення номенклатури запасних частин на автотранспортному підприємстві;
- удосконалити метод визначення необхідної кількості та номенклатури запасних частин для ремонту автомобілів на підставі діагностування їх агрегатів;
- провести дослідження впливу номенклатури та кількості запасних частин для ремонту автомобілів на ефективність роботи АТП;
- провести аналіз економічного ефекту від запропонованої розробки.
- розробити заходи щодо забезпечення необхідного рівня охорони праці та праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

**Об'єкт дослідження** – процес визначення необхідної кількості та номенклатури запасних частин для ремонту автомобілів.

**Предмет дослідження** – методи визначення необхідної кількості та номенклатури запасних частин для ремонту автомобілів.

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

#### **Наукова новизна одержаних результатів.**

Запропоновано метод визначення необхідної кількості та номенклатури запасних частин для ремонту автомобілів з урахуванням зміни надійності автомобіля під час експлуатації.

#### **Практична значимість отриманих результатів.**

Результати розрахункового дослідження впливу номенклатури та кількості запасних частин для ремонту автомобілів на ефективність роботи автотранспортного підприємства.

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

розроблених у роботі методів, з відомими.

**Апробація результатів роботи.** Деякі положення та результати роботи доповідались та обговорювались на XLIX Науково-технічній конференції факультету машинобудування та транспорту (2020)» (Вінниця: ВНТУ, 2020).

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



# 1 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ВПЛИВУ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ НА НОМЕНКЛАТУРУ ТА КІЛЬКІСТЬ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

## 1.1 Загальна характеристика підприємства приватного підприємства «Автотранском» м. Вінниця

Приватне підприємство (ПП) «Автотранском» входить до складу публічного акціонерного товариства (ПАТ) «Концерн Галнафтогаз». ПП «Автотранском» налічує в своєму складі 14 автоколон на всій території України. У місті Вінниця розташована одна з найбільших та найпотужніших автоколон, яка знаходиться за адресом вул. Максимовича 6.

Підприємство було створене на основі відкритого акціонерного товариства "Вінницьке АТП 10554". До структури ПП «Автотранском» м. Вінниця входять:

- автоколону;
- ремонтна майстерня (станція технічного обслуговування легкових та вантажних автомобілів);
- фінансово-бухгалтерська служба;
- відділ експлуатації з диспетчерською, розрахунковою та контролюючими службами;
- технічний відділ;
- загальний відділ.

Основним напрямком роботи підприємства є перевезення вантажів на міжміських сполученнях та перевезення нафтопродуктів по Вінницькій та прилеглих областях. Ремонтна майстерня (СТО) здійснює ремонтні роботи як автомобілів самого підприємства, так і по замовленню. Вона розташована на території підприємства. Відділи та служби підприємства виконують управлінські функції. Дана організаційна структура дозволяє підвищити рівень управління та використання ресурсів підприємства.



Організаційна структура ПП «Автотранском», як і в більшості аналогічних підприємств в Україні - змішана. Головою транспортного підприємства є директор автоколони.

Директору підпорядковуються :

- заступник по експлуатації;
- головний бухгалтер;
- головний інженер.

Схема організаційної структури управління підприємства представлена на рисунку 1.1.

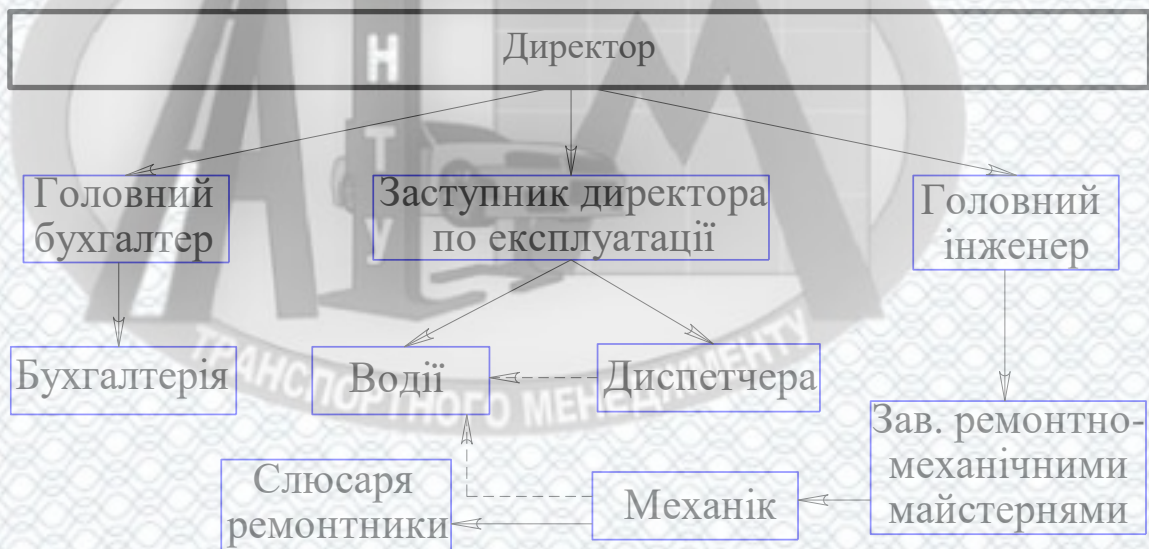


Рисунок 1.1 – Структура управління

Для виконання своїх задач по перевезенню вантажів, приватне ПП «Автотранском» має власний рухомий склад, дані про який наведені в табл. 1.1

Для міжміських перевезень загальних вантажів використовуються автопоїзди у складі тягачів марок КамАЗ, МАЗ та МАН з тентованими напівпричепами. Для перевезення нафтопродуктів використовуються автопоїзди у складі тягачів DAF з напівпричепами-цистернами ALI RIZA USTA 32 м<sup>3</sup>.

Таблиця 1.1 - Наявність автотранспорту на початок 2020 року

№ з/п	Марка а/м	Спис. К-ть	Номін. вантаж.	Загальна вантажопід.	АД в госп.	АТД в господ.
1	2	3	4	5	7	8
Міжміські перевезення (н/п бортовий тентований)						
1	МАЗ – 54323 тяг.	1	20,00	20,0	365	7300
2	КамАЗ – 5410 тяг.	3	16,00	48,0	1095	17520
3	КамАЗ – 54115 тяг.	3	20,00	60,0	1095	21900
4	КамАЗ – 54112 тяг.	2	20,00	40,00	730	14600
5	MAN – F 2000 тяг.	16	22,00	264,00	4380	96360
	Разом	25		492	8760	179580
Перевезення нафтопродуктів (н/п - цистерна)						
7	DAF FT CF 85.410 тяг.	47	25,6	1100,8	15695	401792

Групування рухомого складу в залежності від часу експлуатації показано в таблиці 1.2

Проаналізувавши дані з таблиці 1.2 можна зробити висновок, що на даному підприємстві налічується 22 автомобілі, які мають термін експлуатація від 8 до 10 років та 45 автомобілів з терміном експлуатації більше 10 років. Проте для автомобілів які здійснюють звичайні перевезення, середній вік складає приблизно 24 роки, а для автомобілів DAF, що виконують перевезення нафтопродуктів, середній вік складає 11 років.

Таблиця 1.2 – Групування рухомого складу в залежності від часу експлуатації.

Тип автомобіля	Всього	<3роки	3,1÷5	5,1÷8	8,1÷10	>10
1	2	3	4	5	6	7
<b>Звичайні перевезення</b>						
Автомобілів всього	24					24
в тому числі:						
– вантажні	24					24
– пасажирські автобуси	-	-	-	-	-	-
– пасажирські легкові автомобілі	-	-	-	-	-	-
– спеціальні автомобілі з них:	-	-	-	-	-	-
– легкові	-	-	-	-	-	-
– вантажні	-	-	-	-	-	24
<b>Перевезення нафтопродуктів</b>						
Автомобілів всього	43				22	21
в тому числі:						
– вантажні	43				22	21
– пасажирські автобуси	-	-	-	-	-	-
– пасажирські легкові автомобілі	-	-	-	-	-	-
– спеціальні автомобілі з них:	-	-	-	-	-	-
– легкові	-	-	-	-	-	-
– вантажні	-	-	-	-	22	21

Основним видом діяльності ПП «Автотранском» є надання послуг по перевезенню нафтопродуктів. Окрім того підприємство здійснює міжміські перевезення загальних вантажів. Крім цього підприємство займається виконанням експедиційних послуг, навантажувально-розвантажувальних робіт, виконує роботи по ремонту та технічному обслуговуванню транспортних засобів, що належать населенню, підприємствам та організаціям.

Основними клієнтами по перевезенню нафтопродуктів та наданню відповідних транспортно-експедиційних послуг є: Вінницька філія ПАТ

"Концерн Галнафтогаз". Поставки нафтопродуктів здійснюються від Вінницької нафтобази (вул. залізнична, 13):

- до мережі АЗС «Окко» Вінницької та прилеглих областях;
- оптовим замовникам у Вінницькій області, які закупають паливно-мастильні матеріали у ПАТ «Концерн Галнафтогаз».

Враховуючи те, що підприємство ПП «Автотранском» входить до складу ПАТ «Концерн Галнафтогаз», відповідно на даному ринку транспортних послуг воно є єдиним перевізником для мережі АЗС «Окко» та, відповідно, не має конкурентів.

## **1.2 Аналіз впливу експлуатаційних факторів на зміну технічного стану автомобіля**

Автомобіль є складною системою, яка призначена для здійснення транспортної роботи та характеризується багатьма параметрами, що визначають технічні і експлуатаційні показники цієї системи. Під системою розуміється упорядкована сукупність елементів, які призначені для виконання заданих функцій. Якщо розглядати автомобіль, то елементами є агрегати, вузли, механізми і деталі.

Всі елементи автомобіля (механізми, деталі, агрегати) володіють різними характеристиками стійкості до втрати робоздатного стану, на які впливають як внутрішні конструктивні чинники, що залежать від призначення і властивостей елемента, так і сукупність зовнішніх чинників, які характеризують умови експлуатації автомобіля. Сучасний автомобіль складається близько з 14...20 тис. деталей, з яких 6...8 тис. втрачають свої первинні властивості при експлуатації, причому близько 3 тис. деталей мають термін служби менший, ніж загальний у автомобіля. З них 80...90 деталей безпосередньо впливають на безпеку руху, а 150...250 деталей, «критичних по надійності», частіше за інших потребують заміни, викликають простої автомобілів, ресурсні витрати в експлуатації. Робоздатність елементів автомобіля визначається технічним станом.

Технічний стан є сукупністю властивостей об'єкту, що змінюються під час експлуатації, характеризуються в певний момент ознаками, відповідно з технічною документацією. Технічний стан самого автомобіля і його вузлів визначається кількісними показниками конструктивних параметрів:  $y_1, y_2, \dots, y_i$ .

Для двигуна – можуть бути розміри деталей циліндро-поршневої групи і кривошипно-шатунного механізму, для гальмівної системи - товщина гальмівних накладок, діаметрів гальмівних барабанів і зазорів між ними.

Безпосереднє вимірювання конструктивних параметрів багатьох виробів без часткового або повного розбирання вузла зазвичай неможливе. Для цих виробів при визначенні технічного стану використовують непрямі величини, які називаються діагностичними параметрами, що пов'язані з конструктивними параметрами і дають про них інформацію. Технічний стан двигуна можна визначити по зміні його потужності, витраті мастила, компресії в циліндрах, змісту продуктів зносу в мастилі.

Під час експлуатації автомобіля показники його технічного стану змінюються від початкових  $y_i$ , що відповідають новому виробу, до гранично допустимих  $y_{нд}$ , а потім і до граничних  $y_{гр}$ . Значення  $y_{гр}$  відповідає граничному стану, при якому його подальше застосування за призначенням неприпустимо або недоцільно.

Тривалість роботи деталі, яка вимірюється в кілометрах пробігу або в годинах, а у ряді випадків в одиницях виконаної роботи, називається напрацюванням. Напрацювання до граничного стану, обумовленого технічною документацією, називається ресурсом. Тоді в інтервалі пробігу (зона працездатності) деталь (виріб) вважається справним і може виконувати свої функції.

Якщо деталь (виріб) відповідає вимогам нормативно-технічної документації за всіма показниками, то він вважається справним. Якщо всі параметри виробу, які характеризують здатність виконувати необхідні функції, відповідають вимогам, встановленим нормативно-технічною документацією, то він визнається працездатним. Таким чином, що автомобіль може виконувати свої

функції, проте не відповідає всім вимогам нормативно-технічної документації (наприклад, деформоване крило), він працездатний, але несправний.

Якщо продовжувати експлуатацію автомобіля до стану  $y > y_{gr}$ , то трапиться відмова, що полягає в порушенні працездатності.

В даному випадку зупиняється транспортний процес (передчасне повернення з лінії, зупинка на лінії).

Роль гранично допустимого значення параметра полягає в тому, щоб своєчасно виявляти (попереджати) наближення моменту відмови для вживання відповідних заходів.

Для того, щоб своєчасно забезпечити попередження відмови елементу автомобіля необхідно володіти інформацією про причини зміни його технічного стану і про чинники, які визначають прояв цих причин, а також вплив їх на інтенсивність зміни технічного стану вузлів та елементів автомобіля.

Під час експлуатації автомобіль взаємодіє з навколишнім середовищем, а його деталі та елементи взаємодіють між собою. Ця взаємодія супроводжується навантаженням деталей, їх взаємним переміщенням, що викликають тертя, підвищення температури хімічні та інші перетворення і, як наслідок, зміна в процесі роботи фізико-хімічних властивостей і конструктивних параметрів: розмірів деталей і їх взаємного розташування, стану поверхонь, зазорів, та інших властивостей.

Працездатність автомобіля (та його елементів) напряму залежить від всіх видів дій, що роблять вплив на його технічний стан при експлуатації, а саме:

- механічні (статичні, динамічні навантаження від взаємодії із зовнішнім середовищем);
- теплові (температура навколишнього повітря, теплоутворення при робочих процесах);
- електромагнітні;
- хімічні (корозія від продуктів згорання палива і інших експлуатаційних матеріалів);
- атмосферні (атмосферна корозія).

Причини, які викликають зміну технічного стану автомобіля, можуть бути розділені на дві групи: випадкові дії і постійної.

Випадкові (стохастичні) зміни виникають в результаті непрогнозованих поломок унаслідок неправильної експлуатації, неправильного зберігання та обслуговування, неякісних комплектуючих, а також в результаті дорожньо-транспортної події.

Причинами постійної зміни (монотонної) технічного стану можуть бути: знос, корозія, старіння і накопичення відкладень.

Знос - ступінь зміни розмірів і ваги деталей. Знос залежить від матеріалу деталі (її фізико-хімічних властивостей), характеру взаємодії деталей (роду і виду тертя, макро- і мікрогеометрії поверхонь, посадки зв'язаних деталей), навантаження (статичного та динамічного), хімічної дії, тривалості дії.

Структурним проявом зносу є зношування. Зношуванням називаються процеси поступової зміни ваги і розмірів елементів автомобіля, що виникають унаслідок тертя зв'язаних деталей. Зовнішнє тертя (або просто тертя) - це явище опору відносному переміщенню, що виникає між двома тілами в зонах зіткнення поверхонь по дотичних ним. Зношування ділиться на механічне, молекулярно-механічне і корозійно-механічне.

Механічне зношування виникає в результаті механічних дій і підрозділяється на абразивне, ерозійне, кавітаційне зношування, фретінг. Абразивне зношування - найбільш поширений вид механічного зношування. Причиною абразивного зношування є попадання абразивних частинок на поверхні, що труться. Абразивні частинки можуть бути зовнішнього (пісок, пил) і внутрішнього (продукти зносу - стружка, механічний пил) походження. Частіше обидві групи частинок беруть участь в процесі зносу одночасно. При попаданні абразивних частинок на поверхні, що труться, відбувається різання, дряпання і руйнування поверхні з відділенням продуктів зносу, які, у свою чергу, збільшують інтенсивність зносу. Прикладом абразивного зносу є зношування гальмівних колодок автомобіля.

Різновидом абразивного зносу є гідро- і газоабразивне зношування, яке виникає в результаті дії твердих частинок, що знаходяться в рідині (газі) і переміщуються відносно тіла, що зношується.

Іншими видами механічного зношування є: ерозійне (гідро-, газоерозійне) зношування матеріалу, що відбувається в результаті дії потоку рідини і (або) газу на деталь; кавітаційне зношування (різновид гідроерозійного зношування); фретінг - вид механічного зношування тіл, що торкаються, в умовах малих відносних (коливальних) переміщень.

Наслідком зношування при фретінгу є вібрації контактуючих поверхонь або періодичних деформацій деталей. При цьому виді корозійно-механічного зношування має місце інтенсивне абразивне руйнування.

Існують наступні типи корозійних руйнувань металу: рівномірне, корозійне розтріскування, корозія плямами, підповерхнева корозія. Для міцності деталей особливо небезпечними є корозія крапками і корозійне розтріскування.

Молекулярно-механічне зношування поділяється на адгезійне і зношування при заїданні. Адгезійне зношування (адгезія - взаємне зчеплення контактуючих тіл під дією молекулярних сил), що виникає в зонах контакту поверхонь інтенсивної молекулярної взаємодії, пов'язане з перенесенням матеріалу і утворенням прошарків. В результаті можуть відбутися заїдання та відмова з'єднання.

Зношування при заїданні відбувається в результаті схоплювання, глибинного виривання матеріалу, перенесення його з однієї поверхні тертя на іншу і дії виниклих нерівностей на зв'язану поверхню.

При корозійно-механічному зношуванні, внаслідок окислення металу киснем, утворюється тонкий шар оксиду заліза (іржа), який потім відділяється від поверхні тертя частинами, що труться. Оскільки стійкість окисленої поверхні (іржа) до зносу значно нижче, ніж у не окисленої поверхні, то інтенсивність зношування в результаті постійного контакту з окислювачем (наприклад, з водою) підвищується. При терті кочення і значних деформаціях в поверхневих шарах легше проникає кисень і окисляє метал.



Корозія є агресивною дією середовища на деталі автомобіля, яка приводить до окислення металу та зниження його міцності, зміні його характеристик та властивостей і руйнуванню, а також погіршенню зовнішнього вигляду. Корозія металів (сплавів) може виникати унаслідок електрохімічної або хімічної дії зовнішнього середовища. Електрохімічна корозія виникає у вологій атмосфері, у водних розчинах кислот, лугів, солей. Хімічна корозія є проявом взаємодії металу з певним середовищем (киснем, воднем, азотом), таким чином атоми металу (сплаву) безпосередньо поєднуються хімічним зв'язком з атомами окислювачів.

Особливу увагу на інтенсивність зношування деталей автомобілів слід приділити при розгляді впливу на нього зовнішніх факторів, які безпосередньо взаємодіють з навколишнім середовищем, в перше чергу з дорожнім покриттям. Дослідження впливу опору кочення коліс зі сторони дороги та параметрів навколишнього середовища на показники руху транспортного засобу показали значні зміни стану деталей автомобіля під час експлуатації [1].

До інших постійно діючих причин зміни технічного стану елементів автомобіля відносяться старіння матеріалу і накопичення відкладень.

Старіння матеріалу визначається зміною його властивостей від часу і втратою технічних і експлуатаційних якостей в незалежності від виникаючих причин зміни технічного стану елемента. Більшою мірою ця властивість відноситься до неметалічних частин автомобіля.

Накопичення відкладень істотно впливає на ресурс роботи елемента автомобіля. Відкладення може виявлятися у вигляді накипу (система охолодження), нагару (свічки системи запалення), наносу (система мастила), змінюючи геометрію елемента і, таким чином, змінюючи його технічні характеристики. В деяких випадках накопичення відкладень може служити причиною відмовного стану елемента.

В результаті перерахованих дій погіршується функціонування елементів автомобіля, втрачається їх працездатність (поломка, знос, деформація, і т.п.). Найчастіше порушення працездатності обумовлене руйнуванням агрегатів

(вузлів) та їх елементів, що приводить до втрати експлуатаційних якостей і працездатності машин.

Причиною виникнення пошкоджень є перевищення допустимого рівня зовнішніх дії. Руйнування і пошкодження металевих деталей і їх сполучень здійснюються унаслідок фізичних і хімічних дій.

При фізичній дії виникають такі види руйнувань і пошкоджень:

- деформація - зміна форм і розмірів деталі під навантаженням. При цьому, якщо деталь після припинення дії навантаження знов набуває колишніх розмірів і форми, то говорять про пружну деформацію, інакше - про пластичну. Пластична деформація відбувається під дією силових навантажень, що перевищують межу текучості (при вигині, крученні, розтягуванні і зім'яло поверхонь);

- крихке руйнування відбувається без попередньої деформації і викликається нормальними напруженнями;

- в'язке руйнування відбувається при значній деформації дотичними навантаженнями;

- втомне руйнування (рам, валів, пружин, ресор, шатунів і інших деталей) має місце при циклічних навантаженнях, пов'язано з пластичною деформацією і приводить до повної втрати працездатності елемента;

- теплове руйнування (головки блоку циліндрів, поршнів, випускних колекторів) відбувається в результаті значних нагрівань, приводячи до руйнування створеної структури матеріалів, тобто до втрати первинних експлуатаційних властивостей;

- оплавлення деяких деталей (електроди свічок, контакти переривників і т.д.) з'являється при електромагнітних діях, коли унаслідок іскрових розрядів частинки переносяться з анода на катод.

В різних умовах експлуатації автомобіля показники його надійності будуть різними. Можна виділити наступні чинники, які впливають на інтенсивність зміни технічного стану автомобілів: виробничі, умови експлуатації, експлуатаційно-виробничі.

Виробничі чинники впливу на зміну технічного стану автомобіля складаються з: конструктивних особливостей даної марки автомобіля; надійності; однорідності виробництва (характеризується розсіюванням строків зношування одних і тих же деталей).

Умови експлуатації включають дорожні умови, природно-кліматичні, умови і інтенсивність руху, агресивність навколишнього середовища, сезонні умови.

Дорожні умови і рельєф місцевості визначають режим роботи автомобіля. Вони характеризуються технічною категорією дороги, виглядом і якістю дорожнього покриття, що визначають опір руху автомобіля, елементами дороги в плані і профілі (шириною дороги, радіусами закруглень, ухилом підйомів і спусків).

У свою чергу, режим роботи автомобіля впливає на надійність та інші властивості автомобіля і його агрегатів.

Знос і порушення дорожнього покриття збільшують ризик виникнення відмовного стану елементів та вузлів автомобіля на 13...32 %.

Умови і інтенсивність руху характеризуються впливом зовнішніх чинників на режим руху і, отже, на режим роботи автомобіля і його агрегатів. До цих чинників відносяться умови перевезення: швидкість руху, величина пробігу з навантаженням, коефіцієнт використання пробігу, коефіцієнт використання вантажопідйомності, коефіцієнт використання причепів, рід вантажу, що перевозиться.

Виділяються 3 групи інтенсивності експлуатації: 1) за межами приміської зони; 2) у малих містах (число жителів менше 100 тис. чол.) та в приміській зоні; 3) у великих містах (число жителів понад 100 тис. чол.).

Природно-кліматичні умови характеризуються температурою навколишнього повітря, вологістю, вітровим навантаженням, рівнем сонячної радіації і деякими іншими параметрами. Ці умови впливають на теплові та інші режими роботи агрегатів і відповідно на інтенсивність зміни їх технічного стану.

Для умов України виділяються райони холодного, помірно-холодного, помірно-жаркого, сухого, субтропічного клімату.

Сезонні умови пов'язані з коливаннями температури навколишнього повітря, зміною дорожніх умов за часом року, з появою ряду чинників, що впливають на інтенсивність зміни параметрів технічного стану автомобілів (пил - влітку, волога і грязь - восени і весною).

Агресивність навколишнього середовища пов'язана з корозійною активністю атмосферного повітря. Підвищена корозійна активність викликає інтенсивну корозію деталей автомобіля, збільшуючи трудомісткість технічного обслуговування і ремонту автомобіля, а також збільшення потреби в запасних частинах до 10%. При цьому ресурс автомобіля і періодичність технічного обслуговування скорочуються. Даний чинник впливу на інтенсивність зміни технічного стану автомобілів є характерним для прибережних морських районів.

Експлуатаційно-виробничі чинники визначають вплив технічного стану автомобіля і ефективності системи підтримки в технічно справному стані автомобіля на інтенсивність зміни характеристик його елементів. Експлуатаційно-виробничі – це такі чинники, як вік і зв'язаний з ним реальний технічний стан автомобіля, кваліфікація водія, якість вживаних експлуатаційних матеріалів (палив, технічних рідин), а також чинники, що характеризують рівень якості технічного обслуговування і ремонту.

### **1.3 Аналіз факторів, що впливають на зміни фізико-хімічних властивостей деталей автомобіля**

Надійність та технічний стан автомобілів погіршуються зі збільшенням пробігу авто та часу експлуатації. Частота поломок та відмов вузлів, деталей, або агрегатів, та трудомісткість їх усунення збільшується.

Існує багато праць, що присвячені проведенню досліджень, різних факторів, які впливають на надійність автомобілів. Дані роботи були проведені такими вченими: Кузнецов Е.С., Власов В.М., Болдин А.П., Туренко А.Н.,

Авдонькін Ф.Н., Лудченко О.А., Пронікова А.С., Мартисов Ю.Л., Канарчук В.Є., Полянський С.К. та інші [2-4].

Під час експлуатації автомобіля, його деталі зношуються та пошкоджуються, а також змінюються властивості матеріалів (пружність, зносостійкість і т.п.), з яких вони виготовлені. Наслідком цього є те, що надійність автомобіля погіршується.

Технічний стан автомобіля погіршується за рахунок дії на його деталі, вузли, та агрегати зовнішнього середовища, перевантаження, різних чинників, що пов'язані з умовами роботи автомобіля, та інші [4].

Надійність – це властивість автомобіля виконувати задані функції, зберігаючи в часі значення встановлених експлуатаційних показників у заданих межах, що відповідають заданим режимам і умовам використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання й транспортування.

На надійність автомобіля впливають багато різних факторів. Їх можна поділити на три групи: конструктивні, технологічні, експлуатаційні.

Конструктивні фактори - це група факторів, наслідком дії яких є виникнення поломок, що пов'язані з параметрами, які закладаються на етапі проектування.

Серед конструктивних факторів включають: розміри та форми деталей, точність взаємного розміщення поверхонь та осей деталей, правильний підбір посадок, жорсткість конструкції. Форми та розміри деталей впливають на величину тиску на поверхню деталі, концентрацію напружень, жорсткість конструкції забезпечує сприйняття навантажень.

Для підтримання техніко-економічних та екологічних показників автомобілів на належному рівні під час їх експлуатації проводяться роботи з модернізації систем та агрегатів. В першу чергу до цих робіт можна віднести дослідження по вдосконаленню трансмісії [5]. Зміна конструкції систем автомобіля може призвести до погіршення показників надійності, тому значна увага повинна бути приділена їх контролю, забезпеченню працездатності,

швидкого відновлення при поломці, та забезпеченню запасними частинами ремонтні підприємства.

Технологічні фактори - це група факторів, наслідком дії яких є виникнення поломок, що пов'язані з технологією та умовами виготовлення деталей автомобіля, та складанням його агрегатів. Технологічні фактори визначаються технологією виготовлення деталей, якістю матеріалів та складальних робіт.

Зменшення негативного впливу на надійність та технічний стан автомобіля, спричиненого дією конструктивно-технологічних факторів можливе за рахунок розробки більш вдалих конструктивних рішень та покращення технології виготовлення деталей і агрегатів автомобіля.

Найбільший вплив на надійність автомобіля здійснюють експлуатаційні фактори [6], а саме: інтенсивність експлуатації, термін експлуатації та пробіг з початку експлуатації.

Експлуатаційні фактори - це група факторів, під впливом яких виникають поломки під час експлуатації автомобіля.

Значна увага автомобілебудівників в даний час приділяється економічним та екологічним показникам транспортних засобів. Проводяться дослідження по покращенню показників силових установок автомобілів без їх глибокої модернізації. Це в першу чергу відноситься до двигунів внутрішнього згорання [7]. Потребує значної уваги контроль за зміною технічного стану систем автомобіля та корегування номенклатури та кількості запасних частин для відновлення його працездатності. Підвищення техніко-економічних та екологічних показників автомобіля можливо також за рахунок використання альтернативних видів палива. Найбільш актуальним на даний час є питання щодо використання біодизельних палив. Вибору критеріїв оцінки ефективності переведу дизельного двигуна на роботу на біодизельному пальному приділяється значна увага [8]. Також розробляються способи забезпечення необхідних техніко-економічних та експлуатаційних характеристик дизельного двигуна при переводі його на роботу на біодизельному паливі [9], а також

проводяться роботи по конструктивним змінам елементів паливної апаратури дизельних двигунів [10].

Всі ці роботи впливають на показники надійності автомобілів, потребують подальшого дослідження та визначення додаткової номенклатури запасних частин для відновлення працездатного стану модернізованих автомобілів під час експлуатації.

Надійність – комплексна властивість, що може містити в собі безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збережність у окремоті, або невизначене сполучення цих властивостей, як для автомобіля в цілому, так і для його частин [11]. При різних умовах експлуатації дані властивості мають різну значимість.

Для оцінки надійності автомобіля використовуються одиничні й комплексні показники надійності.

Одиничні показники надійності наступні: імовірність безвідмовної роботи, середнє напрацювання на відмову, середнє напрацювання до відмови, гамма-процентний наробіток до відмови, інтенсивність відмов і параметр потоку відмов - цими показниками оцінюють безвідмовність роботи автомобіля.

Комплексні показники застосовують для більш повної оцінки надійності. До них відносяться коефіцієнти готовності, технічного використання, оперативної готовності, планованого застосування та коефіцієнт зберігання ефективності.

#### **1.4 Аналіз методів визначення номенклатури та кількості запасних частин для ремонту автомобілів**

Для забезпечення своєчасного ремонту автомобіля необхідно зберігати певну номенклатуру та кількість запасних частин, витрати на закупівлю яких можуть складати значну суму.

Існують багато підходів до способів визначення необхідної кількості та номенклатури запасних частин, які описуються в різних методичних матеріалах та економічній літературі [20-22].

Серед них можна виділити наступні методи визначення номенклатури та кількості запасних частин для ремонту автомобілів:

- прогнозування необхідної кількості запасних частин на основі ведучої функції параметра потоку відмов;
- прогнозування необхідної кількості запасних частин при поступових відмовах деталей;
- метод визначення оптимального ремонтного фонду.

#### **1.4.1 Прогнозування необхідної кількості запасних частин на основі ведучої функції параметра потоку відмов**

Даний метод ґрунтується на визначення кількості запасних частин використовуючи ведучу функцію параметра потоку відмов для кожної деталі різних систем автомобіля.

Кількість запасних частин можна визначити за формулою:

$$H = \frac{\Omega(t)}{t},$$

де  $\Omega(t)$  – ведуча функція потоку відмов, що визначає накопичену кількість відмов на момент напрацювання;  $t$  – тривалість періоду, років.

Через варіацію напрацювань на відмови відбувається їх змішування. Функції ймовірностей перших і останніх відмов частково накладаються одна на одну (рис. 1.1).



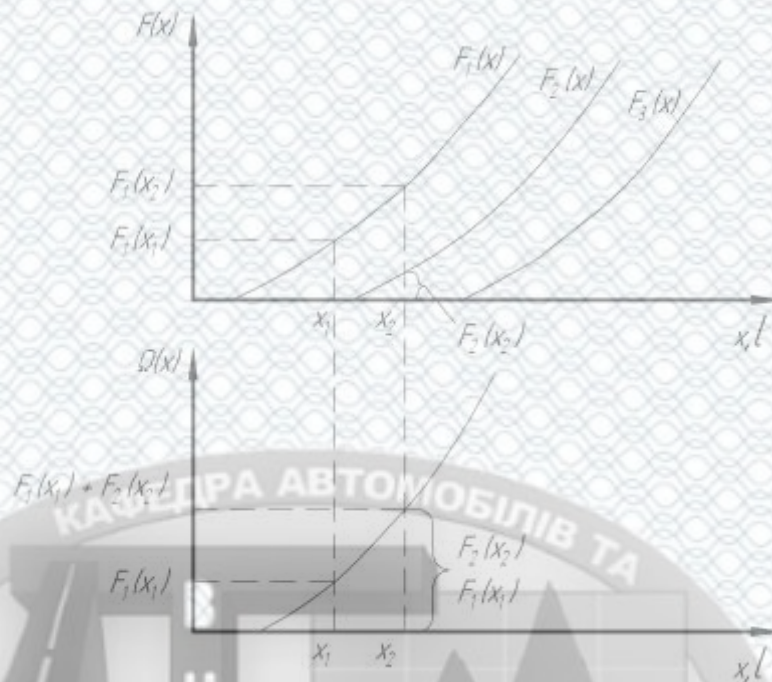


Рисунок 1.1 – Визначення ведучої функції параметра потоку відмов  
Ймовірна кількість відмов на пробіг  $x_1$  визначається за формулою:

$$\Omega(x_1) = F_1(x_1).$$

Для моменту  $x_2$  загальна кількість відмов буде визначатися як сума ймовірностей першої та другої відмов. Тому, загальна формула буде мати наступний вигляд:

$$\Omega(x) = \sum_{k=1}^{\infty} F_k(x_k).$$

У випадку, якщо ресурс деталі співвідноситься з середньорічним пробігом автомобіля, то середню норму витрати запасних частин можна розрахувати за формулою:

$$H = \left[ \frac{L_c \cdot t_a - L_1}{\eta \cdot L_1} + 0,5 \left( \frac{v^2}{\eta} + 1 \right) \right] \cdot \frac{100}{t_a},$$

де  $t_a$  – термін експлуатації автомобіля;  $L_1$  – ресурс до першої заміни;  $\nu$  – коефіцієнт варіації ресурсу деталі;  $L_c$  – середньорічний пробіг автомобіля;  $\eta$  – коефіцієнт відновлення ресурсу деталі при наступних замінах.

#### 1.4.2 Прогнозування необхідної кількості запасних частин при поступових відмовах деталей

Характеристики розподілу ресурсу різних деталей автомобіля по даним інтенсивності зношування можна визначити за допомогою наступних формул [23]:

- середній ресурс:

$$L_{cp} = \delta \cdot \frac{P_1(K)}{P_c(K)}$$

- середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma(L) = \frac{\delta}{P_c(K)} \sqrt{P_c(K) \cdot P_2(K) + P_1^2(K)},$$

де  $P_1(K)$ ,  $P_2(K)$ ,  $P_c(K)$  – інтегральні функції інтенсивності зносу деталей;  $\delta$  – відхилення гранично допустимого розміру деталі від номінального.

Кількість запасних частин, необхідних для забезпечення працездатного стану автомобіля на пробіг  $L$ , визначається по формулі:

$$m(L) = \frac{L}{L_{cp}} + x_a \frac{\sigma(L)\sqrt{L}}{\sqrt{L_{cp}^3}}, \quad (1.1)$$

де  $x_a$  - коефіцієнт нормального розподілу;

Таким чином, рівняння 1.1 дозволяє по даним інтенсивності зносу деталі визначити необхідну кількість запасних елементів на заданому пробігу автомобіля.

Даний спосіб визначення необхідної кількості запасних частин передбачає припущення, що інтенсивність зношування, є монотонною випадковою функцією.

### 1.4.3 Метод визначення оптимального ремонтного фонду [22]

Для визначення ремонтного фонду критерієм обирається мінімальний час простою автомобіля, що виник за рахунок відсутності запасної частини.

Використовуються такі характеристики експлуатаційної надійності: параметр потоку відмов і параметр потоку відновлення.

Вибір цих параметрів пояснюється тим, що вони охоплюють більшу кількість конструктивно-технологічних і експлуатаційних факторів, від яких залежить надійність автомобілів в заданих умовах експлуатації.

При визначенні ремонтного фонду враховується віковий склад автомобілів. Параметр потоку відновлення приймається сталим на протязі всього року.

Оптимальний розмір ремонтного фонду по номенклатурі розраховується за формулою:

$$A \geq \frac{N \cdot n \cdot \omega}{\beta},$$

де  $N$  – кількість однотипних автомобілів на підприємстві;  $n$  – кількість однотипних елементів ремонтного фонду;  $\omega$  – параметр потоку відмов;  $\beta$  – параметр потоку відновлення.

Провівши аналіз існуючих методів визначення необхідної кількості та номенклатури запасних частин, можна визначити їх основний недолік: дані методи не враховують вплив зміни надійності автомобіля на потребу в запасних частинах, що призводить до зменшення точності прогнозу необхідної номенклатури автомобільних запасних частин та збільшення витрат на

придбання та зберігання автомобільних запасних частин, які не використовуються.

### **1.5 Вибір критеріїв оцінки ефективності застосування методу визначення номенклатури запасних частин на автотранспортному підприємстві**

Для ефективного забезпечення підприємства необхідною кількістю та номенклатурою запасних частин, метод визначення номенклатури та кількості запасних частин повинен відповідати наступним вимогам [24]:

- враховувати напрацювання і термін перебування автомобілів в експлуатації, як ключові фактори, що впливають на витрату запасних частин під час їх експлуатації;
- забезпечувати коефіцієнт технічної готовності рухомого складу автотранспортного підприємства (АТП) в межах від 0,9 до 0,95;
- сприяти зменшенню тривалості простою рухомого складу автотранспортного підприємства під час ремонту;
- зменшити матеріальні витрати автотранспортного підприємства пов'язані з забезпеченням його рухомого складу відповідними запасними частинами та їх зберіганням;
- мати відносно просту практичну реалізацію.

Удосконалений метод визначення необхідної кількості та номенклатури запасних частин повинен враховувати три найважливіші фактори, які впливають на потребу підприємств в запасних частинах: надійність транспортного засобу; інтенсивність експлуатації деталі, вузла, або агрегату; вікова структура рухомого складу.

Удосконалений метод призначений для підтримки ефективного функціонування транспортних засобів на протязі їхньої експлуатації, що

досягається за рахунок зменшення часу простою при проведенні ремонтних робіт, спричинених відмовою тієї чи іншої деталі, вузла, або агрегату, внаслідок своєчасного одержання відповідної запасної частини.

Головним критерієм економічної ефективності автотранспортного підприємства при застосуванні методу визначення необхідної номенклатури та кількості запасних частин є економія витрат.

Тому, при прогнозуванні кількості та номенклатури запасних частин на автотранспортному підприємстві, за критерій оптимальності приймаємо мінімум сумарних витрат. Вони включають в себе витрати, пов'язані із закупівлею запасних частин, витрати на їх зберігання (орендна плата за складське приміщення, плата за комунальні послуги, заробітна плата комірнику) і т.п.

Фінансові витрати  $C_{min}$  визначаються за формулою:

$$C_{min} = C_{Д} + C_{люд.-год.} \cdot \sum_{i=1}^n T_i + C_{ЗБ},$$

де  $C_{Д}$  – ринкова вартість нової запасної частини;  $C_{люд.-год.}$  - ринкова вартість людино-години;  $T_i$  - трудомісткість  $i$ -ї типової операції;  $C_{ЗБ}$  - вартість зберігання необхідних запасних частин на складі АТП.

## 1.6 Висновки до розділу 1

Працездатність автомобіля визначається його технічним станом. Технічний стан - це сукупність властивостей об'єкту, що змінюються в процесі експлуатації, та характеризуються в певний момент ознаками, встановленими технічною документацією. Технічний стан автомобіля і його елементів визначається кількісними показниками конструктивних параметрів.

Працездатність автомобіля залежить від багатьох чинників, що впливають на його технічний стан, а саме: теплові, електромагнітні, хімічні, атмосферні.

Аналіз факторів, що впливають на надійність автомобіля показав, що найбільший вплив здійснюють експлуатаційні фактори, а саме: інтенсивність експлуатації, термін експлуатації та пробіг з початку експлуатації.

Надійність автомобіля характеризується багатьма показниками, основний з яких – імовірність безвідмовної роботи. Зі збільшенням терміну перебування автомобіля в експлуатації та зі збільшення напруження, імовірність його безвідмовної роботи зменшується, тобто надійність автомобіля погіршується, а потреба в запасних частинах зростає.

Аналіз методів визначення номенклатури та кількості запасних частин для ремонту автомобілів показав, що існуючі методи не враховують вплив зміни надійності автомобіля, що призводить до придбання та зберігання автомобільних запасних частин, які не використовуються, або відсутності необхідних деталей.

За критерій оптимальності, при визначенні необхідної кількості та номенклатури запасних частин на автотранспортному підприємстві, було прийнято мінімум сумарних витрат. Вони включають в себе витрати, пов'язані із закупівлею запасних частин, витрати на їх зберігання (орендна плата за складське приміщення, плата за комунальні послуги, заробітна плата комірнику), витрати на транспортування і т.п.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ТА НОМЕНКЛАТУРИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДЛЯ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

#### 2.1 Теоретичні основи планування матеріально-технічного забезпечення на автотранспортному підприємстві на підставі діагностування матеріалів і конструкцій

Матеріально-технічне забезпечення - це вид комерційної діяльності по забезпеченню матеріально-технічними ресурсами підприємств, головним завданням якого є визначення потреби підприємства в матеріальних ресурсах і джерелах їх покриття на розрахунковий період.

Розробка планів матеріально-технічного забезпечення сприяє успішному вирішенню проблем забезпечення сировиною, матеріалами, запасними частинами, паливом, енергією і іншими видами ресурсів, необхідних для ефективного існування підприємства. Одночасно з цим в плані матеріально-технічного забезпечення визначаються постачальники і термін постачань матеріалів.

В процесі розробки плану матеріально-технічного забезпечення, повинна передбачатися максимальна економія ресурсів. Це можна досягти за рахунок удосконалення методів розрахунку матеріально-технічних ресурсів. Економія матеріальних ресурсів сприяє зменшенню загальних витрат підприємства. Саме тому основним завданням плану матеріально-технічного забезпечення є визначення оптимальної потреби підприємства в матеріальних ресурсах для здійснення виробничо-господарської і комерційної діяльності.

Економічне значення матеріально-технічного забезпечення підприємства полягає в тому, щоб забезпечити:

- безперебійне забезпечення підприємства необхідними засобами виробництва;

- створення економічно обґрунтованих матеріальних запасів і маневрування матеріальними ресурсами;
- застосування прогресивних шляхів і засобів транспортування вантажів з метою прискорення і здешевлення процесу обміну;
- зменшення витрат щодо матеріально-технічного забезпечення підприємства.

План матеріально-технічного забезпечення складається з двох частин: розрахунок потреби в матеріально-технічних ресурсах та баланс матеріально-технічного забезпечення[25].

Важливе значення при плануванні матеріально-технічного забезпечення має аналіз ефективності використання матеріальних ресурсів, яка визначається з метою об'єктивної оцінки стану споживання ресурсів в основному і допоміжному виробництві, об'ємів запасів, контролю величини витрат на їх придбання і зберігання, ухвалення рішень по питаннях організації економії ресурсів і розробки шляхів раціонального використання. Ефективність використання ресурсів підприємства визначається за допомогою системи показників, які умовно можна поділити на дві групи, – загальні і конкретизовані.

Для автотранспортних підприємств до загальних показників можна віднести фактичні витрати матеріальних ресурсів на одиницю об'єму виконаної транспортної роботи. Ці показники визначаються у вартісних і натурально-вартісних виразах. Вони розраховуються в цілому по підприємству.

До конкретизованих показників відносяться коефіцієнт використання сировини і матеріалів, коефіцієнт використання рухомого складу.

Визначивши порядок розробки плану матеріально-технічного, розглянемо методи розрахунку потреби в матеріальних ресурсах.

Методи визначення потреби в ресурсах – це способи встановлення кількості матеріальних ресурсів, потрібних для здійснення виробничої і інших програм.

При плануванні потреби в матеріально-технічних ресурсах для основного виробництва використовуються різні методи розрахунків.



Основним вхідними даними для розрахунку потреби підприємства можуть бути статистичні дані використання матеріальних ресурсів за попередні періоди.

Найбільш загальними з методів розрахунку є метод прямого рахунку, який найширше використовується і ґрунтується на прогресивних нормах витрат матеріалів.

Метод прямого рахунку дозволяє отримати дані про величину планових витрат матеріалів.

Його суть полягає в тому, що розрахунки планової потреби матеріальних ресурсів проводяться шляхом перемножування норми витрат на відповідний об'єм виробництва або роботи в плановому періоді. Методом прямого рахунку визначається потреба в сировині, матеріалах, запасних частинах для забезпечення ефективної роботи підприємства.

Метод прямого рахунку має багато різновидів залежно від норм, виробничої програми. До методів прямого рахунку відносять: подетальний метод - на виробничу одиницю; метод по аналогах – по типових представниках, рецептурний метод та інші.

Запаси запасних частин на автотранспортних підприємствах утримуються для їх оперативного використання при виникненні поломок на автомобілях, для своєчасного ремонту, та забезпечення мінімального простою.

На підприємствах існує декілька видів запасів: транспортний, сезонний, підготовчий, технологічний, поточний (складський), резервний (страховий).

Виробничі запаси розраховують в натуральних, умовно-натуральних і вартісних виразах.

Поточний запас призначений для безперервного забезпечення підприємства експлуатаційними матеріалами в період між двома постачаннями матеріалів. Він є величиною змінної: досягає максимуму у момент надходження партії матеріалів, поступово зменшується в наслідок їх використання і стає мінімальним безпосередньо перед черговим надходженням.

Середній інтервал між постачаннями визначається шляхом ділення кількості днів в місяці на кількість визначених договором постачань.

Норма виробничих запасів у складі поточного запасу визначається, як правило, у розмірі 50% середнього інтервалу між постачаннями ресурсів від постачальників.

Максимальний поточний запас дорівнює партії матеріалів, яка залежить від інтервалу між двома постачаннями і середньодобовими витратами матеріалів:

$$T_{зmax} = B_{срдоб} \cdot t_n,$$

де  $B_{срдоб}$  – середньодобові витрати матеріалів в натуральному виразі;  $t_n$  – інтервал між надходженням чергових партій матеріальних ресурсів, днів.

Сезонний запас є різновидом поточного запасу і створюється, як правило, на зимовий період або у випадку, якщо постачання залежать від сезону. Технологічний запас включає час на підготовчі операції з виробничими запасами до можливого їх використання в технологічному процесі. Підготовчий запас необхідний на час підготовки доставлених на підприємство матеріальних запасів для виробничого споживання. Страховий запас гарантує безперервність функціонування підприємства у разі відхилень від прийнятих інтервалів постачань. Він визначається в межах до 50% від поточного запасу.

Транспортний запас визначається як різниця між часом перевозу вантажу від постачальника до споживачів і часом обороту платіжних документів.

Загальна норма виробничих запасів по видах матеріальних ресурсів в днях визначається по формулі:

$$Z = Z_{тр} + Z_{нд} + Z_{тх} + Z_{пот} + Z_{стр},$$

де  $Z_{тр}$  – транспортний запас;  $Z_{нд}$  – підготовчий запас;  $Z_{тх}$  – технологічний запас;  $Z_{пот}$  – поточний запас;  $Z_{стр}$  – страховий запас.

Отже, матеріально-технічне забезпечення - це діяльність по забезпеченню матеріально-технічними ресурсами підприємства. Основним завданням плану матеріально-технічне забезпечення є визначення оптимальної потреби підприємства в матеріальних.

Таким чином, без зберігання запасних частин для ремонту автомобілів на складі автотранспортного підприємства його ефективне функціонування є неможливим.

## **2.2 Теоретичне дослідження впливу надійності елементів автомобіля на номенклатуру та кількість запасних частин**

При зниженні надійності автомобіля потреба в запасних частинах зростає. Тому для підтримки автомобілів у працездатному стані з різною надійністю необхідна різна кількість запасних частин. В свою чергу, надійність автомобіля залежить від напрацювання та терміну експлуатації. Зі збільшенням цих двох параметрів потреба в запасних частинах зростає.

Критерієм оцінки надійності автомобіля обираємо безвідмовність (основну складову надійності, яка є одним з параметрів оцінки технічного стану автомобіля), властивість автомобіля безперервно зберігати робоздатний стан протягом певного часу або певного напрацювання. Для деталей автомобіля показниками надійності можуть бути ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, середнє напрацювання на відмову, параметр потоку відмов та інші характеристики [3].

Показники безвідмовності оцінюються теоретичними (точними) і статистичними (наближеними) рівняннями для регламентованих умов технічної експлуатації, ремонту, зберігання й транспортування. На практиці звичайно користуються статистичними рівняннями. Неминучими є коливання якості матеріалів, виробничих факторів і умов експлуатації, які приводять до розкиду властивостей, що характеризують надійність автомобіля. Внаслідок цього показники безвідмовності розглядають як імовірнісні статистичні величини, засновані на достатній інформації.

Показники безвідмовності є однозначними за умови, якщо їх оцінка здійснюється на основі даних, отриманих на однотипних об'єктах, які експлуатуються в наближено однакових умовах.

Імовірність безвідмовної роботи – імовірність того, що в заданому інтервалі пробігу або часу не виникне відмова будь-якої деталі, вузла, чи агрегату автомобіля.

На практиці імовірності безвідмовної роботи є функцією часу, причому вона є спадаючою функцією й може приймати значення від 1 до 0.

Цей показник визначається за формулою:

$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0},$$

де  $N_0$  – число однотипних об'єктів (елементів), які перебувають під контролем);  $n(t)$  – число об'єктів, які відмовили, за час  $t$ .

Імовірність безвідмовної роботи автомобіля змінюється як від напрацювання, так і від терміну перебування в експлуатації. Відповідно надійність автомобілів з однаковим терміном експлуатації, але різним напрацюванням з початку експлуатації буде відрізнятися.

Графічно функція  $P(t)$  зображена на рис. 2.1. Як видно із графіка, функція  $P(t)$  характеризує зміну надійності в часі і є досить наочною оцінкою [26].

З рис. 2.1 видно, що в автомобілів з однаковим терміном перебування в експлуатації, але з різним напрацюванням імовірність безвідмовної роботи різна. Також з рисунку видно, що при збільшенні напрацювання та терміну перебування автомобіля в експлуатації, його імовірність безвідмовної роботи зменшується, тобто надійність погіршується. А як наслідок, потреба автотранспортного підприємства в запасних частинах збільшиться.



Рисунок 2.1 - Залежність імовірності безвідмовної роботи автомобіля від часу:  $P_1(t)$ ,  $P_2(t)$ ,  $P_3(t)$  - імовірності безвідмовної роботи в момент часу  $t$  для автомобілів з напрацюванням  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  відповідно.

Ефективність проведення ТО і Р залежить від забезпечення автотранспортного підприємства запасними частинами. Існуючі методики визначення номенклатури та кількості запасних частин не повною мірою враховують дійсний технічний стан автомобіля. При розрахунку номенклатури та кількості запасних частин доцільно враховувати зміну технічного стану автомобіля під час експлуатації.

Також слід звернути увагу на вплив факторів навколишнього середовища на зміну технічного стану вузлів автомобіля [1]. Крім того модернізація вузлів та агрегатів автомобіля [5], застосування способів підвищення техніко-економічних і екологічних показників автомобіля [7] та використання альтернативних видів палива [8-10] впливає на технічний стан деталей автомобілів. Необхідно звернути увагу на вплив перерахованих факторів на визначення номенклатури та кількості запасних частин, які повинні знаходитися на АТП для відновлення працездатності автомобілів.

Отже, при визначенні номенклатури та кількості запасних частин, необхідно враховувати вплив зміни надійності автомобіля під час експлуатації. Тому для використання удосконаленого методу визначення номенклатури та

кількості запасних частин необхідно розробити алгоритм його реалізації, та математичну модель визначення номенклатури та кількості запасних частин, яка буде враховувати цей вплив.

### **2.3 Удосконалений метод визначення необхідної номенклатури запасних частин для ремонту автомобілів на підставі діагностування їх агрегатів**

Головною метою формування номенклатури запасних частин – є своєчасне обслуговування потреб автотранспортного підприємства. Якісний сервіс на автотранспортних підприємствах виключає які-небудь проблеми, що пов'язані із відсутністю запасних частин. Наявність запасних частин означає заміну їх в найкоротший термін та мінімальний простій транспортних засобів [27]. За основу удосконаленого методу визначення необхідної номенклатури запасних частин, взято метод розрахунку номенклатури запасних частин способом ABC [28].

В даному методі автомобілі розподіляються по марках та моделях. Вся номенклатура деталей конкретної марки та моделі автомобіля ділиться на три групи: А – деталі високого попиту, В – середнього і С – малого попиту. Єдиний вартісний критерій дозволяє визначити номенклатуру деталей групи А і дає їх верхню вартісну оцінку. Комплексний критерій обмежує загальну номенклатуру деталей груп А і В та також дає їх вартісну оцінку, всі інші деталі входять в групу С.

Недоліком існуючого способу є те, що в ньому не враховується зміна надійності автомобіля під час його експлуатації, що призводить при збільшенні терміну перебування автомобіля в експлуатації до зменшення точності визначення номенклатури автомобільних запасних частин, необхідної для ефективного функціонування транспортних засобів та збільшення витрат на придбання та зберігання невикористаних автомобільних запасних частин.

Використання удосконаленого методу визначення необхідної номенклатури запасних частин повинно підвищити коефіцієнт технічної

готовності автомобілів, та зменшити витрати на придбання та зберігання невикористаних автомобільних запасних частин на складі.

В удосконаленому методі визначення необхідної номенклатури запасних частин для ремонту засобів транспорту автомобілі розподіляються по марках та моделях. Для врахування впливу зміни надійності автомобіля після розподілу їх необхідно додатково розподілити на підгрупи по терміну перебування автомобіля в експлуатації, та по напрацюванню. Вся номенклатура деталей кожної підгрупи ділиться на групи: А – деталі високого попиту, В – середнього і С – малого попиту. Розраховується єдиний вартісний критерій, за допомогою якого визначається номенклатура деталей групи А і дається їх верхня вартісна оцінка. Визначається комплексний критерій, за допомогою якого обмежується загальна номенклатура деталей груп А і В та також дається їх вартісну оцінку. Всі інші деталі входять в групу С. Формується загальна номенклатура запасних частин, яка необхідна для підтримання коефіцієнту технічної готовності автомобілів на заданому рівні та справного стану автомобілів на протязі розрахункового терміну їх експлуатації.

Номенклатурні групи АВС визначаються за допомогою графіка, що зображений на рис. 2.2 [28], де 1 – накопичені витрати на запасні частини по всій номенклатурі деталей; 2 – дотична  $L - M$  до кривої номенклатурних витрат ( $OO'D$  – група А); 3 – дотична  $L' - M'$  до кривої  $O'O''D$  (групи А+В).

Удосконалений метод визначення необхідної номенклатури запасних частин для ремонту засобів транспорту здійснюється наступним чином. Попередньо автомобілі розподіляються по марках і моделях на підгрупи терміну перебування їх в експлуатації та по напрацюванню. Проводиться аналіз кількості замін деталей, вузлів, агрегатів, які виникли з технічних причин за попередній період експлуатації автомобілів.

Розраховується єдиний вартісний критерій в кожній підгрупі автомобілів для кожної деталі:

$$C_i = M_i(C_{зчi} + C_{твi} + C_i),$$

де  $M_i$  – кількість  $i$ -х деталей, витрачених за певний інтервал часу (або пробіг

автомобіля);  $C_{зчи}$  – оптова ціна  $i$ -ї деталі;  $C_{тві}$  – вартість трудовитрат на усунення відмови  $i$ -ї деталі;  $C_i$  – втрати прибутку підприємства, пов'язані з простоем автомобіля в ремонті, зокрема, через відсутність  $i$ -ї запасної частини.

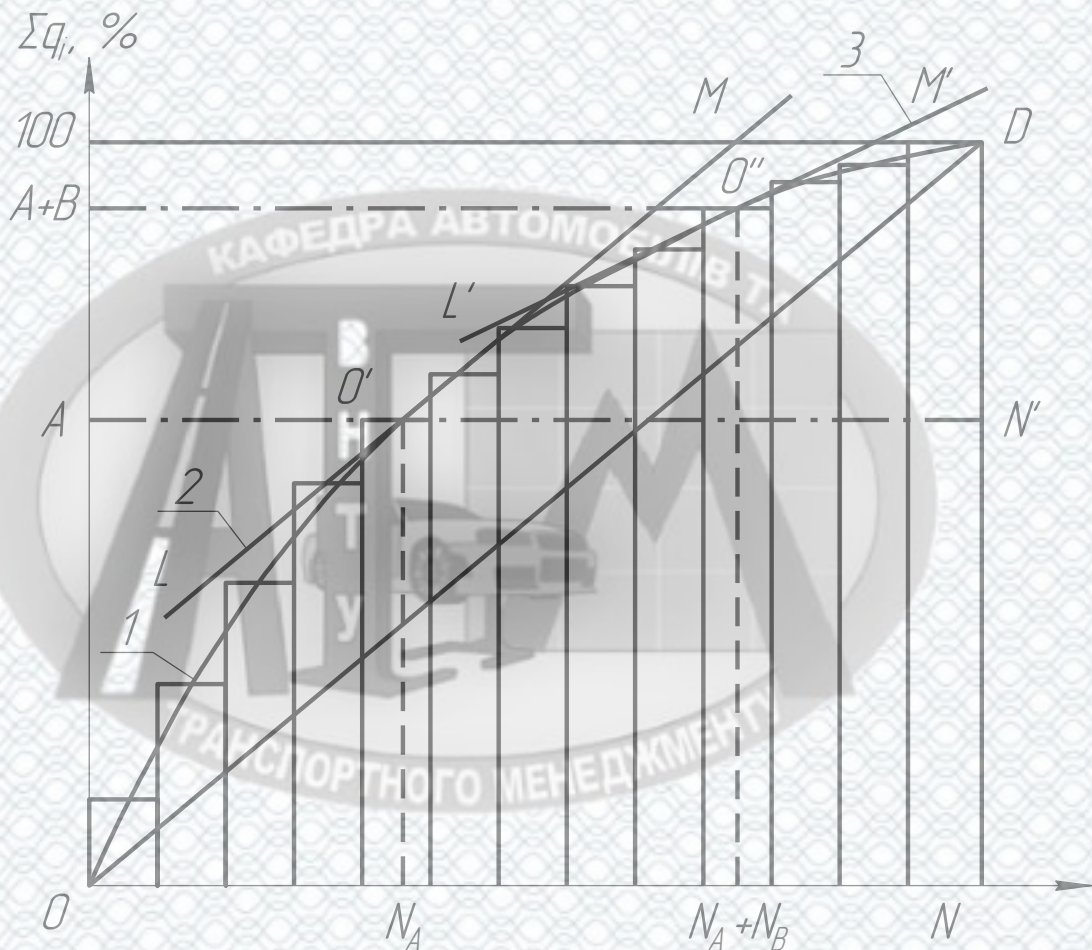


Рисунок 2.2 - Визначення номенклатурних груп ABC

Отримані значення  $C_i$  розташовуються в порядку спадання:

$$C_a \geq C_b \geq \dots \geq C_i \dots \geq C_m,$$

і проводяться присвоєння нових індексів:  $a = 1, b = 2, \dots, m = N,$

де  $N$  – загальна кількість найменувань деталей (номенклатура), тобто:

$$C_1 \geq C_2 \geq \dots \geq C_i \dots \geq C_N,$$



Для зручності розрахунків вводяться відносні величини даних вартісних показників  $q_i$  (у відсотках), тим самим проводиться нормування показників:

$$q_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^N C_i} \cdot 100\%.$$

Величини  $q_i$  підсумовуються наростаючим підсумком  $q_{\Sigma i} = \sum q_i$  і представляються у вигляді графіка, який зображено на рис. 2.2.

На осі ординат наносяться значення  $q_{\Sigma i}$ , на осі абсцис – індекси 1, 2, ...,  $i$ , ...,  $N$ , відповідні привласненим номерам позицій номенклатури запасних частин. Точки з координатами  $(q_{\Sigma i}; i)$  на графіку з'єднуються плавною кривою  $OO'D$ , яка в загальному випадку є опуклою.

Потім проводиться дотична  $LM$  до кумулятивної кривої  $OO'D$ , паралельно прямій  $OD$ .

Пряма  $OD$  відповідає рівномірному розподілу витрат по всій номенклатурі, тобто характеризує частку «певної» деталі в загальному показнику:

$$\frac{1}{q_{\Sigma i}} = \frac{100}{N}.$$

Абсциса точки дотику  $O'$ , заокруглена до найближчого цілого значення, відокремлює від всієї номенклатури деталей першу групу  $N_A$  (група  $A$ ), в яку входять деталі з показниками  $q_{\Sigma i} \geq \bar{q}_{\Sigma i}$ . Відповідно ордината точки  $O'$  –  $q_{\Sigma i}$  вказує частку групи деталей в загальному показнику  $q_{\Sigma i}$ . Необхідно з'єднати точку  $O'$  з точкою  $D$  і провести дотичну до кривої  $O'O''D$ , паралельну прямій  $O'D$ .

Абсциса точки дотику  $O''$  ділить номенклатуру деталей, що залишилася, також на дві групи ( $B$  і  $C$ ).

Частка «усередненої» деталі, що залишилася, складе:

$$\overline{q_{\Sigma i}} = \frac{100 - q_{\Sigma A}}{N - N_A},$$

де  $N_A$  – число деталей (номенклатура) групи  $A$ .

Таким чином, в групу  $B$  потрапляють деталі з показником  $q_{\Sigma b}$ , що підкоряється нерівності:

$$\overline{q_{\Sigma i}} \leq q_{\Sigma b} \leq q_{\Sigma N}.$$

На підставі проведених розрахунків необхідної номенклатури автомобільних запасних частин приймається рішення про забезпечення підприємства загальною номенклатурою автомобільних запасних частин, необхідних для підтримання коефіцієнту технічної готовності автомобілів на заданому рівні на протязі розрахункового терміну їх експлуатації.

#### **2.4 Удосконалений метод визначення необхідної кількості запасних частин для ремонту автомобілів з урахуванням зміни фізико-хімічних властивостей деталей**

В основі удосконаленого методу визначення необхідної кількості запасних частин лежить метод, який був запропонований професором Поляковим А.П, та реалізований Антоноюком О.П. [29]. Відмінністю від існуючого методу є те, що в удосконаленому методі кількість запасних частин розраховується не тільки для окремого елемента, вузла, чи агрегату, а і для автомобіля в цілому.

Удосконалений метод визначення необхідної кількості запасних частин призначений для підтримки працездатного стану автомобілів під час їх експлуатації. Для збільшення ефективності функціонування автомобілів необхідно зменшити час його простою в очікуванні запасних частин при проведенні ремонтних робіт, спричинених відмовою тієї чи іншої деталі (вузла, агрегату), внаслідок своєчасного одержання відповідної кількості та номенклатури запасних частин.

Необхідні вихідні дані:

- термін перебування автомобіля в експлуатації,  $T$ , років;
- пробіг автомобіля з початку експлуатації,  $S$ , тис.км;
- кількість автомобілів певної вікової групи та підгрупи по напрацюванню;
- кількість однойменних деталей, встановлених на автомобілі.

Удосконалений метод визначення необхідної кількості запасних частин реалізується послідовністю виконання наступних етапів:

1. Поділ автомобілів на групи та підгрупи по терміну перебування в експлуатації та по напрацюванню.
2. Формування статистичної інформації по поломкам автомобілів за попередній період експлуатації.
3. В залежності від терміну перебування автомобіля в експлуатації та напрацювання, проведення розрахунку параметру потоку відмов.
4. Проведення апроксимації отриманих залежностей параметрів потоків замін деталей, вузлів, агрегатів автомобілів від напрацювання і терміну їх перебування в експлуатації.
5. Визначення необхідної кількості запасних частин, необхідних для підтримання справного стану автомобілів.

При розрахунку безвідмовності різних механічних систем, зокрема автомобілів, по критерію факту відмови їх можна представити у вигляді структурних схем з послідовним, паралельним з'єднанням елементів, з паралельним з'єднанням окремих елементів і т.п.

В системі з послідовним з'єднанням елементів, відмова одного елементу призводить до відмови всієї системи.

Тоді, ймовірність безвідмовної роботи системи при відомих ймовірностях безвідмовної роботи елементів системи визначається по формулі:

$$P_C = P_1(t)P_2(t)...P_n(t), \quad (2.1)$$

де  $P_1(t)P_2(t)...P_n(t)$  - ймовірності безвідмовної роботи 1, 2, 3, ...,  $n$ -го елементів за час  $t$ ;  $n$  - число елементів системи.

У випадку, коли відомі закони зміни інтенсивності  $\lambda_i(t)$  відмов елементів системи, то ймовірність безвідмовної роботи визначається:

$$P_C(t) = \exp \left[ - \sum_{k=1}^n \int_0^t \lambda_k(\tau) d\tau \right]. \quad (2.2)$$

Розрахунок по формулі 2.2 може бути виконаний для, будь-якого часу неперервної роботи системи, розрахунок по формулі 2.1 - лише для того часу  $t$  для якого відомі  $P_i(t)$ .

Ймовірність безвідмовної роботи системи, в якій частина послідовно сполучених елементів працює менший термін, ніж система в цілому, розраховується по такій формулі:

$$P_C(t, \Delta t') = \prod_{i=1}^n P_i(t_{0i}, \Delta t'_i), \quad (2.3)$$

де  $P_i(t_{0i}, \Delta t'_i)$  - ймовірність безвідмовної роботи  $i$ -го елемента протягом часу функціонування цього елемента  $\Delta t'_i$ ;  $n$  - число послідовно сполучених елементів системи.

У випадку, коли відомі закони зміни інтенсивності відмов елементів  $\lambda_i(t)$ , формула 2.3 прийме вигляд:

$$P_C(t_0, \Delta t') = \exp \left[ - \sum_{k=1}^n \int_{t_{0i}}^{t_{0i} + \Delta t'_i} \lambda_k(\tau) d\tau \right],$$

$$\lambda_c(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(t).$$

При послідовному з'єднанні елементів, напрацювання системи дорівнює напрацюванню того елементу, в якого це напрацювання мінімальне.

$$T_c = \min(T_i), i = 1, 2, 3, \dots, n,$$

де  $n$  - число елементів системи.

При паралельному сполученні елементів системи, відмова одного елементу не призводить до відмови системи. Тому, система з паралельним сполученням відмовить лише у тому випадку, коли відмовлять всі її елементи

Ймовірність безвідмовної роботи для цього випадку:

$$P_c(t) = 1 - \prod_{i=1}^n [1 - P_i(t)].$$

При однаковій надійності усіх елементів ймовірність безвідмовної роботи:

$$P_c(t) = 1 - [1 - \exp(-\lambda t)]^n,$$

де  $\lambda$  - інтенсивність відмов одного елементу.

При паралельному з'єднанні всіх елементів напрацювання системи дорівнює максимальному із значень напрацювань елементів:

$$T_c = \max(T_i), i = 1, 2, 3, \dots, n.$$

У випадку коли деякі елементи системи мають паралельне з'єднання, а інші - послідовне, то розраховується спочатку ймовірність безвідмовної роботи елементів системи з паралельним з'єднанням, а потім ці складові частини з'єднують в систему, як послідовні елементи. Різновидом паралельного з'єднання елементів є ненавантажене резервування - це паралельне з'єднання, при якому резервний елемент вбудовується в систему після відмови основного елементу.

Тоді імовірність безвідмовної роботи такої системи визначається по формулі:

$$P_C(t) = p^{m-1}(t) \cdot \left[ p(t) + m \int_0^t p_n(\tau) p(t-\tau) f(\tau) d\tau \right],$$

де  $p(t)$  - імовірність безвідмовної роботи одного елементу основної системи;  $p_n(\tau)$  - імовірність безвідмовної роботи підключаючого пристрою до моменту  $\tau$  включення резервного елементу, приймають  $p_n(\tau)=1$ ;  $p(t-\tau)$  - імовірність безвідмовної роботи резервного елементу з моменту  $\tau$  його включення;  $f(\tau)$  - щільність розподілу напрацювання повністю одного елементу основної системи.

При постійній інтенсивності відмов  $\lambda$  рівно надійних основних і резервних елементів при ненавантаженому резервуванні імовірність безвідмовної роботи:

$$P_C(t) = \exp(-\lambda nt) \sum_{k=0}^m \frac{(\lambda nt)^k}{k!},$$

де  $n$  — число послідовно сполучених елементів. основної системи;  $t$  — час функціонування;  $m$  — число резервних елементів.

Напрацювання системи з ненавантаженим резервуванням визначається за формулою:

$$T_C = T_0 + \sum_{i=1}^m T_i,$$

де  $T_0$  - напрацювання повністю основного елементу;  $T_i$  - напрацювання повністю  $i$ -го ненавантаженого резервного елементу;  $m$  - число резервних елементів.

В основу удосконаленого методу визначення необхідної кількості запасних частин покладено параметр потоку відмов, інтенсивність експлуатації та вікову структуру автомобілів.

Величина параметра потоку відмов деталей, агрегатів і автомобіля загалом – головний критерій, що пов'язує методи оцінки надійності автомобіля і необхідності в запасних частинах, агрегатах.

На потребу в запасних частинах автотранспортного підприємства для підтримання працездатного стану автомобілів впливає: кількість однотипних автомобілів на підприємстві; напрацювання (пробіг) автомобілів, термін експлуатації автомобіля. Вхідні дані, які необхідні для розрахунку:

$n$  – кількість автомобілів;

$S_{0ij}$  - напрацювання  $n$ -го автомобіля  $j$  - ої вікової групи та  $i$  - ої підгрупи по напрацюванню;

$\Delta S_{ij}$  - прогнозоване напрацювання  $n$ -го автомобіля  $j$  - ої вікової групи та  $i$  - ої підгрупи по напрацюванню;

$T_0$  – термін експлуатації  $n$ -го автомобіля;

$T_r$  – термін, на який визнається необхідна кількість запасних частин для  $n$ -го автомобіля.

Напрацювання  $n$ -го автомобіля  $j$  - ої вікової групи та  $i$  - ої підгрупи по напрацюванню на кінець прогнозованого періоду визначається за допомогою формули:

$$S_{ij} = S_{0ij} + \Delta S_{ij}.$$

Параметр потоку відмов деталі  $n$ -го автомобіля  $j$ -ої вікової групи та  $i$ -ої підгрупи по напрацюванню на початок та на кінець прогнозованого напрацювання автомобіля визначається по формулах:

$$\omega(S_{0ij}, T_0) = a_0^{T_0} + a_1^{T_0} \cdot S_{0ij} + a_2^{T_0} \cdot S_{0ij}^2,$$

де  $a_k$  – коефіцієнти апроксимації

$$\omega(S_{ij}, T_r) = a_0^{Tr} + a_1^{Tr} \cdot S_{ij} + a_2^{Tr} \cdot S_{ij}^2.$$

Необхідна кількість запасних частин розраховується на підставі одержаних значень параметрів потоку відмов за формулою:

$$m(\Delta S_{ij}) = R \cdot \sum_{i,j=1}^n [\omega_i(S_{ij}, T_r) - \omega_i(S_{0ij}, T_0)],$$

де  $R$  - кількість однойменних деталей в автомобілі.

## 2.5 Аналіз математичних моделей визначення потреби в запасних частинах

Перед розробкою математичної моделі визначення потреби в запасних частинах, яка буде враховувати вплив зміни надійності автомобіля під час експлуатації проведемо аналіз існуючих математичних моделей.

На теперішній час існують математичні моделі визначення необхідної кількості та номенклатури запасних частин двох видів: з фіксованим розміром заказу та з фіксованим періодом поставки.

Розглянемо математичну модель визначення необхідної кількості та номенклатури запасних частин з фіксованим розміром заказу по методу Вільсона. Формула Вільсона, яка має наступний вигляд:

$$Q = \sqrt{\frac{2Kv}{s}},$$

де  $K$  - витрати на здійснення заказу, грн.;  $v$  - інтенсивність споживання запасів;  
 $s$  - витрати на зберігання запасу, грн.

На величину витрат зберігання запасних частин впливають такі фактори:  
 - вартість (орендна плата) складського приміщення і техніки;



- експлуатаційні витрати та витрати на управління;
- транспортні операції;
- затрати на регламентні роботи, що проводяться з запасними частинами;
- витрати, що пов'язані із закупівлею запасних частин на оборотні кошти;
- витрати від зниження споживчих і технічних якостей деталей.

Для визначення потреби автотранспортних підприємств в запасних частинах використовують статистичні дані фактичного розходу деталей, по кожному визначеному найменуванню.

Розрахуємо середньоденний попит на запасні частини за попередній період (для розрахунку береться аналогічний період попереднього року):

$$X_{cp} = \frac{\sum_{i=0}^t Q_i}{t}, \quad (2.4)$$

де  $t$  - період роботи підприємства, дні;  $\sum_{i=0}^t Q_i$  - сумарний об'єм використання запасних частин, за період,  $t$ .

Деколи використовують розрахунковий період рівний 1 року або 365 дням, тоді формула приймає наступний вигляд:

$$X_{cp} = \frac{Q_{рік}}{365}. \quad (2.5)$$

Визначаються необхідні вхідні дані:

- час доставки заказу  $t_{ном}$ , дн.;
- попередній середньоденний попит  $X_{cp}$ , шт./дн.;
- вартість здійснення заказу  $K$ , грн.;
- вартість зберігання запасних частин на складі  $s$ , грн.;
- початковий запас  $Z_0$ , шт.

Під час розрахунків використовуються статистичні розрахункові параметри:

- можливий час затримки заказу  $t_3$ , який залежить від часу доставки заказу  $t_{ном}$  і, як правило, приймається рівним:

$$t_3 = \frac{t_{ном}}{2}.$$

- страховий запас, розраховується для того, щоб задовольнити потребу в запасних частинах внаслідок затримки заказу:

$$Q_{\min} = X_{cp} \cdot t_3.$$

Тоді розмір заказу, що розраховується за формулою Вільсона, приймає наступний вигляд:

$$Q = \sqrt{\frac{2KX_{cp}}{s}}.$$

При цьому в математичній моделі використовуються наступні необхідні динамічні параметри обліку:

- поточний попит  $X_t$ , шт./дн.;

- об'єм виконаної поставки  $Q_{пт}$ , шт.;

- поточний розмір запасу  $Z_t$ , шт. - змінюється з урахуванням величини попиту, факту поставки запасних частин і розміру запасу за попередній період роботи:

$$Z_t = Z_{t-1} - X_t + Q_{пт}.$$

- сумарна величина заказаного, але ще недоставленого, товару  $\sum Q_{з_t}$ , шт.;

- кількість невиконаних заказів  $k_t$ .

Також використовуються динамічні параметри аналізу:

- додатковий параметр  $\sum Q'_{3t}$ , шт. - розраховується в момент прийняття рішення:

$$\sum Q'_{3t} = \sum Q_{3t-1} - Q_{nt}.$$

- точка заказу  $P_{3t}$ , шт. - знаходиться виходячи з обсягу страхового запасу та потреби запасної частини за період очікування доставки:

$$P_{3t} = Q_{\min} + X_t t_{\text{пост}},$$

де  $t_{\text{пост}}$  - час поставки запасних частин, дні;

- рівень фіктивного запасу  $Z_{\phi t}$ , шт. - або розмір запасу з об'ємом поданих заявок:

$$Z_{\phi t} = Z_t + \sum Q'_{3t}.$$

Недоліком такої моделі являється постійний контроль стану запасів, що суттєво ускладнює систему і не дозволяє її використовувати для аналізу великої номенклатури запасних частин. Тому основними підприємствами, які використовують таку систему, є невеликі станції технічного обслуговування та підприємства з невеликими складами.

Розглянемо математичну модель визначення необхідної кількості та номенклатури запасних частин з фіксованим періодом поставки по методу Вільсона. Як і в моделі з фіксованим розміром заказу середньоденний попит на запасні частини розраховується по формулам 2.4 та 2.5.

Вхідні дані, які необхідні для розрахунку:

- період перевірки стану запасів  $R$  дорівнює періоду поставки  $\tau^*$ , дн.;
- час доставки заказу  $t_{\text{пост}}$ , дн.;
- попередній середньоденний попит  $X_{\text{ср}}$ , шт./дн.;
- вартість здійснення заказу  $K$ , грн.;
- вартість зберігання запасних частин на складі  $s$ , грн.;
- початковий запас  $Z_0$ , шт.

Під час обчислень використовуються статичні розрахункові параметри:

- можливий час затримки замовлення  $t_3$  береться із заданим імовірним значенням, яке залежить від часу доставки замовлення  $t_{\text{пост}}$ ;
- якщо в систему введений страховий запас, то він обчислюється з такого розрахунку, щоб задовольнити потік заявок на запасну частину внаслідок затримки замовлення;
- період поставки (прийняття рішення), обчислюється на основі формули Вільсона (округлюється до цілої кількості днів):

$$\tau^* = \frac{Q^*}{X_{cp}} = \sqrt{\frac{2K}{sX_{cp}}}$$

- максимальний рівень в системі при присутності страхового запасу  $Q_{\text{min}}$  розраховується за формулою:

$$Q_{\text{max}} = Q_{\text{min}} + (\tau^* + t_{\text{пост}}).$$

Динамічні дані цієї моделі повністю аналогічні моделі визначення потреби в запасних частинах з фіксованим розміром заказу.

Таку модель використовують великі дилерські центри, станції технічного обслуговування та підприємства з великими складами, для визначення потреб в запасних частинах.

## 2.6 Удосконалена математична модель визначення номенклатури та кількості запасних частин для ремонту автомобілів

При визначенні номенклатури та кількості запасних частин буде враховуватись не лише кількість рухомого складу підприємства та їх марки, а також їх пробіг з початку експлуатації та термін експлуатації. Це дасть змогу врахувати вплив зміни надійності автомобіля, збільшити точність визначення номенклатури та кількості автомобільних запасних частин та зменшити

величину витрат на придбання та зберігання автомобільних запасних частин, що не використовуються.

Для врахування впливу зміни надійності, автомобілі розподіляють на підгрупи по терміну перебування автомобіля в експлуатації, та по напрацюванню.

Для визначення необхідності автотранспортних підприємств в запасних частинах будуть використовуватись статистичні дані фактичного розходу деталей, по кожному визначеному найменуванню.

Знаючи кількість відмов розраховується параметр потоку відмов  $\omega$  на різних етапах експлуатації:

$$\omega = \frac{m_{\Sigma}}{N \cdot S}, \left( \frac{1}{1000 \text{ км.}} \right),$$

де  $m_{\Sigma}$  - загальна кількість відмов деталі автомобіля за напрацювання;  $N$  - кількість автомобілів за якими велося спостереження;  $S$  - напрацювання автомобілів.

Кількість прогнозованих поломок однієї деталі впродовж розрахункового періоду визначається за формулою:

$$m = \sum_{i,j=1}^{n,m} N_{ij} \cdot l_c \cdot \omega_{ij},$$

де  $N_{ij}$  - кількість автомобілів  $i$ -ої вікової групи автомобіля та  $j$ -ої підгрупи по напрацюванню;  $i$  - вікова група автомобіля;  $j$  - підгрупа по напрацюванню;  $l_c$  - пробіг автомобіля впродовж розрахункового періоду, км;  $n, m$  - кількість вікових груп та підгруп по напрацюванню відповідно.

При визначенні кількості та номенклатури запасних частин на автотранспортному підприємстві, за критерій оптимальності було прийнято мінімум сумарних витрат.

Ці витрати включають в себе витрати на закупівлю запасних частин, витрати на їх зберігання (орендна плата за складське приміщення, плата за комунальні послуги, заробітна плата комірнику) та витрати, що пов'язані з простоем автомобілів в очікуванні ремонту, за рахунок відсутності запасних частин на складі.

Тому, вводимо припущення, що для усунення простою автомобілів в очікуванні ремонту, що пов'язаний з відсутністю запасних частин на складі, автотранспортне підприємство повинно зберігати всю кількість (100%) запасних частин для даного автомобіля.

При цьому, витрати автотранспортного підприємства, що пов'язані з простоем автомобілів в очікуванні ремонту по причині відсутності запасних частин при їх повній наявності будуть рівні нулю  $Z_{np100\%} = 0$ .

Формула для розрахунку витрати автотранспортного підприємства на закупівлю та зберігання 100% запасних частин протягом розрахункового періоду буде мати наступний вигляд:

$$Z_{з.ч.100\%} = C_1 \cdot K_1 + \dots + C_n \cdot K_n + Z_o + Z_{к.л.} + Z_к,$$

де  $C_n$  – ціна деталі, грн.;  $K_n$  – кількість деталей, що повинні зберігатись на складі;  $n$  – порядковий номер деталі;  $Z_o$  – плата за оренду складського приміщення, грн.;  $Z_{к.л.}$  – плата за комунальні послуги, грн.;  $Z_к$  – заробітна плата комірнику, грн.

Для порівняння необхідно розрахувати витрати автотранспортного підприємства, що пов'язані з простоем автомобілів в очікуванні ремонту по причині відсутності запасних частин  $Z_{np}$  та витрати на закупівлю та зберігання запасних частин  $Z_{з.ч.}$  при зберіганні 80%, 60%, 40%, 20% та 0% запасних частин на складі.

Витрати, що пов'язані з простоем автомобілів в очікуванні ремонту при наявності 80% запасних частин на складі:

$$Z_{np80\%} = T_{np} \cdot B \cdot (N_{поломок} - N_{з.ч.80\%}),$$

де  $T_{np}$  – час простою автомобіля в очікуванні ремонту, год.;  $B$  – виручка одного автомобіля за годину, грн./год.;  $N_{поломок}$  – загальна кількість поломок деталей ходової частини автомобіля за місяць;  $N_{з.ч.80\%}$  – загальна кількість запасних частин при їх наявності у 80%.

## 2.7 Висновки до розділу 2

При зниженні надійності автомобіля під час його експлуатації потреба в запасних частинах зростає. Тому для підтримки автомобілів у працездатному стані з різною надійністю необхідна різна кількість запасних частин. В свою чергу, надійність автомобіля залежить від напрацювання та терміну експлуатації. Зі збільшенням цих двох параметрів потреба в запасних частинах зростає.

Ймовірність безвідмовної роботи автомобіля змінюється як від напрацювання, так і від терміну перебування в експлуатації. Відповідно надійність автомобілів з однаковим терміном експлуатації, але різним напрацюванням з початку експлуатації буде відрізнятися.

При визначенні номенклатури та кількості запасних частин, необхідно враховувати вплив зміни надійності автомобіля під час експлуатації.

Представлено удосконалені методи визначення необхідної номенклатури та кількості запасних частин для ремонту засобів транспорту. На основі цих методів побудовано математичну модель, в якій при розрахунку запасних частин враховується не лише кількість рухомого складу підприємства, а також їх пробіг з початку експлуатації та термін експлуатації. Це дасть змогу врахувати вплив зміни надійності автомобіля, збільшити точність визначення номенклатури та кількості автомобільних запасних частин та зменшити величину витрат на придбання та зберігання автомобільних запасних частин, що не використовуються.

Для врахування впливу зміни надійності, автомобілі розподіляють на підгрупи по терміну перебування автомобіля в експлуатації, та по напрацюванню.





### РОЗДІЛ 3

## РОЗРАХУНКОВО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НОМЕНКЛАТУРИ ТА КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДЛЯ РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

### 3.1 Методика проведення експериментальних досліджень. Об'єкт дослідження

Метою дослідження є отримання вхідних числових даних про кількість поломок деталей автомобіля за певний період часу, які необхідні для проведення розрахунку показників надійності автомобіля.

На основі результатів експериментального дослідження визначається необхідна кількість та номенклатура запасних частин для забезпечення своєчасного та оперативного ремонту автомобілів на певний проміжок часу. Також за результатами експериментального дослідження перевіряється адекватність розробленої математичної моделі.

Оскільки, основою роботи є визначення впливу надійності автомобіля, яка складається з декількох показників, на потребу його в запасних частинах, то для розв'язання цієї задачі необхідно побудувати рівняння регресії  $y = f(x_1, x_2 \dots x_k)$ , де  $y$  функція відклику, яка характеризує параметр, що досліджується, та  $x_1 \dots x_k$  – фактори [30, 31].

При плануванні експерименту враховується те, що конструктивні та технологічні фактори, які впливають на надійність автомобіля, відсутні. Оскільки конструктивні фактори закладені на етапі проектування та виробництва, а технологічні визначаються технологією виготовлення деталей і агрегатів, якістю матеріалів, що використовуються при виготовленні, та якістю складальних робіт.

Тому враховується лише експлуатаційний фактор, який включає в себе термін експлуатації автомобіля  $T$  та його напрацювання (пробіг)  $S$ .

Для аналізу експериментальних даних необхідно скласти рівняння регресії, яке у випадку варіювання двох факторів матиме вид [32]:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2,$$

де  $a_0, a_1, a_2$  – коефіцієнти регресії;  $x_1, x_2$  – змінювані фактори;  $y$  – значення параметру, що визначається.

Оскільки критерієм оцінки надійності автомобіля є безвідмовність, то в даному рівнянні функції відклику  $y$  – це імовірність безвідмовної роботи, а  $x_1, x_2$  – термін експлуатації автомобіля та його напрацювання відповідно.

### 3.2 Обґрунтування необхідного об'єму вибірки

Основним завданням планування експериментального дослідження є обґрунтування необхідного об'єму вибірки, оскільки об'єм вибірки значною мірою впливає на точність результатів при статистичному дослідженні. Дослідження проводиться з метою оцінки математичного сподівання кількості відмов.

Об'єм вибірки можна розраховувати за формулами [32]:

$$n = \frac{\gamma^2}{\Delta_a^2} z_{1-\alpha/2}^2,$$

де  $n$  - об'єм вибірки;  $\gamma$  – коефіцієнт варіації;  $\Delta_a$  – максимальна відносна помилка при оцінці середнього значення кількості відмов;  $z_{1-\alpha/2}$  – квантіль рівня  $P = 1 - \alpha/2$  нормованої нормально розподіленої випадкової величини;  $P = 1 - \alpha/2$  – статистична надійність, що представляє собою ймовірність неперевищення фактичною помилкою при оцінці середнього значення характеристики максимальних помилок  $\Delta_a$  (по модулю).

Генеральний коефіцієнт варіації  $\gamma$  є невідомою величиною, тому при визначенні об'єму вибірки його заміняють вибіркоvim коефіцієнтом варіації  $\nu$ . Тоді об'єм вибірки дослідження визначатиметься за формулою:

$$n = \frac{\nu^2}{\Delta_a^2} z_{1-\alpha/2}^2,$$

де  $\nu$  - коефіцієнт варіації.

При середній точності дослідження максимальну відносну помилку  $\Delta_a$  приймаємо рівною  $\Delta_a = 0,5\nu$ . Тоді формула визначення об'єму вибірки зміниться на наступну:

$$n = \frac{\nu^2}{0,5^2 \cdot \nu^2} z_{1-\alpha/2}^2,$$

$$n = \frac{z_{1-\alpha/2}^2}{0,25}.$$

Розрахуємо об'єм вибірки (кількість автомобілів), який забезпечить ймовірність неперевищення фактичної помилки рівною  $P = 0,9$ , при цьому квантіль рівня  $z_{1-\alpha/2} = 1,282$  [32]:

$$n = \frac{1,282}{0,25} \approx 7.$$

Отже, при заданих умовах точності, необхідно досліджувати не менше 7 автомобілів кожної групи.

### 3.3 Вплив номенклатури та кількості запасних частин для ремонту автомобілів на техніко-економічні показники роботи підприємства

Проведено збір статистичних даних по використанню запасних частин рухомим складом ПП «Автотранском». Зібрані наступні статистичні дані:

кількість поломок різних деталей, напрацювання та термін експлуатації автомобілів. Дані були отримані з листків обліку технічного обслуговування і ремонту автомобілів та журналу реєстрації пробігів автомобілів в період експлуатації 1 рік та 6 місяців.

Загальна кількість автомобілів, за якими велося спостереження складає 63 одиниці, з яких 47 - автомобілі марки DAF FT CF 85.410, та 16 - автомобілі марки MAN F2000.

Автомобілі марки DAF FT CF 85.410 було поділено на дві групи по 27 та 20 автомобілів за терміном початку експлуатації, а саме: 2007-го та 2008-го року випуску. В свою чергу кожену групу було розбито на три підгрупи за напрацюванням (пробігом). Державний номер та кількість автомобілів в підгрупах представлено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Кількість та державний номер автомобілів марки DAF FT CF 85.410 різного року випуску та різного напрацювання

Рік випуску	2007			2008		
Напрацювання, тис. км.	190-370	370-420	420-485	0-20	190-300	300-450
Кількість автомобілів	7	10	10	3	7	10
Державний номер	AB4962AO	AB4963AO	AB4959AO	AI2658AX	AI8554BT	AI6442CA
	AB4958AO	AB4956AO	AB5574AK	AI2676BX	AB4293AT	AI5952BX
	AB4964AO	AB4123AT	AB5589AK	AI6439CA	AB4297AT	AI6441CA
	AB2965AT	AB2964AT	AB5593AK		AI6438CA	AI4380CA
	BC7415BA	AB4960AO	AB5592AK		AB7445AX	AI8556BT
	BC7393BA	AB5591AK	AB5587AK		AB4298AT	AI5950BX
	AB4961AO	AB2966AT	AB4113AT		AB4295AT	AI8447BT
		AB0682AO	AB4118AT			AI8557BT
		BC7408BA	AB5594AK			AI5951BX
		AB5573AK	AB5584AK			AB4296AT

Таблиця 3.2 – Кількість та державний номер автомобілів марки MAN F2000 різного року початку експлуатації та різного напрацювання

Рік випуску	1997-1999		2000		2007	
Напрацювання, тис. км.	200-300	300-420	200-230	230-260	0-25	270
Кількість автомобілів	3	4	4	3	1	1
Державний номер	AB8079BC	AB8813BC	AB7736BC	AB8074BC	BC0363AX	BC4643BH
	AB8073BC	AB8076BC	AB8093BC	BC1656BA		
	AB8075BC	AB8094BC	AB8072BC	AB8095BC		
		AB8092BC	AB8091BC			

Оскільки, кількість автомобілів марки MAN F2000 2007-го року початку експлуатації становить 2 авт., то при подальшому розрахунку номенклатури та кількості запасних частин ці автомобілі не будуть враховуватись.

В зв'язку зі складністю збору статистичної інформації визначимо величину ймовірності неперевищення фактичної помилки. Для цього підрахуємо величину  $z_{1-\alpha/2}^2$  для об'єму вибірки  $n = 3$  автомобіля, що є мінімальним значенням в даному дослідженні:

$$z_{1-\alpha/2}^2 = \sqrt{0,25n},$$

$$z_{1-\alpha/2} = \sqrt{0,25 \cdot 3} = 0,86.$$

При  $z_{1-\alpha/2} = 0,86$ , величина ймовірності неперевищення фактичної помилки складає  $P \approx 0,81$  [32].

Зібрані статистичні дані поломок деталей автомобілів марки DAF FT CF 85.410 занесені до табл. 3.3 та автомобілів марки MAN F2000 занесені до табл. 3.4.

Таблиця 3.3 – Кількість поломок деталей автомобілів марки DAF FT CF 85.410 різного року випуску та різного напрацювання

Найменування деталей автомобілів	Рік випуску					
	2007			2008		
	Напрацювання, тис. км.					
	190-370	370-420	420-485	0-20	190-300	300-450
АКБ		2				
Амортизатор	1	8	5		2	
Амортизатор кабіни	2	4	4	1	1	5
Водяний насос		1				
Втулки підйомника кабіни	1	1				
Втулки стабілізатора		2	3			1
Гальмівний диск	2	1	6		1	5
Гальмівні вали		1	4		1	1
Гальмівні колодки	5	16	18		11	10
Гідравлічний шланг	1					
Датчик EBS			1			
Диск зчеплення						1
Замок сидла			3			
Карданний вал			1			
Лист ресори		1	1			5
Маховик						1
Наконечник рульової тяги		3	4		1	3
Опора сидла			3			
Пневматична ресора		7	5		5	1
ПННТ	1	2	1		1	3
РМК сидла	3	3	6		5	4
Сайлентблоки кабіни	2	3	3	1		5
Сайлентблоки ресор	5	11	15	1	7	18
Сальник вторинного валу КПП			1			
Сальник хвостовика			1			
Стартер		1				
Хрестовина карданного валу			2			2
Шкворня	2	8	2		4	10

Таблиця 3.4 – Кількість полумок деталей автомобілів марки MAN F2000 різного року початку експлуатації та різного напрацювання

Найменування деталей автомобілів	Рік випуску			
	1997-1999		2000	
	Напрацювання, тис. км.			
	200-300	300-420	200-230	230-260
АКБ		1		
Амортизатор	3	8	10	10
Амортизатор кабіни	3	1	1	2
Вінець маховика		1		
Водяний насос		1		
Втулки амортизатора		1		
Втулки стабілізатора	2	2	1	
Гальмівний диск	1	4	2	1
Гальмівний шланг	1			
Гальмівні колодки	1	1	6	
Головний гальмівний кран				1
Датчик ABS			1	
Датчик рівня підлоги			2	
Датчик температури палива			1	
Датчик тиску мастила				1
Диск (колісний)			1	
Диск зчеплення	1	1		
Кільце (турбіна)			1	
Корзина	1			
Лист ресори	1	4	3	1
Маховик			1	
Наконечник рульової тяги		4	1	5
Наконечники куліси КПП		2		
Насос гідропідсилювача керма				2
Опора кріплення двигуна		3	4	1
Патрубок радіатора				1
Підшипник важеля КПП				1
Підшипник маточини	2		1	
Підшипник шкворня	1			
Пневматична ресора	3	1	10	12
Прокладка головки блока циліндрів	1	2		
Прокладка куліси КПП		1		

Продовження табл. 3.4

Найменування деталей автомобілів	Рік випуску			
	1997-1999		2000	
	Напрацювання, тис. км.			
	200-300	300-420	200-230	230-260
Прокладка турбіни	2			
Радіатор		1	1	
Реактивна штанга		3	2	1
РМК сидла	1			1
Сайлентблоки кабіни	4	7	4	4
Сайлентблоки ресор	4	6	10	7
Сальник вторинного валу КПП	1	2	2	2
Сальник маточини	3		1	
Свічка накаливання		1		
Стабілізатор			2	1
Стартер			2	1
Форсунка		2	2	
Хрестовина карданного валу		1	1	2
Циліндр підйомника кабіни	1	1		
Шкворня	2	8	6	6
Шланг гідропідсилювача керма	1			
Шланг компресора		1		

Знаючи кількість відмов розрахуємо параметр потоку відмов  $\omega$ :

$$\omega = \frac{m_{\Sigma}}{N \cdot S}, \left( \frac{1}{1000 \text{ км.}} \right), \quad (3.1)$$

де  $m_{\Sigma}$  - загальна кількість відмов деталі автомобіля за напрацювання  $S$ ;  
 $N$  - кількість автомобілів за якими велось спостереження;  $S$  - напрацювання  
автомобілів за період спостереження, тис.км.

Для автомобілів марки DAF FT CF 85.410 середнє напрацювання за період  
спостереження складає  $S = 183,91$  тис.км., а для автомобілів марки MAN F2000 -  
 $S = 136,86$  тис.км.



Для прикладу розрахуємо значення параметру потоку відмов амортизатора для автомобілів марки DAF FT CF 85.410 2007 року початку експлуатації з напрацюванням 370-420 тис. км.

$$\omega = \frac{8}{10 \cdot 183,91} = 0,0043 \frac{1}{1000 \text{ км.}}$$

Використовуючи формулу 3.1, проводиться розрахунок параметра потоку відмов інших деталей автомобілів марки DAF FT CF 85.410 та автомобілів марки MAN F2000.

Розраховані значення параметра потоку для автомобілів марки DAF FT CF 85.410 заносяться до табл. 3.5 та для автомобілів марки MAN F2000 до табл. 3.6.

Знаючи параметр потоку відмов деталей автомобілів, можна розрахувати кількість запасних частин, які необхідно зберігати.

Кількість поломок однієї деталі впродовж наступного року розраховується за формулою:

$$m = \sum_{i,j=1}^{n,m} N_{ij} \cdot l_c \cdot \omega_{ij},$$

де  $N_{ij}$  – кількість автомобілів  $i$ -ої вікової групи автомобіля та  $j$ -ої підгрупи по напрацюванню;  $i$  – вікова група автомобіля;  $j$  – підгрупа по напрацюванню;  $l_c$  – середньорічний пробіг, км.

Для розрахунку середньорічного пробігу використаємо зібрані дані по напрацюванню автомобілів з журналу реєстрації пробігів автомобілів. Розрахунки показали, що середньорічний пробіг автомобілів марки DAF FT CF 85.410 складають:  $l_c = 131,29$  тис. км., та автомобілів марки MAN F2000:  $l_c = 95,8$  тис. км.

Таблиця 3.5 – Значення параметру потоку відмов деталей автомобілів марки DAF FT CF 85.410

Найменування деталей автомобілів	Рік випуску					
	2007			2008		
	Напрацювання, тис. км.					
	190-370	370-420	420-485	0-20	190-300	300-450
АКБ	0	0,00109	0	0	0	0
Амортизатор	0,00078	0,00435	0,00272	0	0,00155	0
Амортизатор кабіни	0,00155	0,00217	0,00217	0,00181	0,00078	0,00272
Водяний насос	0	0,00054	0	0	0	0
Втулки підйомника кабіни	0,00078	0,00054	0	0	0	0
Втулки стабілізатора	0	0,00109	0,00163	0	0	0,00054
Гальмівний диск	0,00155	0,00054	0,00326	0	0,00078	0,00272
Гальмівні вали	0	0,00054	0,00217	0	0,00078	0,00054
Гальмівні колодки	0,00388	0,0087	0,00979	0	0,00854	0,00544
Гідравлічний шланг	0,00078	0	0	0	0	0
Датчик EBS	0	0	0,00054	0	0	0
Диск зчеплення	0	0	0	0	0	0,00054
Замок сидла	0	0	0,00163	0	0	0
Карданний вал	0	0	0,00054	0	0	0
Лист ресори	0	0,00054	0,00054	0	0	0,00272
Маховик	0	0	0	0	0	0,00054
Наконечник рульової тяги	0	0,00163	0,00217	0	0,00078	0,00163
Опора сидла	0	0	0,00163	0	0	0
Пневматична ресора	0	0,00381	0,00272	0	0,00388	0,00054
ПННТ	0,00078	0,00109	0,00054	0	0,00078	0,00163
РМК сидла	0,00233	0,00163	0,00326	0	0,00388	0,00217
Сайлентблоки кабіни	0,00155	0,00163	0,00163	0,00181	0	0,00272
Сайлентблоки ресор	0,00388	0,00598	0,00816	0,00181	0,00544	0,00979
Сальник вторинного валу КПП	0	0	0,00054	0	0	0
Сальник хвостовика	0	0	0,00054	0	0	0
Стартер	0	0,00054	0	0	0	0
Хрестовина карданного валу	0	0	0,00109	0	0	0,00109
Шкворня	0,00155	0,00435	0,00109	0	0,00311	0,00544

Таблиця 3.6 – Значення параметру потоку відмов деталей автомобілів марки MAN F2000

Найменування деталей автомобілів	Рік випуску			
	1997-1999		2000	
	Напрацювання, тис. км.			
	200-300	300-420	200-230	230-260
АКБ	0	0,00069	0	0
Амортизатор	0,01	0,00556	0,01163	0,01361
Амортизатор кабіни	0,01	0,00069	0,00116	0,00272
Вінець маховика	0	0,00069	0	0
Водяний насос	0	0,00069	0	0
Втулки амортизатора	0	0,00069	0	0
Втулки стабілізатора	0,00667	0,00139	0,00116	0
Гальмівний диск	0,00333	0,00278	0,00233	0,00136
Гальмівний шланг	0,00333	0	0	0
Гальмівні колодки	0,00333	0,00069	0,00698	0
Головний гальмівний кран	0	0	0	0,00136
Датчик ABS	0	0	0,00116	0
Датчик рівня підлоги	0	0	0,00233	0
Датчик температури палива	0	0	0,00116	0
Датчик тиску мастила	0	0	0	0,00136
Диск (колісний)	0	0	0,00116	0
Диск зчеплення	0,00333	0,00069	0	0
Кільце (турбіна)	0	0	0,00116	0
Корзина	0,00333	0	0	0
Лист ресори	0,00333	0,00278	0,00349	0,00136
Маховик	0	0	0,00116	0
Наконечник рульової тяги	0	0,00278	0,00116	0,0068
Наконечники куліси КПП	0	0,00139	0	0
Насос гідропідсилювача керма	0	0	0	0,00272
Опора кріплення двигуна	0	0,00208	0,00465	0,00136
Патрубок радіатора	0	0	0	0,00136
Підшипник важеля КПП	0	0	0	0,00136
Підшипник маточини	0,00667	0	0,00116	0
Підшипник шкворня	0,00333	0	0	0
Пневматична ресора	0,01	0,00069	0,01163	0,01633
Прокладка головки блока циліндрів	0,00333	0,00139	0	0
Прокладка куліси КПП	0	0,00069	0	0

Продовження табл. 3.6.

Найменування деталей автомобілів	Рік випуску			
	1997-1999		2000	
	Напрацювання, тис. км.			
	200-300	300-420	200-230	230-260
Прокладка турбіни	0,00667	0	0	0
Радіатор	0	0,00069	0,00116	0
Реактивна штанга	0	0,00208	0,00233	0,00136
РМК сидла	0,00333	0	0	0,00136
Сайлентблоки кабіни	0,01333	0,00486	0,00465	0,00544
Сайлентблоки ресор	0,01333	0,00417	0,01163	0,00952
Сальник вторинного валу КПП	0,00333	0,00139	0,00233	0,00272
Сальник маточини	0,01	0	0,00116	0
Свічка накаливання	0	0,00069	0	0
Стабілізатор	0	0	0,00233	0,00136
Стартер	0	0	0,00233	0,00136
Форсунка	0	0,00139	0,00233	0
Хрестовина карданного валу	0	0,00069	0,00116	0,00272
Циліндр підйомника кабіни	0,00333	0,00069	0	0
Шкворня	0,00667	0,00556	0,00698	0,00816
Шланг гідропідсилювача керма	0,00333	0	0	0
Шланг компресора	0	0,00069	0	0

Розрахуємо кількість поломок амортизатора впродовж наступного року для автомобілів марки DAF FT CF 85.410:

$$m_{ам} = 7 \cdot 131,29 \cdot 0,00078 + 10 \cdot 131,29 \cdot 0,00435 + 10 \cdot 131,29 \cdot 0,00272 + 3 \cdot 131,29 \cdot 0 + 7 \cdot 131,29 + 0,00155 + 10 \cdot 131,29 \cdot 0 = 11,42 \approx 12.$$

Результати розрахунків для інших деталей автомобілів марки DAF FT CF 85.410 занесемо до табл. 3.7 та для автомобілів MAN F2000 до табл. 3.8.

Таблиця 3.7 – Кількість поломок деталей автомобілів марки DAF FT CF 85.410

№ п/п	Найменування деталей автомобілів	Кількість поломок	
		за рік	за півроку
1	АКБ	2	1
2	Амортизатор	12	6
3	Амортизатор кабіни	13	7
4	Водяний насос	1	1
5	Втулки підйомника кабіни	2	1
6	Втулки стабілізатора	5	3
7	Гальмівний диск	11	6
8	Гальмівні вали	5	3
9	Гальмівні колодки	43	22
10	Гідравлічний шланг	1	1
11	Датчик EBS	1	1
12	Диск зчеплення	1	1
13	Замок сидла	3	2
14	Карданний вал	1	1
15	Лист ресори	5	3
16	Маховик	1	1
17	Наконечник рульової тяги	8	4
18	Опора сидла	3	2
19	Пневматична ресора	13	7
20	ПННТ	6	3
21	РМК сидла	15	8
22	Сайлентблоки кабіни	10	5
23	Сайлентблоки ресор	41	21
24	Сальник вторинного валу КПП	1	1
25	Сальник хвостовика	1	1
26	Стартер	1	1
27	Хрестовина карданного валу	3	2
28	Шкворня	19	10

Таблиця 3.8 – Кількість поломок деталей автомобілів марки MAN F2000

№ п/п	Найменування деталей автомобілів	Кількість поломок	
		за рік	за півроку
1	АКБ	1	1
2	Амортизатор	22	11
3	Амортизатор кабіни	5	3
4	Вінець маховика	1	1
5	Водяний насос	1	1
6	Втулки амортизатора	1	1
7	Втулки стабілізатора	4	2
8	Гальмівний диск	6	3
9	Гальмівний шланг	1	1
10	Гальмівні колодки	6	3
11	Головний гальмівний кран	1	1
12	Датчик ABS	1	1
13	Датчик рівня підлоги	2	1
14	Датчик температури палива	1	1
15	Датчик тиску мастила	1	1
16	Диск (колісний)	1	1
17	Диск зчеплення	2	1
18	Кільце (турбіна)	1	1
19	Корзина	1	1
20	Лист ресори	7	4
21	Маховик	1	1
22	Наконечник рульової тяги	7	4
23	Наконечники куліси КПП	2	1
24	Насос гідропідсилювача керма	2	1
25	Опора кріплення двигуна	6	3
26	Патрубок радіатора	1	1
27	Підшипник важеля КПП	1	1
28	Підшипник маточини	3	2
29	Підшипник шкворня	1	1
30	Пневматична ресора	19	10
31	Прокладка головки блока циліндрів	3	2
32	Прокладка куліси КПП	1	1
33	Прокладка турбіни	2	1
34	Радіатор	2	1
35	Реактивна штанга	5	3
36	РМК сидла	2	1
37	Сайлентблоки кабіни	14	7

Продовження табл. 3.8

38	Сайлентблоки ресор	19	10
39	Сальник вторинного валу КПП	5	3
40	Сальник маточини	3	2
41	Свічка накалювання	1	1
42	Стабілізатор	3	2
43	Стартер	3	2
44	Форсунка	3	2
45	Хрестовина карданного валу	3	2
46	Циліндр підйомника кабіни	2	1
47	Шкворня	16	8
48	Шланг гідропідсилювача керма	1	1
49	Шланг компресора	1	1

В табл. 3.9 та в табл. 3.10 наведено ціни на нові запасні частини автомобілів марки DAF FT CF 85.410 та автомобілів марки MAN F2000 відповідно.

Припустимо, що для усунення простою автомобілів в очікуванні ремонту, що пов'язаний з відсутністю запасних частин на складі, автотранспортне підприємство повинно зберігати всю кількість (100%) запасних частин для даного автомобіля.

Витрати на закупівлю та зберігання 100% запасних частин протягом півроку розраховується за формулою:

$$Z_{з.ч.100\%} = C_1 \cdot K_1 + \dots + C_n \cdot K_n + Z_o + Z_{к.л.} + Z_k,$$

де  $C_n$  – ціна запасної частини, грн.;  $K_n$  – кількість деталей, що повинні зберігатись на складі;  $n$  – порядковий номер деталі;  $Z_o$  – плата за оренду складського приміщення, грн.;  $Z_{к.л.}$  – плата за комунальні послуги, грн.;  $Z_k$  – заробітна плата комірнику, грн.;  $Z_o + Z_{к.л.} + Z_k \approx 10000$  грн.

Для автомобілів марки DAF FT CF 85.410:  $Z_{з.ч.100\%} = 108771$  грн., для автомобілів марки MAN F2000:  $Z_{з.ч.100\%} = 115805$  грн.

Загальні витрати на закупівлю та зберігання 100% запасних частин протягом півроку для автомобілів марки DAF FT CF 85.410 та MAN F2000:

$$З_{з.ч.100\%} = 108771 + 115805 = 224576 \text{ грн.}$$

Таблиця 3.9 - Ціни на нові запасні частини автомобіля марки DAF FT CF 85.410 [33-38]

№ п/п	Найменування деталей автомобілів	Ціна, грн.
1	АКБ	2921
2	Амортизатор	1568
3	Амортизатор кабіни	1535
4	Водяний насос	2970
5	Втулки підйомника кабіни	165
6	Втулки стабілізатора	157
7	Гальмівний диск	2211
8	Гальмівні вали	135
9	Гальмівні колодки	1551
10	Гідравлічний шланг	248
11	Датчик EBS	1287
12	Диск зчеплення	2046
13	Замок сидла	660
14	Карданний вал	5280
15	Лист ресори	4620
16	Маховик	5940
17	Наконечник рульової тяги	330
18	Опора сидла	693
19	Пневматична ресора	1073
20	ПННТ	4455
21	РМК сидла	2640
22	Сайлентблоки кабіни	281
23	Сайлентблоки ресор	248
24	Сальник вторинного валу КПП	396
25	Сальник хвостовика	380
26	Стартер	3960
27	Хрестовина карданного валу	792
28	Шкворня	1246



Таблиця 3.10 - Ціни на нові запасні частини автомобіля марки MAN F2000 [39-43]

№ п/п	Найменування деталей автомобілів	Ціна, грн.
1	АКБ	2921
2	Амортизатор	1271
3	Амортизатор кабіни	974
4	Вінець маховика	908
5	Водяний насос	2970
6	Втулки амортизатора	297
7	Втулки стабілізатора	157
8	Гальмівний диск	1914
9	Гальмівний шланг	231
10	Гальмівні колодки	1485
11	Головний гальмівний кран	1122
12	Датчик ABS	1229
13	Датчик рівня підлоги	1056
14	Датчик температури палива	677
15	Датчик тиску мастила	635
16	Диск (колісний)	1238
17	Диск зчеплення	2508
18	Кільце (турбіна)	215
19	Корзина	6435
20	Лист ресори	4290
21	Маховик	5115
22	Наконечник рульової тяги	297
23	Наконечники куліси КПП	83
24	Насос гідропідсилювача керма	5363
25	Опора кріплення двигуна	231
26	Патрубок радіатора	553
27	Підшипник важеля КПП	677
28	Підшипник маточини	2393
29	Підшипник шкворня	116
30	Пневматична ресора	941
31	Прокладка головки блока циліндрів	347
32	Прокладка куліси КПП	198
33	Прокладка турбіни	66
34	Радіатор	7095
35	Реактивна штанга	7755
36	РМК сидла	2475

Продовження табл. 3.10

37	Сайлентблоки кабіни	264
38	Сайлентблоки ресор	248
39	Сальник вторинного валу КПП	198
40	Сальник маточини	248
41	Свічка накаливання	3300
42	Стабілізатор	4290
43	Стартер	6188
44	Форсунка	6600
45	Хрестовина карданного валу	776
46	Циліндр підйомника кабіни	2723
47	Шкворня	1221
48	Шланг гідропідсилювача керма	248
49	Шланг компресора	198

Витрати підприємства, що пов'язані з простоєм автомобілів в очікуванні ремонту по причині відсутності запасних частин при їх повній наявності будуть рівні нулю  $Z_{пр100\%} = 0$ .

Для порівняння розрахуємо витрати підприємства, що пов'язані з простоєм автомобілів в очікуванні ремонту по причині відсутності запасних частин  $Z_{пр}$  та витрати на закупівлю та зберігання запасних частин  $Z_{з.ч.}$  при зберіганні 80%, 60%, 40%, 20% та 0% запасних частин на складі. Дані для розрахунку наведені в табл. 3.11 для автомобілів марки DAF FT CF 85.410 та в табл. 3.12 для автомобілів марки MAN F2000.

Витрати, що пов'язані з простоєм автомобілів в очікуванні ремонту при наявності 80% запасних частин на складі:

$$Z_{пр80\%} = T_{пр} \cdot B \cdot (N_{поломок} - N_{з.ч.80\%}), \quad (3.2)$$

де  $T_{пр}$  – час простою автомобіля в очікуванні ремонту, год.;  $B = 120$  – прибуток одного автомобіля за годину, грн/год;  $N_{поломок}$  – загальна кількість поломок автомобіля за місяць;  $N_{з.ч.80\%}$  – загальна кількість запасних частин при їх наявності у 80%.

Таблиця 3.11 - Кількість запасних частин на складі автомобілів марки DAF FT CF 85.410

№ п/п	Назва деталі	Кількість запасних частин на складі					
		100%	80%	60%	40%	20%	0%
1	АКБ	1					
2	Амортизатор	6	6	4	3	2	
3	Амортизатор кабіни	7	7	5	3	2	
4	Водяний насос	1					
5	Втулки підйомника кабіни	1					
6	Втулки стабілізатора	3					
7	Гальмівний диск	6	6	5	3	2	
8	Гальмівні вали	3	3	2	1		
9	Гальмівні колодки	22	22	17	11	5	
10	Гідравлічний шланг	1					
11	Датчик EBS	1					
12	Диск зчеплення	1					
13	Замок сидла	2					
14	Карданний вал	1					
15	Лист ресори	3					
16	Маховик	1					
17	Наконечник рульової тяги	4	4	3	2		
18	Опора сидла	2					
19	Пневматична ресора	7	7	5	3	2	
20	ПННТ	3					
21	РМК сидла	8	8	6	4	2	
22	Сайлентблоки кабіни	5	5	4	3	2	
23	Сайлентблоки ресор	21	21	16	11	5	
24	Сальник вторинного валу КПП	1					
25	Сальник хвостовика	1					
26	Стартер	1					
27	Хрестовина карданного валу	2					
28	Шкворня	10	10	8	6	3	
	$\Sigma$	125	99	75	50	25	0

Таблиця 3.12 - Кількість запасних частин на складі автомобілів марки MAN F2000

№ п/п	Назва деталі	Кількість запасних частин на складі					
		100%	80%	60%	40%	20%	0%
1	АКБ	1					
2	Амортизатор	11	11	11	7	4	
3	Амортизатор кабіни	3	3	3	2		
4	Вінець маховика	1					
5	Водяний насос	1					
6	Втулки амортизатора	1					
7	Втулки стабілізатора	2	2				
8	Гальмівний диск	3	3	3	2	1	
9	Гальмівний шланг	1					
10	Гальмівні колодки	3	3	3	2	1	
11	Головний гальмівний кран	1					
12	Датчик ABS	1					
13	Датчик рівня підлоги	1					
14	Датчик температури палива	1					
15	Датчик тиску мастила	1					
16	Диск (колісний)	1					
17	Диск зчеплення	1					
18	Кільце (турбіна)	1					
19	Корзина	1					
20	Лист ресори	4	4	4	3	1	
21	Маховик	1					
22	Наконечник рульової тяги	4	4	4	3	1	
23	Наконечники куліси КПП	1	1				
24	Насос гідропідсилювача керма	1					
25	Опора кріплення двигуна	3	3	3	2	1	
26	Патрубок радіатора	1					
27	Підшипник важеля КПП	1					
28	Підшипник маточини	2	2				
29	Підшипник шкворня	1	1				
30	Пневматична ресора	10	10	10	7	4	
31	Прокладка головки блока циліндрів	2	2				
32	Прокладка куліси КПП	1	1				
33	Прокладка турбіни	1	1				
34	Радіатор	1					
35	Реактивна штанга	3	3				
36	РМК сидла	1					
37	Сайлентблоки кабіни	7	7	7	5	3	

Продовження табл. 3.12

№ п/п	Назва деталі	Кількість запасних частин на складі					
		100%	80%	60%	40%	20%	0%
38	Сайлентблоки ресор	10	10	10	7	4	
39	Сальник вторинного валу КПП	3	3	3	1		
40	Сальник маточини	2	2				
41	Свічка накаливання	1					
42	Стабілізатор	2	2				
43	Стартер	2	2				
44	Форсунка	2	2				
45	Хрестовина карданного валу	2	2				
46	Циліндр підйомника кабіни	1					
47	Шкворня	8	8	8	5	3	
48	Шланг гідропідсилювача керма	1					
49	Шланг компресора	1	1				
	Σ	116	93	69	46	23	0

Дослідження часу простою автомобілів в очікуванні ремонту на СТО в м. Вінниці дозволив зробити висновок, що чим більша номенклатура запасних частин, які зберігаються на складі - тим менший час простою автомобіля в очікуванні ремонту, та навпаки. Крім того встановлено, що запасні частини, які потребуються рідко і мають велику вартість, як правило, відсутні в магазинах роздрібної торгівлі. Тому можна стверджувати, що при наявності 80% номенклатури запасних частин на складі СТО, час доставки відсутніх запасних частин, а відповідно і час простою автомобілів буде значним. Час доставки відсутніх запасних частин можна зменшити за рахунок вибору раціонального маршруту та графіка перевезення вантажів [44].

В роботі прийняті наступні припущення:

- час очікування діагностичних робіт - відсутній, автомобіль по прибутті відразу діагностується;

- при наявності 80% номенклатури та кількості запасних частин середній час очікування ремонту складає 24 год., при 60% - 12 год., при 40% - 12 год., при 20% - 24 год., та при 0% - 24 год.

За формулою 3.10 розрахуємо витрати, що пов'язані з простоем автомобілів марки DAF FT CF 85.410 та марки MAN F2000 в очікуванні ремонту при наявності 80% запасних частин на складі:

$$Z_{np80\%DAF} = 24 \cdot 120 \cdot (125 - 99) = 74880 \text{ грн.},$$

$$Z_{np80\%MAN} = 24 \cdot 120 \cdot (116 - 93) = 66240 \text{ грн.}$$

Загальні витрати автотранспортного підприємства, що пов'язані з простоем автомобілів в очікуванні ремонту при наявності 80% запасних частин на складі визначаються за формулою:

$$Z_{загnp80\%} = Z_{np80\%DAF} + Z_{np80\%MAN},$$

$$Z_{загnp80\%} = 74880 + 66240 = 141120 \text{ грн.}$$

Загальні витрати будуть включати в себе витрати на закупівлю та зберігання запасних частин ( $Z_{з.ч.}$ ), витрати, що виникають за рахунок простою автомобілів в очікуванні ремонту ( $Z_{np}$ ), та витрати пов'язані із закупівлею запасних частин на оборотні кошти ( $Z_{об} = Z_{з.ч.}$ ). Вони розраховуються за формулою:

$$Z_{заг} = Z_{з.ч.} + Z_{np} + Z_{об},$$

$$Z_{заг100\%} = 224576 + 0 + 224576 = 449152 \text{ грн.}$$

Результати подальших розрахунків витрат підприємства в залежності від номенклатури та кількості запасних частин, які зберігаються на складі, заносимо в таблицю 3.13.

Таблиця 3.13 – Витрати автотранспортного підприємства

Витрати, грн.	Наявність зч на підприємстві					
	100%	80%	60%	40%	20%	0%
$Z_{з.ч.}$	224576	159386	102424	70492	38635	0
$Z_{np}$	0	141120	139680	208800	555840	694080
$Z_{заг}$	449152	459892	344528	349784	633110	694080

На рис. 3.1 зображено витрати автотранспортного підприємства по підтримці працездатного стану автомобілів марки DAF FT CF 85.410 та марки MAN F2000 у графічному вигляді.

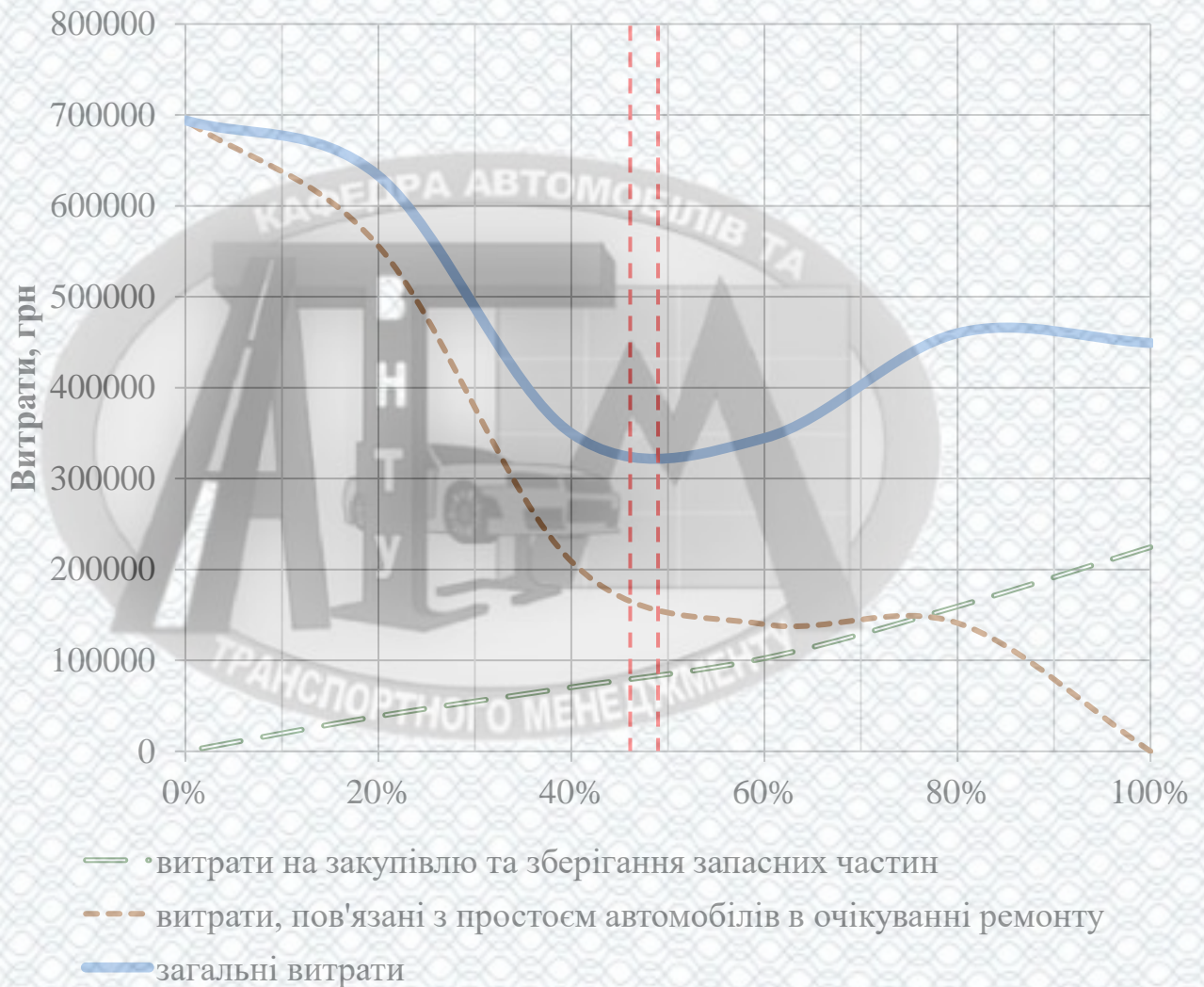


Рисунок 3.1 – Витрати підприємства при різній кількості запасних частин на складі

З рис. 3.1 видно, що при зберіганні 46-49% загальної прогнозованої кількості запасних частин, витрати автотранспортного підприємства будуть мінімальними.

При зберіганні 46-49% кількості запасних частин загальні витрати підприємства складуть приблизно 320000 грн. за місяць. В порівнянні з

витратами при відсутності запасних частин на складі, та при зберіганні всієї кількості та номенклатури запасних частин, економія становить 374080 грн. та 129152 грн. за місяць відповідно.

Тому для даного автотранспортного підприємства найвигіднішим є зберігання на складі 46-49% загальної прогнозованої кількості запасних частин визначеної номенклатури для ремонту автомобілів марки DAF FT CF 85.410 та марки MAN F2000.

### 3.4 Висновки до розділу 3

Для забезпечення умов точності, було проведено розрахунок об'єму вибірки, в даному випадку кількість автомобілів, які необхідно досліджувати. Розрахунок показав, що для забезпечення ймовірності неперевищення фактичної помилки рівною  $P = 0,9$  необхідно досліджувати не менше 7 автомобілів кожної групи.

Було проведено збір статистичних даних по використанню запасних частин рухомим складом ПП «Автотранском», зібрані наступні статистичні дані: кількість поломок різних деталей, напрацювання та термін експлуатації автомобілів.

За результатами дослідження можна зробити висновок, що зберігати всі деталі, які випускаються як запасні частини, безпосередньо на підприємстві – нераціонально. Це призводить до значного збільшення запасів, зростання складських площ, неефективного використання оборотних коштів і, найголовніше, до неефективного використання запасів – велика їх частина не використовується протягом тривалого часу.

Також нераціональним є відсутність складу на підприємстві, оскільки це спричиняє значний простій автомобілів в режимі очікування ремонту, в результаті якого підприємство втрачає кошти.

Встановлено, що для досліджуваного підприємства найвигіднішим є зберігання на складі 46-49% від загальної кількості запасних частин. При



зберіганні такої кількості запасних частин загальні витрати підприємства складуть приблизно 320000 грн. за місяць, що в порівнянні з витратами при відсутності складу та при зберіганні всієї кількості та номенклатури запасних частин, економія становить 374080 грн. та 129152 грн. за місяць відповідно.



## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 4.1 Аналіз умов праці

Аналізуються умови праці при виконанні роботи на ділянці діагностування.

Шкідливі виробничі фактори, що можуть виникнути на робочих місцях:

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

Небезпечні виробничі фактори, що можуть виникнути на робочих місцях:

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

Психофізіологічні фактори, що можуть виникнути на робочих місцях:

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

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

### 4.2.1 Мікроклімат

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

Таблиця 4.1 - Мікроклімат в приміщенні

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

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

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

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

Таблиця 4.2 - Шкідливі речовини в робочій зоні [32]

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

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

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

#### 4.2.2 Освітленість

Освітлення приміщення відбувається як природнім, так і штучним методами. Природне освітлення є боковим. Штучне комбіноване - загальне і місцеве освітлення здійснюється газорозрядними лампами. Норми освітленості дотримуються відповідно до СНіП II-4-79.

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

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

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

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

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

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

Таблиця 4.3 - Норми і нормовані значення КПО

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

### 4.2.3 Шум

В робочій зоні джерелами шуму є працюючі двигуни технологічного обладнання.

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

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

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

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

### 4.2.4 Вібрація

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

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

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

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

#### 4.3 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи

Приміщення повинно відповідати таким вимогам :

- підлога виготовляється з неіскроутворюючих вогнетривких матеріалів;
- двері повинні бути вогнетривкими і відкриватися на зовні;
- стіни приміщення також будуються з вогнестійких матеріалів;
- опалення повинно бути водяне або парове;
- вентиляція застосовується припливно-витяжна та місцева;
- дроти освітлювальної та силової ліній повинні бути в трубах з герметичною арматурою; розетки для переносних ламп повинні мати напругу 36 В;

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

Робітники мають здавати один раз в три місяці екзамен.

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

Не допускається виконувати роботу на несправному інструменті.

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

#### **4.3.1 Електробезпека**

Згідно з ГОСТ 12.1.013 - 78 необхідно щоб:

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

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

#### **4.4 Пожежна безпека**

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



Таблиця 4.6 - Межі вогнестійкості будівельних конструкцій

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

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

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

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

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

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

#### 4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Спеціальна обробка є складною частиною ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, як воєнного так і мирного часів і являє собою комплекс заходів, які проводяться з метою поновлення готовності транспортних засобів, техніки і особливого складу формувань ЦЗ до виконання завдань в осередках ураження та підготовки об'єктів до продовження виробничої діяльності [54].

Спеціальна обробка передбачає знезаражування різних поверхонь і санітарну обробку особового складу формувань і населення.

Знезаражування транспортних засобів і техніки проводиться на станціях знезаражування транспорту (СЗТ), які функціонують на підприємствах автосервісу.

Санітарна обробка особового складу формувань ЦЗ і населення проводиться у санітарно-обмивочних пунктах (СОП), які утворюються на базі лазні, душових, а також на спеціальних обмивочних площадках.

В тих випадках, коли формування ЦЗ діють сумісно з підрозділами військових частин ЦЗ, спеціальна обробка може проводитись на пунктах спеціальної обробки (ПуСО), які є в кожній військовій частині.

Знезаражування - виконання робіт по дезактивації, дегазації та дезінфекції зараженої поверхні.

Дезактивація - вилучення радіоактивних речовин з зараженої поверхні транспортних засобів, техніки, будинків і споруд, території, одягу, ЗІЗ, води, продуктів.

Дегазація - перетворення отруйних речовин в нетоксичні продукти та усунення їх з зараженої поверхні з метою зниження зараження до допустимих норм. Дегазацію транспортних засобів здійснюють шляхом обробки дегазуючим розчином №1 (5% розчину гексахлормеламіну або 10% розчину діхлораміну в дихлоретані) чи №2 (водний розчин, що містить 2% їдкового натру, 5% моноетаноламіну і 20% аміаку) за допомогою технічних засобів дегазації або протиранням ганчіркою чи щіткою, змоченою у розчині.

Способи дезактивації техніки і транспорту:

- змивання радіоактивних речовин розчинами для дезактивації, водою і розчинниками з одночасною обробкою зараженої поверхні щітками дегазаційних машин і приборів дозволяє знизити зараженість у 50-80 разів;
- змивання радіоактивних речовин струменем води під тиском дозволяє знизити зараженість в 20 разів;
- видалення радіоактивних речовин обтиранням заражених поверхонь ганчірками змоченими розчинами для дезактивації, водою або розчинниками (використовується в основному для внутрішніх поверхонь транспорту);
- замітання (змивання) радіоактивного пилу віниками, щітками та іншими підручними засобами (використовується в основному при проведенні часткової дезактивації);
- видалення радіоактивного пилу методом відсмоктування пилу (здійснюється за допомогою спеціальних комплектів).

Транспортні засоби дезактивуються змиванням розчиненої речовини струменем води, очищенням забруднених поверхонь, вузлів і агрегатів миючими засобами СФ-2У. При дезактивації металевих, гумових та пластмасових деталей змивають струменем води під тиском близько 20 кПа з відстані 3м.

Пункт спеціальної обробки потрібен для дезактивації людей та транспорту, які потрапили під дію радіоактивного опромінення. Організація такого пункту здійснюється на спеціально відведеній території де розміщені всі необхідні для цього елементи. ПуСО складається з брудної та чистої зон. В брудній зоні проводять дозиметричний контроль і всі роботи по дезактивації, а в чистій – повторний дозиметричний контроль, після якого автомобіль можна пропустити для подальшого руху.

#### **4.6 Висновки до розділу 4**

У даному розділі були розглянуті основні питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Було проведено аналіз праці робітників

технічні рішення з виробничої санітарії, а саме було проаналізовано мікроклімат та склад повітря, оцінено освітлення, шум та вібрацію робочої зони.

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

Розглянуто питання безпеки в надзвичайних ситуаціях.



## ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз факторів, що впливають на надійність автомобіля, який показав, що найбільший вплив здійснюють експлуатаційні фактори, а саме: інтенсивність експлуатації, термін експлуатації та пробіг з початку експлуатації.

2. Аналіз методів визначення номенклатури запасних частин для ремонту автомобілів показав, що існуючі методи не враховують вплив зміни надійності автомобіля, що призводить до придбання та зберігання автомобільних запасних частин, які не використовуються, або відсутності необхідних деталей.

3. Представлено удосконалений метод визначення необхідної номенклатури та кількості запасних частин для ремонту автомобілів. На основі цього методу побудовано математичну модель, в якій при розрахунку запасних частин враховується не лише кількість рухомого складу підприємства, а також їх пробіг з початку експлуатації та термін експлуатації. Це дає змогу врахувати вплив зміни надійності автомобіля, збільшити точність визначення номенклатури та кількості автомобільних запасних частин та зменшити величину витрат на придбання та зберігання автомобільних запасних частин, що не використовуються.

4. Був проведений розрахунок номенклатури запасних частин, які необхідно зберігати на складі ПП «Автотранском» для ремонту автомобілів.

5. За результатами розрахунку можна зробити висновок, що зберігати всі деталі, які випускаються як запасні частини, безпосередньо на АТП – нераціонально. Це призводить до значного збільшення запасів, зростання складських площ, неефективного використання оборотних коштів і, найголовніше, до неефективного використання запасів – велика їх частина не використовується протягом тривалого часу. Також нераціональним є відсутність складу на АТП, оскільки це спричиняє значний простій автомобілів в режимі очікування ремонту, в результаті якого підприємство втрачає кошти.

6. Розглянуто основні питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Поліщук О.І. Аналіз факторів, що впливають на зміну фізико-хімічних властивостей деталей автомобіля / О.І. Поліщук, Д.О. Галушак. - XLIX Науково-технічна конференція факультету машинобудування та транспорту (2020), м. Вінниця.

2. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн./ Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2001. - 535 с. - ISBN 5-02-002593-3

3. Авдонькин Ф.Н. Текущий ремонт автомобилей/ Ф.Н. Авдонькин – М.: Транспорт, 1978. – 269 с.

4. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник./ О.А. Лудченко – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с. Чабанний В.Я. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний – Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. – 720 с. - ISBN 978-966-96904-2-5

5. Лукинский В.С. Прогнозирование надежности автомобилей/ В.С. Лукинский, Е.И. Зайцев. - Л.: Политехника, 1991. - 224 с.

6. Казарцев В.И. Ремонт машин/ В.И. Казарцев. - М. -Л.: Сельхозиздат, 1961. - 584 с.

7. Егоров Л.А. Прогнозирование ресурсов до капитального ремонта агрегатов автомобиля с помощью временных рядов / Л.А. Егоров, В.С. Лукинский, Р.Н. Черепанова. - Надежность и контроль качества, 1976. - №7. - С. 15-22.

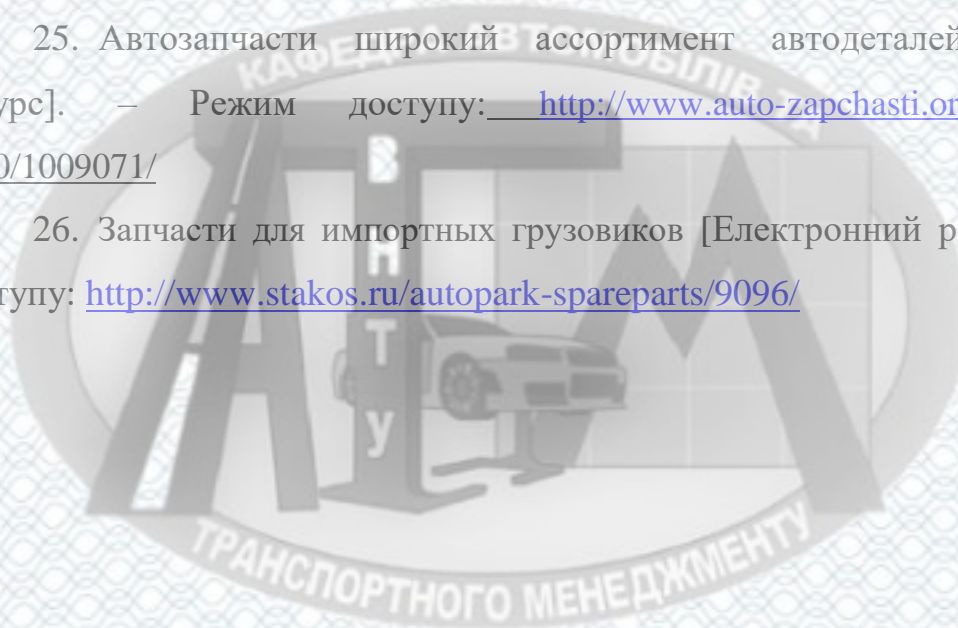
8. Крамаренко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей./Под ред. Г.В. Крамаренко. - М.: Транспорт, 1983. - 488 с.

9. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей/ Е.С. Кузнецов. - М.: Транспорт, 1982. - 224 с.

10. Говорущенко Н.Я. Диагностика технического состояния автомобилей/ Н.Я. Говорущенко. - М.: Транспорт. 1970. - 256 с.

11. Лукинський В.С. Долговечность деталей шасси автомобиля/ В.С. Лукинський, Ю.Г. Котиков, Е.И. Зайцев. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. - 231 с.
12. Чуев Ю.Б. Прогнозирование количественных характеристик процессов/ Ю.Б. Чуев, Ю.Б. Михайлов, В.И. Кузьмин. - М.: Советское радио, 1975. - 400 с.
13. Волгин В.В. Автобизнес. Техника, сервис, запчасти / В.В. Волгин М.: Издательско– книготорговый центр «Маркетинг», 2003. – 848 с. ISBN 5-944462-255-5
14. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами / Ю.И.Рыжиков – Спб: Питер, 2001. – 384 с.
15. Бережной В.И. Методы и модели управления материальными потоками микрологической системы автопредприятия / В.И. Бережной, Е.В. Бережная – Ставрополь: Интеллект- сервис, 1996. – 155 с.
16. Трикозюк В.А.Повышение надежности автомобиля / В.А. Трикозюк – М.: Транспорт,1980. - 87 с.
17. Лукинський В.С. Логистика автомобільного транспорту: Учеб.посібие/ Лукинський В.С., Бережной В.И., Бережная Е.В. и др. – М.: Финансы и статистика, 2004 – 368 с. ISBN 5-279-02719-7
18. Поляков А.П. Метод формування необхідної кількості запасних частин для ремонту засобів транспорту / А.П. Поляков, О.П. Антонюк // Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту : IV міжнародна науково-практична конференція, 24-26 жовтня 2011 р. : тези доп. - С. 66.
19. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. - М.: Наука, 1976. – 279 с.
20. Адлер Ю. П. Введение в планирование эксперимента / Ю.П. Адлер. - М.: Металлургия, 1969. - 312 с.
21. Степнов М.Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справочник / М.Н. Степнов. - М.: Машиностроение, 2005. - 399 с.

22. Автозапчасти [Электронный ресурс]: Интернет-магазин автозапчастей. Каталоги. Общий каталог. Грузовые и автобусы DAF CF 85FT 85.410. – Режим доступа: <http://www.exist.ua/cat/TecDoc/Trucks/DAF/4970/61B0001E>
23. TIR маркет партнер [Электронный ресурс]: DAF CF, ATI, XF. – Режим доступа: [http://catalog.daf-parts.com.ua/product.php?id\\_product=133](http://catalog.daf-parts.com.ua/product.php?id_product=133)
24. Олимпия авто [Электронный ресурс]: Автозапчасти DAF CF. – Режим доступа: <http://www.olimpia-auto.com.ua/zapchasti/DAF/CF/4970/1009066/>
25. Автозапчасти широкий ассортимент автодеталей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.auto-zapchasti.org/tecdoc/cars/516/4970/1009071/>
26. Запчасти для импортных грузовиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stakos.ru/autopark-spareparts/9096/>







ДОДАТКИ