

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

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на тему:

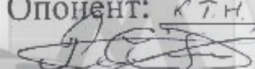
**«Покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» місто Вінниця шляхом підвищення ефективності постачання запасних частин»**

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

 Зелінський Б.В.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ  
 Кужель В.П.

«07» 12 2023 р.

Оponent: к.т.н., доц. каф. ТАМ  
 Зелінський С.В.

«08» 12 2023 р.

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доц. Цимбал С.В.

 Зелінський С.В. 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 рік

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)  
Галузь знань – 27 – Транспорт  
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт  
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт



ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри АТМ  
к.т.н., доцент Цимбал С.В.

«19»                      2023 року

## ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Зелінському Богдану Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» місто Вінниця шляхом підвищення ефективності постачання запасних частин.

керівник роботи Кужель Володимир Петрович, к.т.н., доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від «18» вересня 2023 року № 247.

2. Строк подання студентом роботи: 04.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – категорії М1; об'єкт дослідження – процес керування складськими запасами; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%. Характеристики і показники роботи станції технічного обслуговування «Бош Сервіс Автодром».

4. Зміст текстової частини:

1 Науково-технічне обґрунтування необхідності постачання та керування складськими запасами на станції технічного обслуговування «Бош Сервіс Автодром».

2 Системи і моделі керування запасами, принципи впровадження планування складських запасів.

3 Шляхи забезпечення оптимальної кількості запасних частин в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром».

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

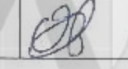
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1-3 Тема, актуальність, мета роботи, об'єкт та предмет дослідження, завдання та новизна дослідження.

4 Апробація результатів роботи та публікації.

- 5-6 Територія та приміщення СТО.  
 7 Обсяги перевезень в Україні (млн т), лишома вага окремих видів транспорту в здійсненні перевезень.  
 8 Запропоновані залежності для визначення середнього рівня запасів на СТО.  
 9 Визначення рентабельного обсягу замовлення запасних частин.  
 10 Статистичні дані витрат запасних частин на автосервісі. Вихідні дані для проведення кореляційного аналізу.  
 11 Розподіл запасних частин за функціональним призначенням та групи методів розрахунку кількості запасних частин.  
 12 Одержаний розподіл запиту на запасні частини.  
 13 Результати статистичної обробка одержаних даних.  
 14 Запропонований алгоритм розподілу запасних частин та комбінація методів АВС та XYZ – аналізу.  
 15 Розроблена структура сайту забезпечення запасними частинами СТО, спосіб їх розподілу.  
 16 Основні наукові і практичні результати, викладені в роботі.

#### 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Кужель В.П., доцент кафедри АТМ	 19.09.23	 7.12.23
Визначення ефективності запропонованих рішень	Огневий В.О., доцент кафедри АТМ	 07.11.23	 27.11.23
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Березюк О.В., професор кафедри БЖДПБ	 7.11.23	 27.11.23

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

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

Керівник роботи

(підпис)

(підпис)

Зелінський Б.В.

Кужель В.П.

## АНОТАЦІЯ

УДК 657:005.921

Зелінський Б.В. Покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» місто Вінниця шляхом підвищення ефективності постачання запасних частин. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 –Автомобільний транспорт, освітня програма – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2023. 100 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 22 назви; рис.: 19; табл. 22.

В магістерській кваліфікаційній роботі пророблено питання покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів шляхом підвищення ефективності постачання запасних частин. У розділі 1 проведено науково-технічне обґрунтування необхідності постачання та керування складськими запасами на станції технічного обслуговування «Бош Сервіс Автодром». В розділі 2 досліджено системи і моделі керування запасами, принципи впровадження планування складських запасів. В розділі 3 обґрунтовані шляхи забезпечення оптимальної кількості запасних частин в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром». В розділі 4 запропоновані технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення з безпеки при проведенні покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром».

Графічна частина складається з 16 слайдів.

Ключові слова: запасні частини, запаси, склад; станція технічного обслуговування автомобілів; ефективність; постачання.

## ABSTRACT

UDC 657:005.921

Zelinsky B.V. Improving the management of warehouse stocks in the conditions of the "Bosch Service Autodrom" car maintenance station in the city of Vinnytsia by improving the efficiency of the supply of spare parts. Master's qualification work on specialty 274 - Road transport, educational program - Road transport. Vinnytsia: VNTU, 2023. 100 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 22 titles; Fig.: 19; table 22.

In the master's qualification thesis, the issue of improving the management of warehouse stocks in the conditions of a car service station by increasing the efficiency of the supply of spare parts was worked out. In chapter 1, scientific and technical substantiation of the need for supply and management of warehouse stocks at the maintenance station "Bosch Service Autodrom" was carried out. In chapter 2, the systems and models of stock management, the principles of implementation of warehouse stock planning are studied. Chapter 3 substantiates ways of ensuring the optimal number of spare parts in the conditions of the Bosch Service Autodrom car service station. Chapter 4 offers technical solutions for occupational hygiene and industrial sanitation, technical solutions for safety when improving the management of warehouse stocks in the conditions of the "Bosch Service Autodrom" car maintenance station.

The graphic part consists of 16 slides.

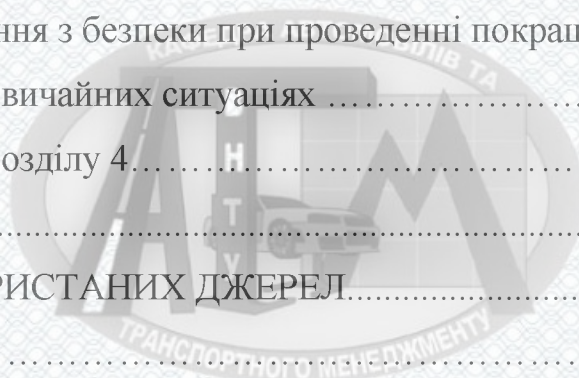
Keywords: spare parts, stocks, warehouse; car service station; efficiency; supply.



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПОСТАЧАННЯ ТА КЕРУВАННЯ СКЛАДСЬКИМИ ЗАПАСАМИ НА СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ «БОШ СЕРВІС АВТОДРОМ».....	6
1.1 Характеристика станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром».....	6
1.2 Сучасні підходи до удосконалення системи підбору, постачання і зберігання запасних частин, їх роль в забезпеченні функціонування рухомого складу.....	10
1.3 Висновки до розділу та постановка завдань досліджень.....	19
РОЗДІЛ 2. СИСТЕМИ І МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ ЗАПАСАМИ, ПРИНЦИПИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПЛАНУВАННЯ СКЛАДСЬКИХ ЗАПАСІВ.....	20
2.1 Варіанти організації складського господарства.....	20
2.2 Аналіз систем і моделей керування запасами.....	24
2.3 Впровадження принципів планування й контролю складських запасів.....	27
2.4 Висновки до розділу 2.....	38
РОЗДІЛ 3. ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ «БОШ СЕРВІС АВТОДРОМ».....	39
3.1 Вихідні дані спостережень витрат запасних частин.....	39
3.2 Запропоновані методи керування складськими запасами та визначення оптимальної кількості запасних частин.....	41
3.3 Застосування дослідницького методу та експериментального методів.....	60
3.4 Можливості методу нормативного прогнозування.....	72
3.5 Рекомендації щодо забезпечення оптимальної кількості запасних частин .....	74
3.6 Визначення ефективності запропонованих рішень.....	85
3.7 Висновки до розділу 3.....	86

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	87
4.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	88
4.2 Технічні рішення з безпеки при проведенні покращення керування .....	93
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	94
4.4 Висновки до розділу 4.....	96
ВИСНОВКИ.....	97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	98
ДОДАТКИ.....	100
Додаток А. Ілюстративна частина	
Додаток Б. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	



## ВСТУП

**Актуальність теми.** Слід зазначити, що питання удосконалення процесу керування складськими запасами є одним з найскладніших в системі матеріально-технічного забезпечення підприємств автомобільного транспорту. Тому однією з головних задач в організації ефективної роботи станції технічного обслуговування автомобілів є своєчасне забезпечення запасними частинами, тому актуальною є задача підвищення ефективності постачання запасних частин, а саме створити оптимальний запас запасних частин, що підібрані згідно потреб клієнтів, слід визначити обсяг компонентів та запасних частин, технічних рідин враховуючи наявну історію закупівель та майбутнє планування. Тенденції використання складських запасів постійно аналізуються, що дозволяє проводити постійні роботи з їх оптимізації та підвищення рентабельності.

Використання сучасних логістичних підходів до процесу управління запасами на підприємствах автомобільного транспорту дозволить спростити систему постачання, знизити витрати на просування матеріальних, фінансових та інформаційних потоків і прискорити оборотність складських запасів.

Отже діючи на сьогоднішній день рекомендації щодо планування потреби в запасних частинах використовують лише нормативний метод розрахунку. Тому підвищення точності й обґрунтування розрахунків потреби в запасних частинах мають особливе значення, оскільки обумовлюють необхідність удосконалення методів прогнозування, нормування витрати запасних частин, планування запасів.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалась відповідно до науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету і являється невід'ємною частиною досліджень пов'язаних саме з підвищенням ефективності роботи станцій технічного обслуговування автомобілів.



### **Мета і завдання дослідження.**

Мета роботи – підвищення ефективності роботи відділу запасних частин станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» шляхом розробки підходів до удосконалення системи підбору, постачання і зберігання запасних частин.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- провести науково-технічне обґрунтування необхідності постачання та керування складськими запасами на станції технічного обслуговування «Бош Сервіс Автодром»;
- дослідити системи і моделі керування запасами, принципи впровадження планування складських запасів;
- обґрунтувати шляхи забезпечення оптимальної кількості запасних частин в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром»;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

**Об'єкт дослідження** – процес керування складськими запасами.

**Предметом дослідження** є розробка підходів до удосконалення системи забезпечення станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» матеріально-технічними ресурсами.

**Методи дослідження** – в роботі використовуються як аналітичні методи досліджень, які ґрунтуються на теоретичних та прикладних аспектах логістики запасів, системний аналіз, так і методи математичного моделювання.

### **Новизна одержаних результатів:**

дістали подальшого розвитку методи прогнозування потреби в матеріально-технічних ресурсах, визначення оптимальної кількості складських запасів, методи досліджень, які ґрунтуються на теоретичних та прикладних аспектах логістики запасів з метою виявлення зв'язку між потребою в запасних частинах на станції технічного обслуговування та технічним станом автомобілів, які обслуговуються.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблені та запропоновані автором підходи та рекомендації можуть бути застосовані в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» для

прогнозування потреби в матеріально-технічних ресурсах, підбору та визначення оптимальної кількості складських запасів.

**Особистий внесок здобувача.** Здобувачем проаналізовані варіанти організації складського господарства, теоретичні та прикладні аспекти логістики запасів, методи керування та прогнозування потреби в матеріально-технічних ресурсах підрозділу керування запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром».

**Апробація результатів роботи.** Проміжні результати досліджень доповідалися й обговорювалися на міжнародній науково-практичній конференції «AutoTRAK-2023. Explore» 26–27 жовтня 2023 р., м. Київ (Національний університет біоресурсів і природокористування України, Механіко-технологічний факультет, кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів).

**Публікації.** Проміжні результати досліджень були частково викладенні і опубліковані в 1 науковій праці: Кужель В.П. Розвиток мультибрендового технічного сервісу на території України у післявоєнний період / Кужель В.П., Зелінський Б.В., Матусевич М.В., Костюк О.О. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2023. Explore» 26–27 жовтня 2023 р.: Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2023. – С. 195 – 197 [2].



## РОЗДІЛ 1

# НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ПОСТАЧАННЯ ТА КЕРУВАННЯ СКЛАДСЬКИМИ ЗАПАСАМИ НА СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ «БОШ СЕРВІС АВТОДРОМ»

### 1.1 Характеристика станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром»

Наведемо основну інформацію по станції технічного обслуговування (СТО) «Бош Автосервіс Автодром», яка знаходиться за адресою: м. Вінниця, вул. Політехнічна, 2-Н. Телефон гарячої лінії: 0 800 305 505.

СТО «Бош Автосервіс Автодром» м. Вінниця працює з 1996 року, має 8 постів для виконання технічних впливів на автомобілів. Серед АТЗ, які обслуговують на СТО, найчастіше зустрічаються наступні марки автомобілів: Volkswagen, Nissan, Honda, Skoda, Toyota, Lexus, Mercedes і інші.

Основні види послуг, які пропонуються на «Бош Авто Сервіс»: комп'ютерна діагностика та ремонт систем автомобіля; перевірка акумуляторів; ремонт електроустаткування автомобіля; регламентне обслуговування; заміна мастил в двигуні; заміна мастила в АКПП; обслуговування\заправка кондиціонерів; діагностика та ремонт ходової частини автомобіля; перевірка кутів встановлення коліс (розвал-сходження); перевірка та регулювання світла фар; діагностика та ремонт двигунів; встановлення автосигналізацій, парктроніків, центральних замків і ін.; післяпродажне обслуговування продукції BOSCH (гарантія); підбір та продаж запасних частин; передпродажна діагностика автомобілів; ремонт та обслуговування електромобілів та гібридів.

Схема технологічного процесу технічного обслуговування і поточного ремонту (ТО і ПР) автомобілів наведена на рис. 1.1. Першим контактує з клієнтами майстер-приймальник – співробітник, який відповідає за роботу з

клієнтами і завантаження працівників (цеху). Він є лицем фірми і підпорядковується сервіс-менеджеру.

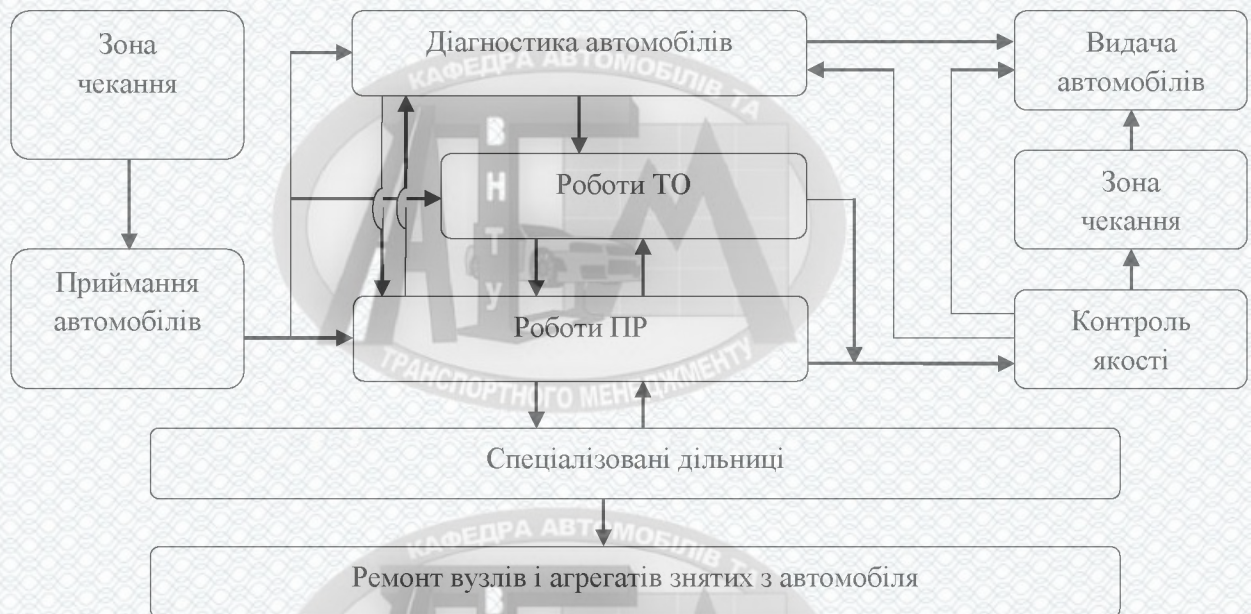


Рисунок 1.1 – Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО

Майстер-приймальник є відповідальним з боку сервісу особою, яка укладає з клієнтом договір і повинен бути достатньо компетентним, щоб зрозуміти скаргу клієнта і пояснити її майстру цеху. Він повинен бути досить грамотним, щоб простою мовою описувати причини несправностей і шляхи їх усунення.

Нижче наведений перелік постів станції та їх призначення.

Три пости обладнані двохстійковими підйомачами, один має ножичний підйомник за допомогою яких виконуються різні технічні впливи з обслуговування АТЗ та відновлення технічного стану автомобілів. Особлива увага приділяється комплексному діагностуванню електрообладнання та електронних систем, що виконуються на 2-х постах, є сканери мультимарочні BOSCH KTS 750 (для автомобілів європейського виробництва), є пост заправки кондиціонерів, стенд розвал-сходження, вібростенд для діагностування підвіски. Середній вхідний потік на СТО біля 30 автомобілів на добу. Загальний вигляд виробничо – адміністративного корпусу СТО наведено на рисунку 1.2, а приміщення для клієнтів та спеціалістів СТО – на рисунку 1.3.

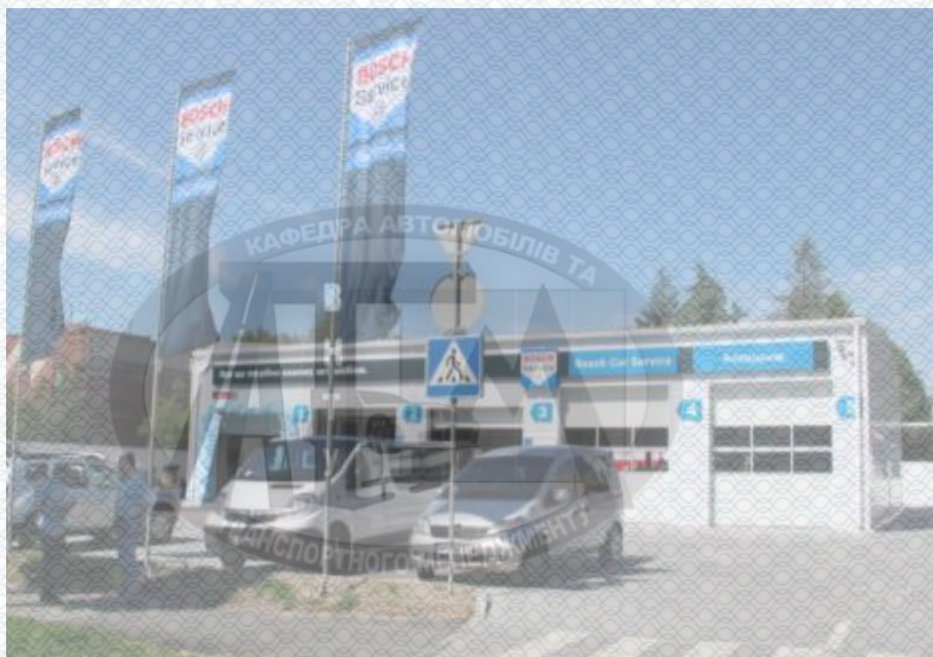


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд корпусу з майданчиком для стоянки автомобілів



Рисунок 1.3 - Приміщення для клієнтів та спеціалістів СТО

Виробниче приміщення (рис. 1.4) достатньо об'ємне для виконання усіх необхідних технічних впливів.



Рисунок 1.4 – Основне виробниче приміщення СТО

У 2023 році СТО проходить реконструкцію, добудовується приміщення для адміністрації СТО, майстрів приймальників, спеціалістів відділу запасних частин і керування запасами, сучасної зони обслуговування і очікування клієнтів.

На території СТО є стоянка автомобілів. Є продаж додаткового обладнання виробництва Bosch по найкращих цінах. Всі замовлення можна індивідуально обговорити з майстром, для врахування всіх побажань власника автомобіля. На СТО виконують гарантійний ремонт і заміну за необхідністю несправного компонента. На СТО також є мастильні матеріали від провідних виробників по цінам виробника. СТО саме закупляє мастила та інші технічні рідини (гальмівна рідина, антифриз та ін.) у виробника тому якість їх висока, а ціни помірні. Також є стоянка для автомобілів працівників і відвідувачів. Також на СТО є широкий вибір запасних частин до різних автомобілів.

Проаналізувавши стан ВТБ СТО можна зазначити, що ВТБ придатна для виконання якісного ремонту і ТО легкових автомобілів, але їй необхідно вдосконалити підрозділ підбору та постачання запасних частин, щоб покращити якість і швидкість ТО і ремонту автомобілів шляхом збільшення швидкості обслуговування та швидкого забезпечення запасними частинами. Отже для

покращення ефективності роботи станції технічного обслуговування автомобілів СТО «Бош Автосервіс Автодром» пропонується оптимізація кількості складських запасів.

## **1.2 Сучасні підходи до удосконалення системи підбору, постачання і зберігання запасних частин, їх роль в забезпеченні функціонування рухомого складу**

Відмітимо, що для організації безперебійного виробничого процесу СТО необхідно безперервне забезпечення їх запасними частинами й матеріалами.

Зазначимо, що в Україні реалізація сучасної інтегрованої стратегії управління запасами лише недавно почала розглядатися як один із найвпливовіших чинників підвищення ефективності діяльності суб'єктів підприємницької діяльності, а саме СТО.

Зазначимо, що під час формування планів постачання і запасів одним із найважливіших завдань залишається - визначення такої величини запасів, яка була би достатньою для забезпечення процесу діяльності СТО і водночас мінімальною. Існує думка вітчизняних і зарубіжних вчених, фахівців - для більшості завдань із управління запасами не існує простих рішень щодо можливості застосування тих чи інших моделей управління запасами, як і немає універсальної моделі. В кожному конкретному випадку вибір стратегії визначається особливостями постачання, характером попиту і можливостями покриття витрат на утримання запасів та резервів в умовах СТО.

Для організації безперебійного виробничого процесу СТО необхідно безперервне забезпечення їх запасними частинами й матеріалами. Це дозволить уникнути великих втрат часу, зниження ефективності використання основних виробничих фондів, погіршення техніко-економічних показників діяльності СТО. Цьому сприяє той факт, що заводи-виробники автомобільної техніки зацікавлені в створенні мережі сервісних пунктів для гарантійного обслуговування й продажу запасних частин. І, як правило, вони поставляють оригінальні запасні частини для

своїх автомобілів не тільки протягом усього періоду їх випуску, але і не менш 10 років після зняття їх із виробництва.

Зазначимо, що до військових дій в Україні приріст парку автомобілів складає 300-400 тис. одиниць у рік. Однак розподіл транспортних машин і підприємств автосервісу по території країни дуже нерівномірне і не пропорційне. Кількість автосервісних підприємств за останні 10 років збільшилося більш ніж у 10 разів. Причому більшість із них – універсальні, мультибрендові станції [2], що виконують усі види послуг.

Крім того, росте частка невеликих СТО з числом працюючих 4-5 чол. Приблизно в 10 разів збільшилося і число працівників служби автосервісу.

Пропонуємо в роботі розглядати автосервіс як систему підтримки працездатності й відновлення автомобіля протягом усього терміну його експлуатації, та детально дослідити підсистему керування запасами, яка характеризується каналами одержання, збереження й методами доставки споживачам запасних частин і матеріалів, структурою дистриб'юторської мережі, порядком розрахунків за запасні частини, що витрачаються, і матеріали й ін. При цьому необхідно мати у виді, що номенклатура запасних частин для легкових автомобілів індивідуальних власників нараховує близько 10 тис. найменувань, а їх кількість для кожної СТО визначається по методиках, що враховує специфіку попиту на них. У той же час багато автосервісних підприємств часто не піклуються про забезпечення автомобілів запасними частинами, можливе використання запасних частин бувщих у користуванні, знятих з автомобілів, які відпрацювали свій строк [12]. На витрату запасних частин і матеріалів впливає безліч факторів (рис. 1.5), сукупність яких звичайно поділяють на чотири групи: конструктивні, експлуатаційні, технологічні й організаційні. До конструктивних факторів відносяться рівні надійності, складності конструкції і її уніфікації. При зниженні рівня надійності автомобіля потреба в запасних частинах істотно зростає через «старіння» – збільшенням пробігу з початку експлуатації. Уже на третьому році експлуатації номенклатура запасних частин, що витрачаються на підтримку працездатності автомобілів, у 2-3 рази більша, ніж у перший рік.



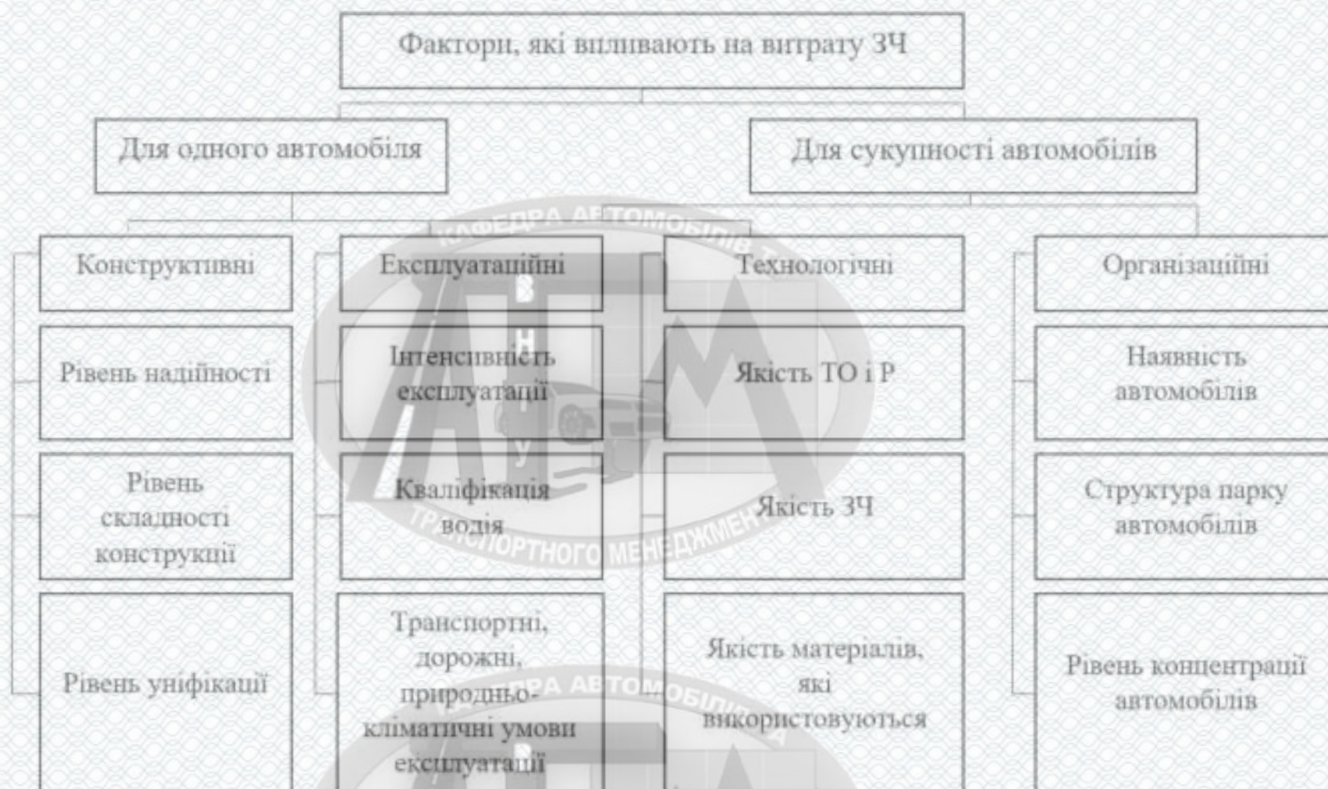


Рисунок 1.5 – Класифікація факторів, які впливають на витрату запасних частин

Постійне удосконалювання рухомого складу з метою поліпшення його техніко-економічних показників звичайно, приводить до ускладнення конструкції автомобілів. Це збільшує кількість їх конструктивних елементів і також знижує надійність автомобілів.

У протизагагу ускладненню конструкцій автомобілів усе ширше застосовується уніфікація їх окремих деталей і вузлів, однак рівень міжзаводської уніфікації не перевищує 20%.

До експлуатаційних факторів, що впливають на витрату запасних частин автомобілів, відносяться інтенсивність їхньої експлуатації; дорожні, транспортні й атмосферно-кліматичні умови; кваліфікація водія. Витрата запасних частин по автомобілі в залежності від категорії умов експлуатації залежить приблизно так: для першої категорії – 100% (умовно), для другий – п'ятої відповідно: 110, 125, 140 і 165%.

Серед факторів технологічного характеру основну роль грають якість ТО і ремонту автомобілів, якість запасних частин, що поставляються, і застосовуваних експлуатаційних матеріалів.

Організаційні фактори, що впливають на витрату запасних частин, враховують структуру рухомого складу транспортної організації; його зміну (надходження нових автомобілів, списання старих) і загальну кількість одиниць; рівень концентрації на підприємстві.

Таким чином, при рішенні питань визначення потреби в запасних частинах для підприємств автотранспорту й нормування їх витрати необхідно по можливості враховувати вплив усіх зазначених факторів.

Обов'язковим елементом будь-якої економічної системи є запас. У транспортній логістиці поняття матеріального запасу є одним із ключових. В основних підручниках і навчальних посібниках із логістики приводяться аналогічні формулювання матеріальних запасів.

Наприклад, у [10] вони визначаються як знаходяться на різних стадіях виробництва й звертання продукція виробничо-технічного призначення, виробу народного споживання й інші товари, що очікують вступу в процес виробничого або особистого споживання. Роль запасів у логістиці настільки велика, що за рубежом її визначають як менеджмент запасів, що знаходяться в спокої або русі.

Необхідність створення матеріальних запасів обумовлена різними причинами, основними з яких, є:

- сезонні коливання випуску окремих видів товарів;
- імовірність порушення встановленого графіка постачань і можливість коливання попиту (відповідно зниження або збільшення інтенсивності вхідного або вихідного матеріального потоку);
- зниження витрат при покупці великих партій товарів;
- зниження простоїв виробництва при постійній наявності комплектуючих запасних частин;
- можливість негайного обслуговування покупця;

- можливість рівномірного здійснення операцій по виробництву й розподілові;

- різке зростання цін на деякі товари;
- спрощення процесу керування виробництвом.

Основною метою запасу є створення буферної ланки між попитом та пропозицією, тобто він дозволяє виконувати операції без збоїв і не допускати перерв у роботі.

Створення запасів має свої позитивні й негативні сторони. Для забезпечення організації запасами потрібні істотні фінансові витрати – на зміст спеціально обладнаних приміщень; на оплату необхідного персоналу. Крім того, частина фінансових засобів виявляються просто замороженими, та й мається постійний ризик псування або розкрадання запасів.

У той же час відсутність запасів приводить до різного роду втратам – від простою виробництва, закупівлі товарів невеликими партіями по більш високих цінах і т.д.

Інтенсивний розвиток автомобільної промисловості призвів до насичення ринку країн автомобілями. У зв'язку з тим, що високі технічні й експлуатаційні характеристики машин, що були головними аргументами в рекламі виготовлювачів, досягнуті в цей час практично всіма провідними постачальниками автомобільної техніки, у конкурентній боротьбі на перший план висунувся рівень постановки ТО й забезпечення запасними частинами (ЗЧ).

Утримання ЗЧ на складах обходиться дуже дорого, від 10 до 100% вартості запасів, залежно від якості організації управління запасами. У зв'язку із цим фірми, що торгують ЗЧ, прагнуть збільшити оберт запасів для того, щоб при менших площах складів і менших витратах на утримання запасів отримати більший обсяг продажів й, отже, прибутку. Ідеальним випадком був би продаж ЗЧ «з коліс», без усякого зберігання. Досягнення задовільного обороту являє собою нелегке завдання навіть для великих компаній, оскільки вони змушені зберігати на складах якусь частину номенклатури нерегулярного попиту.

Існує кілька видів оборотності запасів. Один з них - оборотність кожної деталі в кількісному вираженні. Інший - оборотність усього запасу за вартістю. Третій - диференційована оборотність груп деталей різного ступеня попиту, четвертий - оборотність ЗЧ до застарілих моделей машин. До кожного із цих видів пред'являються свої вимоги. Якщо для економічно ефективної торгівлі ЗЧ необхідно підтримувати високий рівень оборотності запасів, то для забезпечення попиту на будь-яку деталь, особливо для знятих з виробництва машин, необхідно зберігати різноманітні асортименти деталей, що продаються рідко і гальмують оборотність.

Хоча загальна для складу швидкість обороту запасів є важливим показником, вона не забезпечує деталізовану інформацію, необхідну для управління. Щоб вживати конкретних заходів, потрібно знати, які найменування деталей мають швидкий, середній або повільний оберт.

Зниження обсягу запасів при одночасному збереженні високого рівня обслуговування клієнтів є досить важкою проблемою. Вона не може бути задовільно вирішена за допомогою емпіричного підходу.

Більшість складів обтяжена бездіяльними або застарілими запасами, і фірми намагаються скорочувати їх для збільшення швидкості обороту.

Вартість змісту запасів деталей і вузлів автомобільної техніки на складах зростає рік у рік внаслідок інфляції й зростанню вартості оренди приміщень, витрат на заробітну плату, накладних витрат і т.ін., що викликає природне прагнення знизити рівень запасів за рахунок більш частого замовлення ЗЧ дрібними партіями.

Розміщення замовлення на ЗЧ є досить дорогою справою. За даними англійського економіста, витрати на замовлення ЗЧ на одне найменування становлять різних дрібних і середніх дилерських фірм від 5 до 13 центів на місяць. Маються на увазі витрати на підготовку й одержання замовлення (аналіз і прогноз витрати, розрахунок обсягу запасу, підготовка й висилка замовлення, перевірка й оплата рахунків за ЗЧ, контроль кількості і якості деталей, що надійшли, телефонні й банківські витрати).

Аналізуючи залежність оборту запасів на складах від кількості регулярних нетермінових замовлень у рік, можна побачити, що гарантована можливість більш часто одержувати ЗЧ невеликими партіями сприяє збільшенню середнього коефіцієнта оборотності запасів. Зрозуміло, величина цього коефіцієнта залежить і від інших факторів, починаючи від ефективності застосовуваної системи управління запасами та кінчаючи кваліфікацією персоналу, відповідального за управління запасами. Систематичне розміщення й виконання замовлень через короткі проміжки часу дозволяє не тільки зменшити середньорічні запаси на складах, але й скоротити обсяг бездіяльних запасів деталей нерегулярного попиту.

Відправними моментами, що підтверджують необхідність управління запасами, є наступні:

- утримання запасних частин на складі обходиться дорого;
- дорогим є й замовлення деталей;
- обсяг доходів від продажу запасних частин залежить від обороту на складі

Якість забезпечення процесів ТО і Р запасними частинами впливають на підтримання працездатності рухомого складу і готовності його до виконання перевезень, які зростають щороку, так обсяги перевезень вантажів в Україні, млн т. наведені в таблиці 1.1, питома вага окремих видів транспорту в перевезенні вантажів у 2020 році зображена на рис. 1.6, а статистичні дані про розподіл вантажообігу між видами транспорту в країнах Європейського співтовариства за 2005-2020 рр. (табл. 1.2) [4].

Таблиця 1.1 – Обсяги перевезень вантажів в Україні, млн т.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	Млн.т / Mln.t					
<b>Транспорт</b>	<b>1543</b>	<b>1582</b>	<b>1643</b>	<b>1579</b>	<b>1641</b>	<b>...</b>
залізничний <sup>1</sup>	343	339	322	313	306	314
автомобільний – усього <sup>2</sup>	1086	1122	1206	1147	1232	...
у тому числі						
автопідприємства	123	126	134	190	152	180
водний	7	6	6	6	6	5
морський	3	2	2	2	2	2
річковий	4	4	4	4	4	3
авіаційний <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
трубопровідний	107	115	109	113	97	78

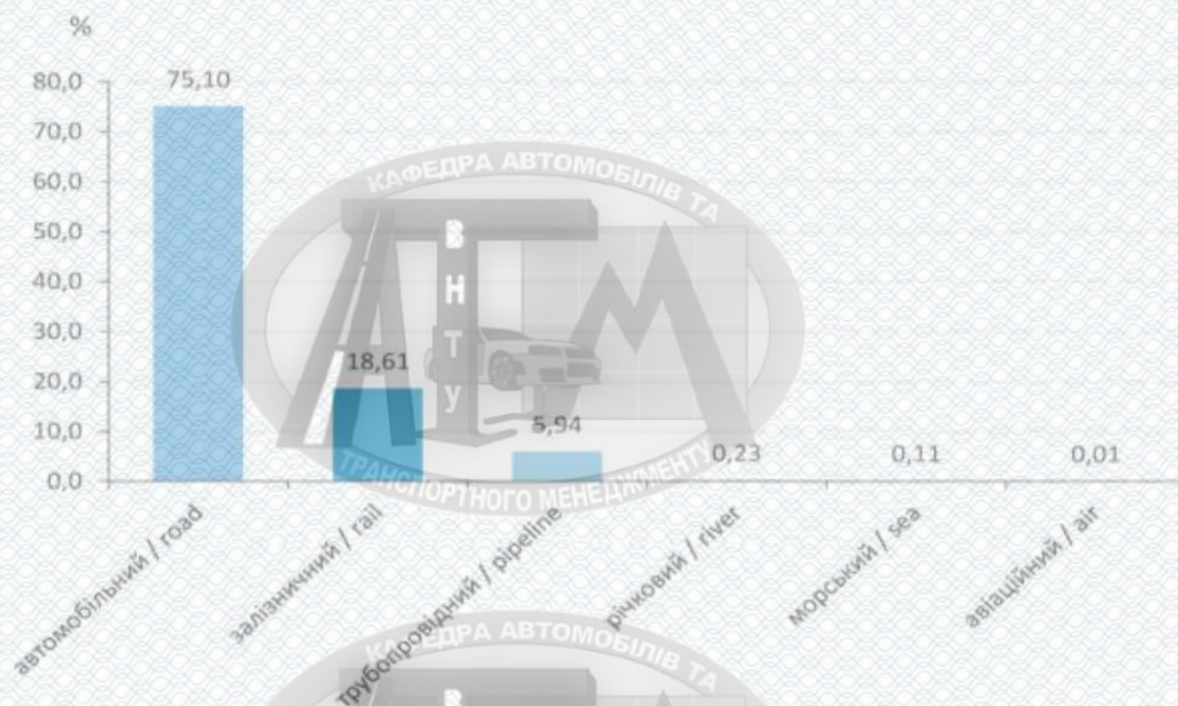


Рисунок 1.6 - Питома вага окремих видів транспорту в перевезенні вантажів у 2020 році

Таблиця 1.2 – Розподіл вантажообігу по видах транспорту в країнах ЄС, %

Вид транспорту	2005	2008	2011	2014	2017	2020
Автомобільний	60,6	65,3	68,4	71,7	72,6	74,6
Залізничний	20,2	18,6	18,4	15,3	14,4	12,8
Річковий	10,8	9,6	7,8	7,3	7,4	7,2
Трубопровідний	8,4	6,3	5,4	5,7	5,6	5,4
Усього	100	100	100	100	100	100

З табл. 1.2 видно, якою мірою збільшилася частка вантажообігу, виконуваного автомобільним транспортом (на 22%), і на скільки скоротилася частка виконуваного вантажообігу іншими видами транспорту (наприклад, залізничним транспортом – на 14%). Пріоритетну роль зберігає автомобільний транспорт і по видах перевезень у країнах ЄС (табл. 1.3) [4].

Таблиця 1.3 – Основна частка видів транспорту в загальних внутрішніх і міжнародних перевезеннях у країнах ЄС, %

Вид транспорту	Внутрішні перевезення	Міжнародні перевезення
Автомобільний	91,7	46,5
Залізничний	6,2	39,8
Внутрішній водний	2,1	13,7

Автомобільний транспорт України є важливою складовою її економічного потенціалу. Це видно по абсолютних і питомих величинах обсягів перевезень вантажів, представленим відповідно в табл. 1.3 [5,6].

Таким чином, до початку війни, ще в 2021 р. спостерігалось істотне збільшення обсягів перевезень вантажів. При цьому росло і кількість транспортних засобів, що випускаються – автомобілів, тепловозів, судів і ін. Однак зміни в економіці після 2022 р. обумовили затяжний спад виробництва, банкрутство тисяч підприємств і скорочення обсягів продукції у різних галузях господарства, що і привело до зменшення обсягів перевезень вантажів.

Крім того, автомобільний транспорт наприклад у порівнянні з залізничним забезпечує більш високу якість послуг і контроль за схоронністю вантажів, дотримання графіків завантаження й рухи, що робить його більш надійним і безпечним. Однак у даний час ринкові відносини висувають нові задачі по поліпшенню якості послуг, оптимальності їхніх обсягів, обов'язковості, гнучкості і т.д. І насамперед це стосується малих і середніх автопідприємств, що складають до 95% від їхньої загальної кількості [3]. Сильними сторонами конкурентоздатних підприємств (СТО) є: якість і технічні характеристики послуг (продукції) – 95%, технологічні переваги організації послуг – 85, надійність виконання послуг – 80, вартість послуг – 6%, своєчасне забезпечення запасними частинами [10].

Тому дана робота й призначена для вирішення питань, пов'язаних з підвищенням якості послуг, що надаються СТО, в загальному та поліпшенням забезпечення власників автомобілів запасних частин зокрема.

### 1.3 Висновки до розділу та постановка завдань досліджень

Як зазначалося в Україні реалізація сучасної інтегрованої стратегії управління запасами лише недавно почала розглядатися як один із найвпливовіших чинників підвищення ефективності діяльності СТО, в свою чергу під час формування планів постачання і запасів одним із найважливіших завдань залишається - визначення такої величини запасів, яка була би достатньою для забезпечення процесу діяльності СТО і водночас мінімальною. Тому в першому розділі наведена характеристика СТО автомобілів станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром», та визначені підходи до удосконалення системи підбору, постачання і зберігання запасних частин, їх роль в забезпеченні функціонування рухомого складу,

Для організації безперебійного виробничого процесу СТО необхідно безперервне забезпечення їх запасними частинами й матеріалами. Це дозволить уникнути великих втрат часу, зниження ефективності використання основних виробничих фондів, погіршення техніко-економічних показників діяльності СТО. Мета роботи – підвищення ефективності роботи відділу запасних частин станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» шляхом розробки підходів до удосконалення системи підбору, постачання і зберігання запасних частин. Отже для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі завдання:

- дослідити системи і моделі керування запасами, принципи впровадження планування складських запасів;
- обґрунтувати шляхи забезпечення оптимальної кількості запасних частин в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром»;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.





## РОЗДІЛ 2

### СИСТЕМИ І МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ ЗАПАСАМИ, ПРИНЦИПИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПЛАНУВАННЯ СКЛАДСЬКИХ ЗАПАСІВ

#### 2.1 Варіанти організації складського господарства

Для збереження матеріальних запасів необхідно відповідне складське господарство, від якого, таким чином, буде залежати ефективність усієї логістичної системи.

До складського господарства відноситься комплекс виробничих будинків, інженерних споруджень, що відповідає технологічного устаткування і засобів оргтехніки, що забезпечують приймання матеріальних ресурсів, їхнє розміщення, збереження, облік, перевірку стану, відпустку і доставку продукції.

Серед основних задач складування можна відзначити визначення оптимальних величин площ складів і підйомно-транспортного устаткування (з обліком його необхідного завантаження), оптимізацію використання площі і ємності складу.

Основними функціями складів є: керування асортиментом збережених товарів, складування і збереження товарів і матеріалів і ін.

Стосовно до підприємств автосервісу склади можуть бути центральними (обслуговують регіональні склади), регіональними (обслуговують дилерів регіону) і дилерськими (обслуговують роздрібних і дрібнооптових споживачів). Перші два типи складів ще називають дистриб'юторськими або розподільними. Їх задача – організація ефективної діяльності по забезпеченню матеріалопровідної мережі.

Основними задачами складського господарства відповідно до [17] є наступні:

- оптимальне використання площі і ємності приміщень при розміщенні устаткування, проїздів і проходів;

- вибір методів і способів збереження, створення необхідних умов;
- механізація технологічних операцій;
- організація обробки інформації;
- організація контролю наявності і схоронності товарів;
- розробка технологічних карт по виконанню операцій.

Склади автомобільних запасних частин, незалежно від їхнього призначення, розмірів і рівня, повинні відповідати наступним основним вимогам:

- мати відповідні розміри, розташування і планування;
- мати необхідне устаткування (стелажі для складування; верстати для комплектації, перевірки й упакування товару; навантажувачі і візки для внутрішніх перевезень) і технологію для забезпечення обробки запасних частин від моменту їхнього одержання до моменту відвантаження з найменшими витратами праці і матеріальних засобів;
- мати достатнє висвітлення, опалення і вентиляцію;
- забезпечувати зручність приймання товару, що надходить, і підготовки його до збереження, схоронність і швидкість видачі, пожежну безпеку;
- розташовувати відповідними під'їзними коліями;
- постійно мати у своєму розпорядженні готовими до відвантаження запасними частинами в необхідній номенклатурі, поповнювати їхні запаси по регламентованій номенклатурі й оперативно замовляти запчастини, постійне збереження яких не передбачено;
- забезпечувати захист збережених запасних частин від впливу температури і вологи, механічних і інших ушкоджень;
- забезпечувати швидке і з найменшими витратами одержання запасних частин і їхню доставку по призначенню;
- мати інформацію про номенклатуру автомобілів, що обслуговуються, мати статистичні дані про щорічну витрату запчастин з урахуванням сезонності, а також необхідну обчислювальну техніку для виконання облікових операцій.

Сучасний склад постачання запасними частинами являє собою складний комплекс різних будівельних споруджень, пристроїв і устаткування для

організації прийому, складування і відпустки товарів і виконання операцій відповідно до технології їхньої внутріскладської переробки. Основними зонами складу є зона збереження, що займає до 70-80% його площі, зони приймання, відвантаження та інші (до 20-30% площі).

У зоні приймання запасні частини, що надходять, проходять наступні технологічні операції [18]:

- кількісний контроль товару по супровідних документах (без розпакування тари);
- якісний вибірковий контроль у межах до 5% від обсягу партії, що надходить, (візуальним оглядом);
- часткову консервацію і фарбування запчастин з порушеннями покриттів (виявлених при вхідному контролі, у процесі збереження, при проведенні інвентаризації і т.д.);
- вибіркове контрольне зважування деталей.

У зоні збереження основним способом складування запасних частин є стелажний спосіб (з використанням мостових кранів і кранів - штабелерів).

У зоні видачі і комплектації на основі заявок диспетчерська складу складає добовий план відвантаження запасних частин СТО, по якому комплектовщикам видаються завдання на комплектацію відправних партій запчастин.

Забезпечення запасними частинами у ведучих закордонних фірмах включає чотири рівні складів:

- центральний – основна ланка, на якому зберігаються деталі 50-70 тис. найменувань; середній оптимальний запас деталей на складі підтримується на рівні 30-35% річної потреби в запасних частинах;
- зональні склади – відділення центрального складу, призначені для задоволення потреби в запасних частинах у своїх зонах; для повної гарантії задоволення всіх запитів необхідний запас деталей у розмірі 1,5-2,0-х місячної потреби, номенклатура збережених деталей повинна складати порядку 20 тис. найменувань;

- склади центрів ТО фірми і СТО і майстерні дилерів – мінімальний запас деталей на рівні 1,5-місячної потреби, максимальний – 2,5-місячної потреби;

- склади агентів – найбільш масова ланка в системі ТЕ; вони купують деталі в дилерів і продають їхнім власникам автомобілів (головним чином при проведенні ремонтних робіт); на дрібних складах номенклатура збережених деталей складає близько 400 найменувань.

Закордонні системи забезпечення ринку запасними частинами здійснюють постійну координацію зв'язків між складами всіх рівнів. Постачання запчастин по замовленнях дилерів здійснюється з найближчих до них зональних складів.

Особливості ринку запасних частин у країнах СНД характеризуються наявністю великої кількості посередників, що не мають майже ніяких зобов'язань перед клієнтами і не гарантуючою якістю продукції, що поставляється, і послуг; наявністю великого числа фірм – імітаторів; тривалим терміном постачання окремих деталей і т.д.

Дуже важливе значення для ефективної роботи системи матеріально-технічного постачання має облік і звітність. Вони дозволяють одержувати інформацію для прийняття управлінських рішень по організації перевезень запасних частин і керуванню запасами, визначати забезпеченість підприємств запчастинами і матеріалами, здійснювати контроль за виконанням планів постачань.

Індивідуальний облік матеріальних ресурсів (запасних частин) на кожну одиницю рухливого складу в умовах СТО й АТП може здійснюватися по-різному. Наприклад, можуть вирішуватися наступні задачі:

- мінімізація фальсифікації видачі запасних частин;
- оперативний контроль коректності видачі запасних частин;
- аналіз витрати запасних частин як по одиниці рухливого складу, так і по марках;
- контроль якості запасної частини, отриманої від конкретного постачальника;
- комп'ютерна обробка відомості замовлення запасних частин.

Подібні методики індивідуального обліку матеріальних ресурсів дозволяють підприємству знизити витрати на придбання запасних частин і оптимізувати роботу служб підприємства.

Безперервний ріст номенклатури і кількості запасних частин в автосервісі викликає збільшення обсягу оброблюваної інформації. Визначення необхідної їхньої кількості на будь-який розрахунковий період з достатньою точністю можливо тільки при механізації й автоматизації обліку. Тому використання математичних методів і засобів обчислювальної техніки є обов'язковою умовою удосконалення планування і постачання запасними частинами.

Норми витрати деталей повинні враховувати зміна кількості автомобілів, що обслуговуються, їхній технічний стан, розподіл їхній по регіонах з урахуванням умов експлуатації, зміна конструкції рухливого складу, фінансові можливості споживачів, можливості товаропровідної мережі й ін.

Застосування обчислювальної техніки вимагає упорядкування документообігу, строгої регламентації системи запису, використання кодів і шифрів оброблюваної інформації.

## 2.2 Аналіз систем і моделей керування запасами

Проблема керування запасами відноситься до однієї з ключових у логістиці, оскільки у сфері загального керування діяльністю будь-якого підприємства воно грає дуже важливу роль. До системи керування запасами, як відзначено в [15], відноситься сукупність суб'єктів (виробники, споживачі), об'єктів керування (попит, замовлення, склади, рівень запасу), організаційних зв'язків (матеріальні, інформаційні, фінансові) і організаційних елементів (стратегія й моделі керування запасами, правила виконання замовлень і т.д.). У той же час саме керування запасами – це процес прогнозування, нормування, планування, організації, контролю, стимулювання й регулювання термінів і обсягів виконання замовлень на виконання норми запасів у логістичній системі “закупівлі – виробництво -

розподіл”. Можна вважати, що керування запасами – це насамперед керування витратами по їх підтримці.

Сутність політики керування запасами добре видна на прикладі “концепції наявності і керування запасами”, розробленої у Японії наприкінці 70-х років. Відповідно до цієї концепції кожне підприємство повинне було мати запаси у виді резервів виробничих потужностей, причому запаси товарно-матеріальних цінностей не повинні були перевищувати визначеного мінімуму. Крім того, при удосконалюванні виробництва на підприємстві головна роль приділялася роботі зі скорочення запасів.

Цю систему часто називали системою “нуль запасів”. Однак це не відповідало дійсності. Наприклад, у концерні “Тойота” нормальним рівнем запасів вважається такий, котрий забезпечує роботу підприємств концерну протягом трьох днів.

Основні задачі, розв'язувані при керуванні запасами, – це підвищення рівня обслуговування споживачів і зниження витрат на підтримку необхідного рівня запасів. Як параметри керування запасами в логістичних системах звичайно, використовуються наступні показники [12, 17]:

- параметри попиту (витрати запасів) – інтенсивність попиту, функція попиту й ін.;
- параметри замовлень – розмір і термін замовлення, інтервал часу між двома суміжними замовленнями;
- параметри постачань – величина партії й термін постачання, інтервал часу між двома суміжними постачаннями, час запізнювання виконання замовлення;
- рівень запасу на складі – поточний, середній, максимальний, страховий, критичний.

Класифікація систем керування запасами до деякої міри збігається з класифікацією складів. Наприклад, класифікаційними ознаками систем керування є вид запасів і їхньої властивості, місце збереження (у виробника, споживача, постачальницька база), статистичні характеристики попиту й постачань, рівень автоматизації керування й ін.

Інші системи керування запасами являють собою різновиду перших двох систем. Більш повна їхня класифікація представлена на рис. 2.1.

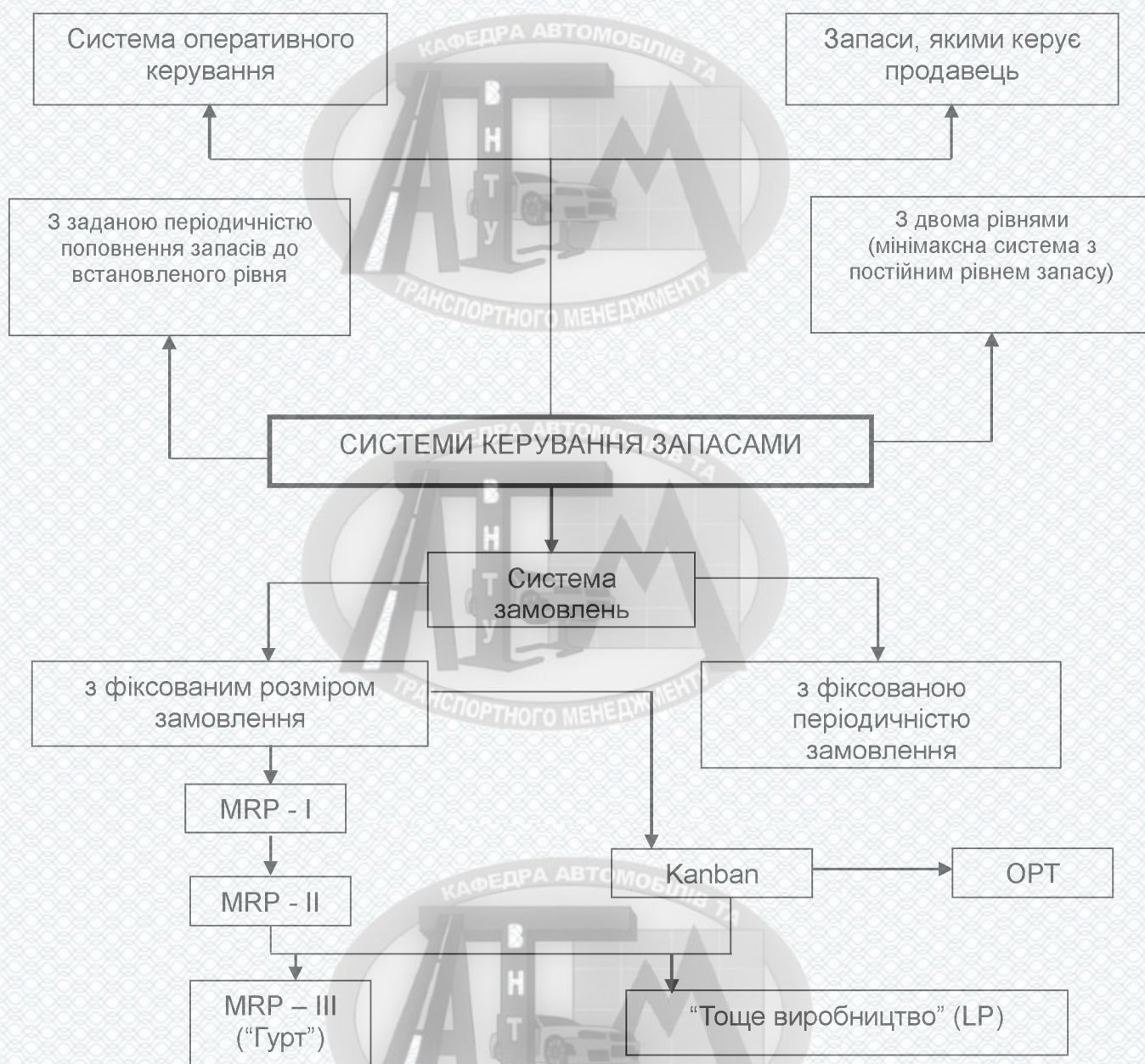


Рисунок 2.1 – Класифікація систем керування запасами

Взагалі існує велике число систем керування запасами, основними з яких, є наступні [12, 13,]:

- система керування запасами з фіксованим розміром замовлення;

- система керування запасами з фіксованою періодичністю замовлення (із постійним рівнем запасу);
- система з визначеною періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня;
- система “мінімум - максимум”.

Використання тієї або іншої системи керування запасами в конкретних умовах визначається наступними факторами:

- якщо витрати керування запасами значні і їх можна обчислити, тоді варто застосовувати систему з фіксованим розміром замовлення;
- якщо витрати керування запасами незначні, то більш краща система з постійним рівнем запасів;
- якщо при замовленні товарів постачальник накладає обмеження на мінімальний розмір партії, то бажано використовувати систему з фіксованим розміром замовлення (легше один раз скорегувати фіксований розмір партії, чим безупинно регулювати його перемінне замовлення);
- якщо накладаються обмеження по вантажопідйомності транспортних засобів, то більш кращою є система з постійним рівнем запасів; ця система більш краща й у тому випадку, коли постачання товарів відбувається у встановлений термін;
- система з постійним рівнем і система з двома рівнями часто вибираються тоді, коли необхідно швидко реагувати на зміну збуту.

### **2.3 Впровадження принципів планування й контролю складських запасів**

При вирішенні питань керування запасами ресурсів звичайно, вирішуються дві основні задачі:

1. Визначення норми запасу, тобто необхідної кількості сировини, товарів у процесі виготовлення і готової продукції;



2. Створення системи контролю за фактичним розміром запасу і своєчасним його поповненням відповідно до встановленої норми.

Норма запасу – це мінімальна кількість предметів праці, що повинна безперебійно забезпечувати функціонування усіх виробничих процесів. При її визначенні використовуються звичайно, три групи методів [20]: евристичні, методи техніко-економічних розрахунків і економіко-математичні.

При евристичних методах досвідчені фахівці на підставі результатів роботи за попередній період, аналізу ринку приймають рішення про мінімально необхідні запаси. Ці методи відрізняються істотною суб'єктивністю.

Сутність методу техніко-економічних розрахунків полягає в поділі загального запасу в залежності від цільового призначення на окремі групи, для яких розраховуються страхові, поточні й сезонний запаси. Метод відрізняється достатньою точністю й трудомісткістю реалізації.

З огляду на досить розповсюджений випадковий характер попиту на товари або продукцію, описуваний методами математичної статистики, доцільно використовувати економіко-математичні методи, одним із яких є метод екстраполяції (згладжування). Наприклад, при наявності інформації про розмір запасів за минулі чотири періоди, можна визначити розмір запасів на майбутні періоди по формулі

$$Y_{II} = 0,5 \cdot (2Y_{II-1} + Y_{II-2} - Y_1), \quad (2.1)$$

де  $Y_{II}$  - нормативний рівень запасу на майбутній (п'ятий) період;

$Y_1$ ,  $Y_{II-2}$ ,  $Y_{II-1}$  - рівні запасу (у сумі, днях або відсотках до обороту), відповідно, за перший, третій і четвертий періоди.

Як показує міжнародна практика, темп росту запасів  $T_3$  повинен відставати від темпу росту попиту  $T_0$  [20]:

$$T_3 = \sqrt{T_0}. \quad (2.2)$$

Планування замовлень може бути оперативним, тактичним, стратегічним. Для визначення необхідних розмірів замовлень використовуються наступні методи:

- покрокове планування – здійснюється покриття конкретної потреби в запасах на обмеженому відрізку часу;
- періодичне планування - здійснюється на визначений період часу з урахуванням моделі економічного розміру замовлення. Метод враховує витрати на зміст запасів, однак модель економічного розміру замовлення ефективна тільки при стабільному попиті;
- планування, що плаває – потреби в запасах виражаються в змінних величинах, а не в точних нормативах на визначений період, як у базовій моделі економічного розміру замовлення.

Одним з показників, обумовлених при плануванні запасів, є крапка замовлення – той рівень запасів, при якому розміщують замовлення на їхнє поповнення. Точка замовлення звичайно, виражається в одиницях запасів або в днях постачання й у загальному виді розраховується по формулі

$$Y_z = Z_o \cdot T, \quad (2.3)$$

де  $Y_z$  - рівень запасів;

$Z_o$  - середньоденний запас;

$T$  – середня тривалість функціонального циклу.

Важливим показником є також середній рівень запасів, оскільки від його величини залежать витрати їхнього збереження.

Визначення величин крапки замовлення і середнього рівня запасів для конкретних умов (систем керування запасами і їхнім контролем) можна робити по формулах, приведеним у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Розрахункові формули для визначення точки замовлення і середнього рівня запасів

Система керування запасами	Система контролю запасів	Точка замовлення	Середній рівень запасів
З фіксованим розміром замовлення	Безперервна (щоденна)	$Y_3 = Z_0 \cdot T + Z_C$	$Z_{cp} = \frac{Q}{2} + Z_C$
З фіксованою періодичністю замовлення	Періодична (раз у тиждень або на місяць)	$Y_3 = Z_0 \cdot (T + \frac{PK}{2}) + Z_C$	$Z_{cp} = \frac{Q}{2} + PK \cdot \frac{Z_0}{2} + Z_C$
З двома рівнями керування	Змішана	$Y_3 = Z_0 \cdot (T + PK) + Z_C$	$Z_{cp} = Z_0 \cdot \frac{PK}{2} + Z_C$

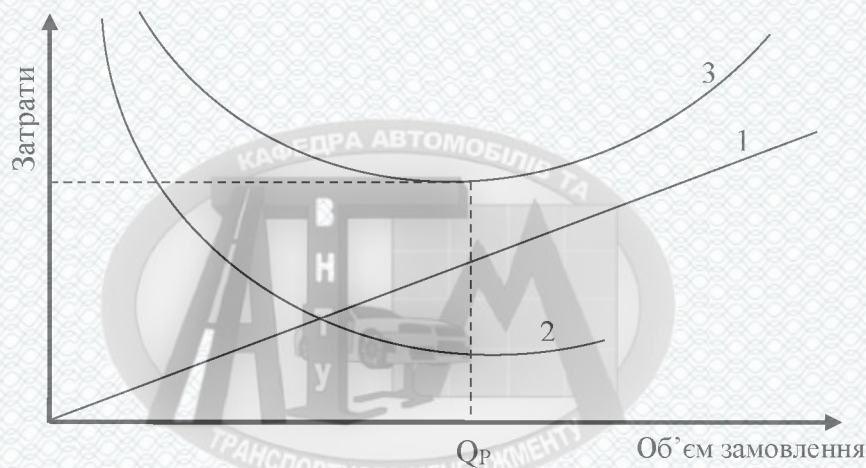
Умовні позначення показників, приведених у формулах у табл. 2.1, що впливають:

$Z_C$  – величина страхового запасу (резервний запас);

$Q$  – розмір замовлення;

$PK$  – періодичність контролю в днях.

Для періодичного поповнення запасів необхідно кількісно визначати величину партії, що замовляється. Вона буде залежати, також як і періодичність завезення, від таких факторів, як обсяг попиту (обороту), витрати як з доставки товарів, так і з їх збереження. Найбільш відомим способом визначення величини замовлення є класичний метод, розроблений в [12]. Суть цього методу зводиться до того, що оптимальний обсяг замовлення визначається з урахуванням мінімізації сумарних річних витрат на розміщення замовлень і на зміст запасів при даній величині продажів (рис. 2.2).



1 – витрати на складування  $Z_{ск}$ ;

2 – витрати на одержання замовлення  $Z_{пз}$ ;  $Z = Z_{пз} + Z_{ск}$ ;

3 –  $Q_p$  – рентабельний обсяг замовлення

Рисунок 2.2 – Визначення оптимального обсягу замовлення:

Для розрахунку оптимального розміру замовлення (economic order quantity, EOQ) ще Ф.У. Харрисоном була отримана формула для найпростішого випадку, що у теорії керування запасами відома як формула Уілсона. На жаль, у різних літературних джерелах вона записується по-різному, не тільки з погляду умовних позначок вхідних у неї показників, але і по значеннєвому їхньому змісті і навіть по правильності її структури [12, 13, 20]. У загальному виді ця формула може бути представлена в такий спосіб:

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2C_3 \cdot D}{c \cdot i}}, \quad (2.4)$$

де  $C_3$  – величина витрат на одне замовлення;

$D$  – річний попит або річне споживання;

$z$  – закупівельна ціна одиниці продукції, збереженої на складі;

$i$  – частка від ціни, що приходить на витрати по підтримці запасів.

Визначення оптимального розміру замовлення припускає наступні допущення: постійними величинами є інтенсивність попиту, період між двома суміжними поставаннями, витрати на виконання замовлення й ціна продукції, що поставляється, а також витрати на підтримку запасу одиниці продукції протягом планового періоду; попит є безперервним і задовольняється цілком і без затримок; підготовчий і страховий запаси відсутні; ємність складу не обмежена.

Доцільно розміщати замовлення таким чином, щоб воно надходило саме в той момент, коли колишній запас використовується цілком. У цьому випадку виходить серія циклів запасу, що графічно може бути представлена на рис. 2.3.

Однак на практиці попит може широко варіюватися, і часто зв'язаний з великою невизначеністю. Крім того, варто враховувати обсяг виробництва, обмеженість капіталу, використання власних транспортних засобів і інші фактори.

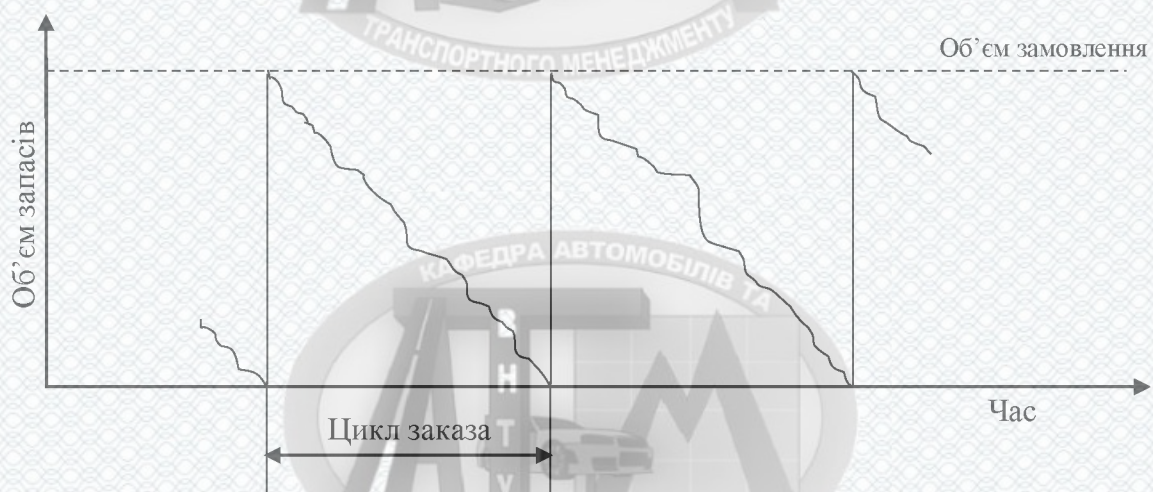


Рисунок 2.3 – Цикл запасів при повторному розміщенні замовлень

Розглянутий підхід визначення рентабельного обсягу замовлення має наступні основні переваги:

- гнучкість для застосування;
- гарні рекомендації з обсягу замовлення в різних ситуаціях;

- можливість визначення значень інших показників – вартісних характеристик і тривалості циклів;
- легкість реалізації й автоматизації.

Розмір партії товару, що замовляється, визначається за формулою [20]:

$$P = Z_{\max} - (Z_{\phi} - Z_t), \quad (2.5)$$

де  $Z_{\max}$  – передбачений нормою максимальний запас;

$Z_{\phi}$  – фактичний запас на момент перевірки;

$Z_t$  – запас, що буде витрачений протягом розміщення і виконання замовлення.

При вирішенні питань оперативного керування багатономенклатурними запасами необхідно враховувати певні обмеження на вибір стратегії системи керування й можливість використання різних прогнозних моделей.

Як приклад, з обліком, у табл. 2.2 представлені по два варіанта моделей керування для кожної зі стратегій систем керування запасами.

У приведених у табл. 2.2 формулах:

$q_{i,t+1}^{np}$  - прогнозна величина витрати збереженої і керованої номенклатури;

$M$  – число членів у ковзної середній;

$q_{i,t-m}^{\phi}$  - фактична величина витрати за  $t-m$ -й період часу;

$Q_{i,t}^{H3}$  - розмір замовлення на поповнення запасів матеріальних засобів;

$t$  – момент перевірки рівня запасу;

$L$  – крок або тимчасова затримка між подачею замовлення і його надходженням;

$Q_{i,M}^{O3}$  - оптимальний розмір замовлення на поповнення запасів матеріальних засобів на період  $M$ ;

$t_{i,t}^{PO}$  - час витрати залишку збереженої і замовленої номенклатури;

Таблиця 2.2 – Моделі для оперативного керування запасами матеріальних засобів

Стратегія системи керування	Прогнозна модель	Математичне вираження прогновної моделі	Розмір замовлення на поповнення запасів по варіантах моделі
А – з постійним розміром і перемінною точкою замовлення	Модель середньої ковзної	$q_{i,t+1}^{np} = \frac{1}{M} \sum_{m=0}^{M-1} q_{i,t-m}^{\phi}$	А1 – оптимальний розмір розраховується заздалегідь: $Q_{i,t}^{H3} = \begin{cases} 0; t_{i,t}^{PO} - L > 0 \\ Q_{i,M}^{O3}; t_{i,t}^{PO} - L \leq 0 \end{cases}$
			А2 – чергове замовлення подається, якщо запас опустився до мінімального рівня: $Q_{i,t}^{H3} = \begin{cases} 0; (Q_{i,t}^{\phi} + Q_{i,t}^3) - Q_{i,t}^{\min} > 0 \\ Q_{i,M}^{O3}; (Q_{i,t}^{\phi} + Q_{i,t}^3) - Q_{i,t}^{\min} \leq 0 \end{cases}$
Б – з перемінним розміром і постійною точкою замовлення	Лінійна модель з однієї незалежної перемінної (предикатна)	$q_{i,t+1} = A + B \cdot q_{i,t}^{cp}$	Б1 – оптимізується розмір кожного запасу, що розраховується на основі оперативного прогнозу витрати запасів: $Q_{i,t}^{H3} = \sum_{m=0}^{Tonm-1} q_{i,t-m}^{\phi}$
		Б2 – замовлення на поповнення запасів подається через рівні проміжки часу: $Q_{i,t}^{H3} = Q_i^{\max} - Q_{i,t}^{\phi} - Q_{i,t}^3$	
С – з перемінними розміром і точкою замовлення	Метод експонентного згладжування	$q_{i,t+1} = C \cdot q_{i,t} + (1-C) \cdot [q_{i,t} + (q_{i,t} - q_{i,t-1})]$	С1 – оптимізується розмір і точка замовлення: $Q_{i,t}^{H3} = \begin{cases} 0; t_{i,t}^{PO} - L > 0 \\ Q_{i,t}^{O3}; t_{i,t}^{PO} - L \leq 0 \end{cases}$
		С2 – встановлюються максимальний бажаний і мінімальний рівні запасу: $Q_{i,t}^{H3} = \begin{cases} 0; (Q_{i,t}^{\phi} + Q_{i,t}^3) - Q_{i,M}^{\min} > 0 \\ Q_{i,M}^{O3}; (Q_{i,t}^{\phi} + Q_{i,t}^3) - Q_{i,M}^{\min} \leq 0 \end{cases}$	

$Q_{i,t}^{\Phi}$  - фактичний запас збереженої номенклатури на момент часу  $t$ ;

$Q_{i,t}^3$  - сума поданих, але ще не отриманих на момент часу  $t$  замовлень;

$Q_{i,t}^{\min}$  - величина мінімального запасу матеріальних засобів даної номенклатури;

$A$  і  $B$  – параметри моделі, обумовлені з нормальних рівнянь;

$q_{i,T}^{cp}$  - середня арифметична величина витрати за весь період часу;

$T^{opt}$  – оптимальний період між подачами чергових замовлень;

$Q_i^{\max}$  - величина максимального бажаного рівня запасу;

$Z$  – коефіцієнт, що зважує;

$q_{i,t}, q_{i,t-1}$  - міра тенденції;

$Q_{i,M}^{\min}$  - мінімальний рівень запасу.

Представлені в табл. 2.2 варіанти моделей керування запасами дозволяють реалізувати зазначені стратегії або з використанням оперативного прогнозування витрати при кожній перевірці стану запасів – моделі А1, Б1, У1 (вони більш гнучко реагують на зміну потреби в матеріальних засобах), або без використання оперативного прогнозу витрати запасів – моделі А2, Б2, У2 [18].

Усі розглянуті системи керування запасами зв'язані з проведенням відповідного контролю за їхнім фактичним рівнем на складах. Він полягає у вивченні і регулюванні рівня запасів матеріальних ресурсів, для вживання оперативних заходів до усунення їхніх відхилень, оскільки зниження обсягу запасу нижче норми буде приводити до підвищення витрат виробництва.

Одним з найбільш розповсюджених методів контролю й аналізу стану запасів на підприємствах є ABC – аналіз (або правило 80/20, або правило Парето – по імені італійського економіста, соціолога і математика Вільфредо Парето, що обґрунтував його суть ще в 1897 р.) [12, 13, 20].

Індивідуальний підхід до визначення потреби у запасних частинах недоцільно використовувати по всіх деталях, вузлах автомобіля, оскільки зазвичай це пов'язано з великими витратами часу та праці. Тому доцільно



проводити подібний розрахунок тільки за тими деталями, вузлами та агрегатів, які відіграють найважливішу роль у підтримці технічного стану автомобілів.

По *A, B, C* - аналізу всі деталі, що утворюють запасні частини до силових агрегатів поділяються на три групи: *A* – нечисленні, але найбільш потрібні запасні частини, на які припадає більшість вкладень (75-80%).

*B* – запасні частини, які є другорядними та затребувані меншою мірою, ніж запчастини групи *A*. Зазвичай на придбання деталей групи *B* витрачається до 20%. *C* – складають значну частину номенклатури всіх використовуваних запасних частин, але ці деталі недорогі, і них припадає менша частина вкладень у запаси (5%).

Аналіз *ABC* дозволяє класифікувати асортиментні одиниці за їх вартістю. При цьому методі вважається, що 20% об'єктів у запасах вимагають 80% уваги, а що залишилися 80% об'єктів – тільки 20% уваги [13]. Усі запаси розбиваються на три категорії: *A* – дорогої, потребуючої особливої уваги; *B* – звичайні; *C* – дешевої, потребуючої невеликої уваги. Для практичної реалізації цього методу спочатку підраховується загальний оборот номенклатури № товарів за визначений період, потім сума обороту поділяється на загальну кількість товарів у даній номенклатурі, у результаті чого виводиться показник середнього обороту *P* на одну позицію номенклатури №. Усі товари, оборот яких у 6 разів і більш перевищує *P*, включаються в категорію *A* (близько 10% найменувань номенклатури). У категорію *C* включаються всі товари, оборот яких у 2 рази і більш менше *P* (близько 65% найменувань номенклатури). Всі інші товари включаються в категорію *B* (товари середнього попиту, близько 25% найменувань).

Основні товари (категорії *A*) вимагають точного розрахунку оптимальної величини замовлення і ретельного контролю за станом запасів; допоміжні матеріали (категорії *B*) – налагодженого обліку і звичайного контролю; виробу категорії *C* – періодичної перевірки рівнів запасу.

Для проведення *ABC* – аналізу необхідно спочатку встановити вартість кожного товару, далі розподілити їх за зниженням ціни, визначити усі вихідні дані

про кількість товарів і витрати на їхнє придбання і розбити товари на відповідні категорії. Проводити *ABC* – аналіз необхідно дуже відповідально, щоб не одержати так званих «помилкових рекомендацій».

Другим методом оцінки характеристики запасів є аналіз *XYZ*, у якому принцип диференціації асортименту на три категорії в процесі аналізу, на відміну від *ABC* – аналізу, будується в залежності від рівномірності попиту і точності прогнозування [12, 17]. Аналіз *XYZ* використовується для оцінки значущості запчастин у залежно від частоти їх споживання для підприємства. Він дозволяє виявити групи деталей та комплектуючих, на які є постійний та стабільний попит на підприємстві, а також ті, витрата яких має випадковий характер.

До категорії *X* відносяться товари, на які спостерігається постійний попит з невеликими відхиленнями і високою точністю прогнозування.

Категорія *Y* – це товари з обсягами, що змінюються, (наприклад, сезонні коливання) і середніми можливостями прогнозу.

Потреба в товарах категорії *Z* виникає епізодично, точність їхнього прогнозування невисока.

Віднесення конкретної позиції асортименту товару до категорій *X*, *Y* або *Z* виробляється по величині коефіцієнта варіації [42, 48]:

$$g = \frac{\sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} \cdot 100\%, \quad (2.6)$$

де -  $X_i$  -  $i$ -те значення попиту по оцінюваній позиції;

$\bar{x}$  - середнє значення попиту по тій же позиції за період  $n$ ;

$n$  – величина періоду, за який виконана оцінка.

Розподіл товарів по категоріях здійснюється по інтервалах коефіцієнта варіації: категорія *X* -  $0 \leq g \leq 10\%$ ; категорія *Y* -  $10 \leq g \leq 25\%$ ; категорія *Z* -  $25 \leq g \leq \infty$ .

Для спільного проведення аналізів *ABC* і *XYZ* можна використовувати матрицю, що складається з дев'яти різних класів, і враховувати рівень автоматизації і можливості використання ЕОМ (рис. 2.4) [12].

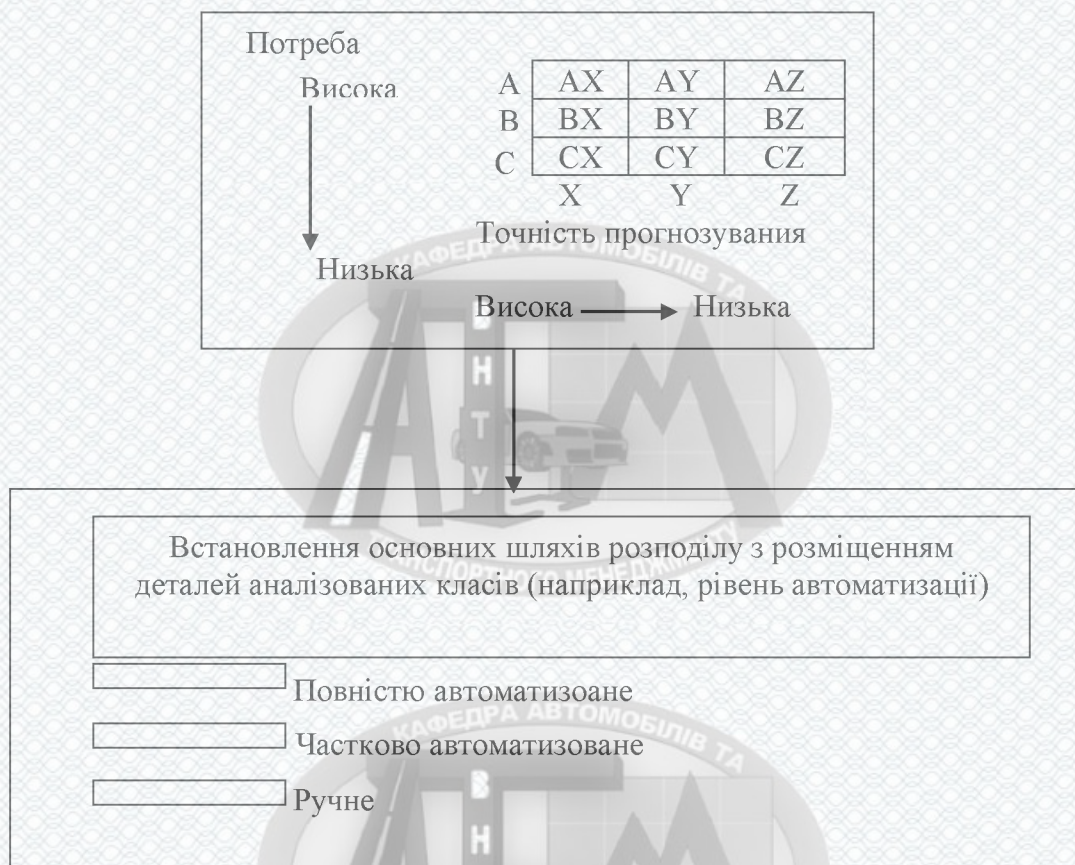


Рисунок 2.4 – Запропонована комбінація ABC – і XYZ – аналізу

## 2.4 Висновки до розділу 2

Можна стверджувати, що у логістиці керування запасами існує велике число систем керування запасами, основними з яких, є наступні: система керування запасами з фіксованим розміром замовлення; система керування запасами з фіксованою періодичністю замовлення (із постійним рівнем запасу); система з визначеною періодичністю поповнення запасів до встановленого рівня; система «мінімум – максимум». Отже одним з найбільш розповсюджених методів контролю й аналізу стану запасів на підприємствах є ABC – аналіз. Другим методом характеристики запасів є аналіз XYZ, у якому принцип диференціації асортименту на три категорії в процесі аналізу. Запропоновано об'єднання цих двох методів (ABC – і XYZ – аналізу) аналізу, що дозволить істотно поліпшити якість планування, контролю і керування для системи постачання в цілому і для керування запасами зокрема.

## РОЗДІЛ 3

### ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ «БОШ СЕРВІС АВТОДРОМ»

#### 3.1 Вихідні дані спостережень витрат запасних частин

На рис 3.1 зображені зібрані за 12 місяців 2022 року дані спостережень витрат запасних частин зі станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром».

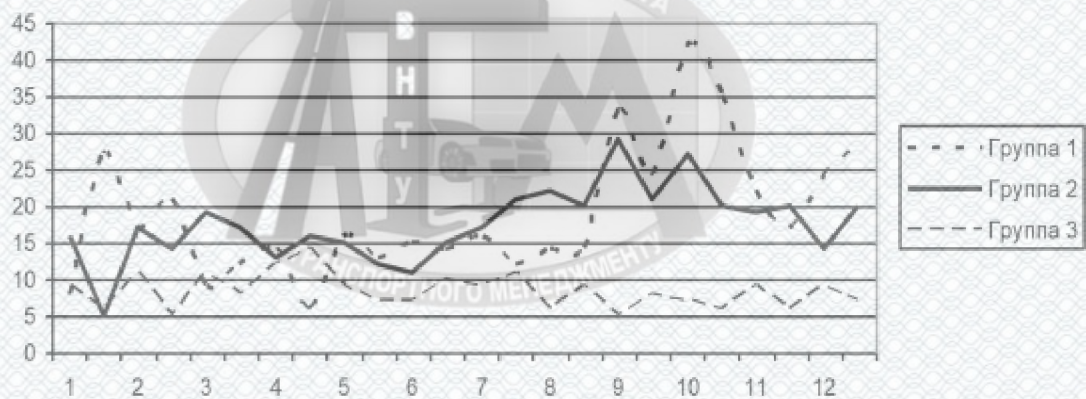


Рисунок 3.1 Статистичні дані витрати запчастин на автосервісі

Далі на першому етапі роботи, в побудуємо таблицю 3.1, де вводиться число результативних ознак (у разі 6) і кількість спостережень (N=12):

- Y - витрата запасних частин, шт.;
- X1 - середній пробіг автомобіля, тис. км;
- X2 – кількість заїздів на СТО, од.;
- X3 - середній вік автомобілів, рік;
- X4 - сезонність експлуатації (середньорічна температура), C<sup>0</sup>;
- X5 - залишок запасних частин на складі, шт.

Вихідні дані витрати запасних частин для кореляційного аналізу зобразимо на рис. 3.2:

Таблиця 3.1 – Результати спостережень на протязі 2022 року за роботою СТО

Місяць	Витрата запчастин	Пробіг	Кількість заїздів на СТО	Середній вік автомобіля	Сезонність експлуатації	Залишок на складі
1	17	55	85	4	-10	32
2	24	65	105	4,5	-9	43
3	16	52	81	5	4	35
4	14	50	92	4,5	4	52
5	21	60	98	5,5	12	40
6	12	48	85	5	16	51
7	11	50	96	3,5	18	38
8	13	42	82	3,5	16	36
9	21	61	95	5	10	45
10	29	69	102	6	4	64
11	26	60	97	4,5	-2	38
12	23	64	101	5	-8	62

Y	X1	X2	X3	X4	X5
17	55	85	4	-10	32
24	65	105	4,5	-9	43
16	52	81	5	4	35
14	50	92	4,5	4	52
21	60	98	5,5	12	40
12	48	85	5	16	51
11	50	96	3,5	18	38
13	42	82	3,5	16	36
21	61	95	5	10	45
29	69	102	6	4	64
26	60	97	4,5	-2	38
23	64	101	5	-8	62

Признак	Опис признаку
Y	Y - Витрата запасних частин, шт.;
X1	X1 - середній пробіг автомобіля, тис. км;
X2	X2 – кількість заїздів на СТО, прим.;
X3	X3 - середній вік автомобілів, рік;
X4	X4 - сезонність експлуатації (середньорічна температура), C°;
X5	X5 - залишок на складі, шт.;

Рисунок 3.2 - Вихідні дані для проведення кореляційного аналізу

У вигляді таблиці 3.2 сформуємо парні коефіцієнти кореляції.

Таблиця 3.2 - Парні коефіцієнти кореляції

	Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>
Y	1	0,92277	0,71241	0,61918	-0,55684	0,40675	0,66201	-0,17486
X <sub>1</sub>	0,92277	1	0,81935	0,65844	-0,5687	0,48172	0,52057	-0,32646
X <sub>2</sub>	0,71241	0,81935	1	0,37102	-0,32937	0,50629	0,39014	-0,50316
X <sub>3</sub>	0,61918	0,65844	0,37102	1	-0,11006	0,61532	0,6356	0,014097
X <sub>4</sub>	-0,55684	-0,5687	-0,32937	-0,11006	1	-0,10768	0,0069717	-0,022962
X <sub>5</sub>	0,40675	0,48172	0,50629	0,61532	-0,10768	1	0,58039	-0,47287
X <sub>6</sub>	0,66201	0,52057	0,39014	0,6356	0,0069717	0,58039	1	-0,071439

Одержана така регресійна модель:  $Y = -20,563 \times X_1 - 1,08 \times X_2 + 0,06341 \times X_3$ .

### 3.2 Запропоновані методи керування складськими запасами та визначення оптимальної кількості запасних частин

Організація керування запасами запчастин, особливо в системі автосервісу, представляє визначену складність. Це зв'язано зі значною кількістю експлуатованих транспортних машин, великою номенклатурою запасних частин по різних моделях автомобілів, досить великим терміном їхньої експлуатації власниками, відсутністю достовірних зведень про інтенсивність використання автомобілів, широкою мережею постачальників запасних частин і т.д. Крім того, необхідно вирішувати питання обліку і контролю за їхньою витратою, організації збереження й інформаційного забезпечення.

Серед методів керування запасами є «класичні» схеми, а також методи групування загальної номенклатури запасних частин за різними критеріями: ABC – об'ємно-реалізаційний аналіз, XYZ – вартісної аналіз.

При реалізації будь-якої системи керування запасами необхідно:

- враховувати численні фактори, що впливають на номенклатуру, якість, кількість і комплектацію необхідних запасних частин;

- аналізувати споживання по кожному найменуванню окремо, що дозволяє виділити групи деталей, що користуються постійним, нерегулярним і рідким попитом;

- аналізувати ефективність діяльності розподільної системи, правильного вибору каналів збуту й розподілу запасних частин по ланках мережі;

- формувати оптимальні запаси збереження на складах і складати заздалегідь підготовлені комплекти для продажу;

- прогнозувати попит на запасні частини і планувати їх перспективне виробництво.

Схема забезпечення запасними частинами різних підприємств автосервісу представлена на рис. 3.3.

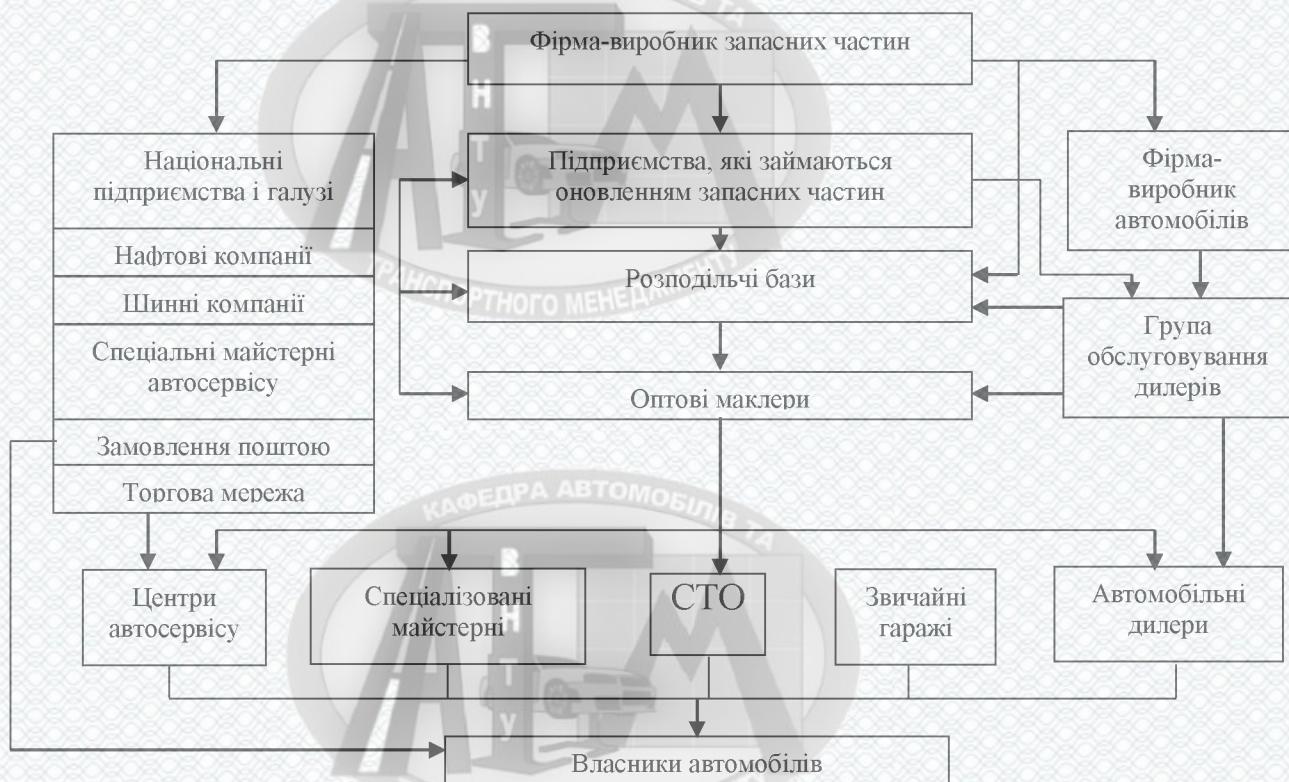


Рисунок 3.3 - Загальна схема забезпечення підприємств автосервісу запасними частинами

В основу керування запасами, як було відзначено в першому розділі роботи, покладений принцип розподілу номенклатури запасних частин з урахуванням частоти їхнього споживання і вартості на групи А, В и С: група А – це дефіцитні

деталі (120-150 найменувань); до групи У відносяться деталі, що користуються попитом (приблизно 500-700 найменувань); група С – деталі невеликого попиту.

Розподіл запасних частин може здійснюватися в такий спосіб [17]:

- визначається кількість найменувань запасних частин для збереження на складі й обсяг їх реалізації (за даними СТО або за результатами прогнозування);
- складається перелік запасних частин по сумарній їх вартості (шляхом множення цін запасних частин одного найменування на їх кількість). Приклад співвідношення між кількістю найменувань запчастин і обсягом їх реалізації за даними СТО приведений у табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Класифікація запасних частин по групах

Група	СТО	
	Кількість найменувань, %	Обсяг реалізації, %
А	15	70
В	20	20
С	65	10

- будується графік розподілу запасних частин по методу АВС (графік у загальному виді на рис. 3.4).

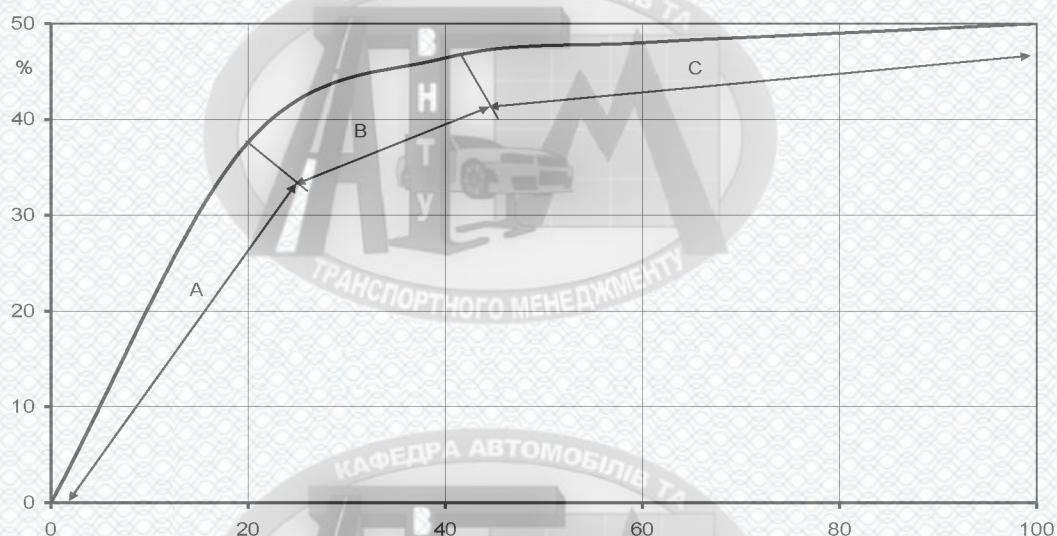


Рисунок 3.4 – Графік розподілу запасних частин по методу АВС (вісь x – номенклатура в %, вісь y – вартість в %)



Отримані дані свідчать про те, що в групі А створюються короткострокові запаси, що зберігаються на складі АСП; запаси групи В складають велику величину і зберігаються головним чином на розподільних базах; на деталі групи С створюються довгострокові запаси, що зберігаються звичайно на великих постачальницьких підприємствах.

Як відзначалося в першому розділі, для керування складськими запасами найчастіше застосовують один із двох методів: з фіксованими інтервалами перевірки запасів і їх поповненням, тобто з постійною періодичністю, або з фіксованим розміром замовлення, тобто з постійним обсягом партії постачань – «двухбункерна система» [17,18]. Вибір конкретного методу для визначених умов здійснюється з урахуванням наступних рекомендацій: для деталей, потреба в які і преїскурантну вартість за одну одиницю невеликі, ефективніше застосовувати двобункерну систему. При цьому величина запасу трохи вище, ніж при першому методі, однак загальні витрати керування запасами, включаючи транспортні витрати, значно нижче. У той же час для деталей з підвищеною витратою і високою вартістю за одиницю ефективніше застосовувати метод з постійною періодичністю перевірки і поповнення запасів. При цьому методі запас деталей значно знижується, але трохи збільшуються транспортні витрати.

Аналітичне вирішення даної задачі здійснюється в такий спосіб [17].

СТО замовляє  $N$  запасних частин рівномірно протягом інтервалу часу  $t$  (рис. 3.3). Попит при цьому фіксований і відомий. Перемінні витрати включають вартість збереження одного виробу в одиницю часу  $Z_t$  і вартість постачання (реалізації) однієї партії запасних частин  $C_s$ . Для визначення оптимального розміру кожної партії постачання  $V$  з урахуванням інтервалу часу між замовленнями  $t$  попередньо розраховуємо число партій  $n$  за час  $T$  і інтервал часу між замовленнями:

$$n = N/V; \quad t_s = T \cdot V/N. \quad (3.1)$$

Середній запас протягом  $t$  складає  $V/2$ , а витрати на збереження в цьому інтервалі  $C_1 \cdot (V/2) \cdot t_s$ . Сумарні витрати (за рік, квартал) можна визначити по

формулі

$$C_C = [C_1 \cdot (V/2) \cdot t_s + C_s] \cdot (N/V) \quad (3.2)$$

або, з урахуванням значення  $t_s$ :

$$C_C = [C_1 \cdot V/2 \cdot (T \cdot V/N) + C_s] \cdot (N \cdot V). \quad (3.3)$$

Після перетворень

$$C_C = C_1 \cdot V \cdot T/2 + C_s \cdot N/V. \quad (3.4)$$

Зі збільшенням  $V$  витрати на збереження  $Z_l$  зростають, а витрати на постачання однієї партії  $C_s$  зменшуються. Після диференціювання по  $V$  одержуємо:

$$\frac{dC_s}{dV} = C_1 \cdot T/2 - C_s \cdot N/V^2. \quad (3.5)$$

Дорівнюємо дану похідну нулеві й одержуємо:

$$V_o = \sqrt{\frac{2V \cdot C_s}{T \cdot C_1}}. \quad (3.6)$$

Оптимальний розмір партії буде відповідати мінімальній вартості постачання і збереження запасних частин.

Витрати  $C_s$  включають вартість документації, умов постачання запчастин (вид транспорту), обробки заявки, транспортування й ін.;

Витрати  $Z_l$  – податки, витрати на складські операції, плату за оренду й інші статті витрат.

Таким чином, проблема оптимізації запасів, тобто встановлення такої величини запасів, при якій безперервність виробничого процесу ТЕ і ремонту на

СТО забезпечувалася б мінімальним розміром запасу, є досить актуальною і важливою.

Подібні задачі відносяться до розряду задач математичної теорії керування запасами. Основними питаннями, що потрібно при цьому вирішувати, є: коли, яких видів і яка кількість запасних частин необхідно робити фірмам – продуцентам і якому образу розподіляти них по території країни або регіону. На рішення цих задач по оптимізації впливає велике число випадкових факторів, розподілених по різним законам вірогідності, багато хто з яких взаємозалежні парними і множинними регресійно-кореляційними залежностями.

Далі розглянемо методи визначення оптимальної кількості запасних частин.

Ефективність функціонування системи забезпечення СТО запасними частинами характеризується наступними показниками:

- кількістю задоволених заявок клієнтів з першого пред'явлення;
- часом виконання планових і термінових замовлень;
- обсягом відсутніх запасних частин;
- питомою величиною запасів на одиницю продукції;
- рівнем витрат на оновлення запасних частин і т.д.

Раніше існувала трирівнева система розподілу запасних частин для станцій технічного обслуговування автомобілів. При цьому планування їх виробництва, як і розробка норм витрати, здійснювалося заводами-виготовлювачами легкових автомобілів і міністерствами-суміжниками. Але вони при рішенні цієї задачі виходили не з фактичної потреби запасних частин, а з наявності виробничих потужностей заводів-виробників. Це приводило до того, що по одним найменуванням запчастин відчувався постійний дефіцит, по іншим утворювалися запаси. В даний час постачанням підприємств автосервісу займаються приватні фірми, комерційні організації, а також підприємства (“імітатори”), що займаються виробництвом і реалізацією “неоригінальної” продукції (“оригінальними” деталями вважаються ті, котрі надходять безпосередньо на комплектацію автомобілів і поширюються через свою дилерську мережу).

Можливе постачання запасних частин, знятих з автомобілів, які

відпрацювали свій строк, даний варіант стає все більш популярним в Україні станом на сьогоднішній день.

Найбільш повне й оперативне задоволення попиту клієнтів на запасні частини через СТО й автомагазинів, як показав досвід роботи підприємств автосервісу і результати наукових досліджень, досягається в тому випадку, якщо підтримується визначена структура запасів – як по збереженій номенклатурі, так і по обсязі – у залежності від рівня складу.

Вирішення задачі оптимізації номенклатури запасних частин для підприємств автотранспорту необхідно для реалізації їх логістичної функції – нормування, планування і прогнозування матеріальних запасів.

Номенклатура запасних частин являє собою перелік найменувань елементів автомобілів, складений у визначеному угрупованні і послідовності відповідно до технічної документації. Вона повинна містити визначені зведення по кожному найменуванню: номер деталі, складальної одиниці, агрегату по каталозі заводу-виготовлювача; код по спеціальному класифікаторі; число однакових елементів на автомобілі і т.д. Включення конкретного елемента в номенклатуру запчастин здійснюється по переліку деталей, що лімітують надійність автомобіля.

Рівні запасів збережених агрегатів, вузлів і деталей залежать від типу автомобілів, умов їхньої роботи і прийнятої системи керування запасами. Для автотранспортних підприємств нормативи кількості оборотних агрегатів і вузлів приведені в “Положенні про технічне обслуговування і ремонт рухливого складу автомобільного транспорту”.

У практиці роботи СТО наявна номенклатура запасних частин далеко не завжди є оптимальною з погляду пропонованих до неї вимог. При виконанні робіт з ТО і ремонту автомобілів на СТО може знадобитися будь-яка деталь. Однак, як уже відзначалося, зберігати там усі деталі недоцільно й економічно невигідно. Наприклад, із закордонного досвіду відомо, що приблизно на 12% номенклатури деталей приходить 82% товарообігу у вартісному вираженні, а на групу запасних частин, що складає 9% усієї номенклатури, - 60% товарообігу [19]. У зв'язку з цим номенклатура може бути обмежена приблизно 80-85% замовлень з

першого звертання власника автомобіля на СТО.

Дослідниками розроблена методика формування номенклатури запасних частин для складів СТО з урахуванням розподілу їх за функціональним призначенням на три групи [19]:

- перша група – запасні частини для проведення робіт з ТО автомобілів;
- друга група – запасні частини для проведення робіт з поточного ремонту (ПР) вузлів і механізмів, що забезпечують безпеку руху й охорону навколишнього середовища;
- третя група – запасні частини частого попиту, необхідні для проведення робіт із ПР автомобілів, крім номенклатури, що входить у другу групу.

Номенклатура запасних частин по групах сформована на основі: сервісних книжок (перша група), “Положення про технічне обслуговування і ремонт легкових автомобілів, що належать громадянам” (друга група) і аналізу витрати запасних частин на СТО за рік (третя група).

Часто на підприємствах автосервісу виробничі запаси підрозділяють на три основні частини [18]:

- поточну, необхідну для безперебійної видачі деталей зі складу в період між постачаннями (приймається виходячи з плану-графіка постачань запасних частин);
- підготовчу, створювану для забезпечення роботи складу в період підготовки запасних частин, що надійшли, до використання (установлюється на підставі даних про витрати часу на підготовку до видачі деталей, що надійшли на склад,);
- гарантійну (страхову), що забезпечує нормальну роботу підприємства на випадок можливих перебоїв у процесі постачання (приймається в розмірі одного середньоквадратичного відхилення інтервалу постачання).

Методи розрахунку потреби в запасних частинах можуть бути класифіковані по різних ознаках. Наприклад, за показником ремонтпридатності (для неремонтуємих і ремонтуємих виробів), по виду розрахунку (аналітичні, чисельні, методи статистичного моделювання) і т.д.

Основні методи розрахунку запчастин можна розділити на чотири групи: по номенклатурних нормах, по фактичному ринковому попиту, змішані і методи вірогідного визначення потреби в запасних частинах.

Номенклатурні норми [16] установлюють середня витрата запасних частин по кожній деталі в одиницях на 100 автомобілів у рік. У загальному випадку норма витрати запасних частин  $H$  визначається з використанням ведучої функції потоку відмов або замін відповідної деталі  $\Omega(t)$  і тривалості періоду дослідів (у літах)  $t$ , для якого розраховується норма:

$$H = 10^2 \Omega(t) / t. \quad (3.7)$$

Метод номенклатурних норм має різновиду. Наприклад, у роботі кількість замін виробу  $N$  пропонується визначати за будь-який пробіг з використанням методів теорії відновлення:

$$N = \frac{(L_{ам} - L_{нов}) \cdot 100n}{t_{ам} \cdot R_{з.ч.}} + 100X_{\alpha} \cdot \frac{\delta \sqrt{L_{ам}}}{t_{ам} \sqrt{R_{з.ч.}^3}}, \quad (3.8)$$

де  $L_{ам}$  – пробіг автомобіля за амортизаційний період, тис. км;

$L_{нов}$  – термін служби нової деталі, вузла автомобіля до першої заміни, тис. км;

$n$  – кількість деталей, вузлів одного найменування на автомобілях;

$t_{ам}$  – термін служби автомобіля по нормах амортизаційних відрахувань, рік;

$R_{з.ч.}$  – середній термін служби запасних частин між замінами, тис. км;

$X_{\alpha}$  – квант нормального розподілу ресурсів початкового елемента;

$\delta$  – середнє квадратичне відхилення ресурсу деталі, тис. км.

За методикою [18] норму витрати запчастин рекомендується розраховувати по ресурсах деталей:

$$N = \frac{(L_{ам} - L_{нов}) \cdot 100n}{L_{рем} \cdot t_{ам}}, \quad (3.9)$$

де  $L_{рем}$  – середній термін служби деталей між замінами, тис. км.

Для оцінки фактичної витрати і норм  $H$  іноді застосовуються наближені методи (по номенклатурних нормах) [16].

а) за ресурсом до першої заміни:

$$H_1 = L_r / (\eta \cdot L_1), \quad (3.10)$$

де  $L_r$  – річний пробіг автомобіля;

$\eta$  – коефіцієнт відновлення ресурсу;

$L_1$  – ресурс до першої заміни (відновлення) деталі.

б) за числом замін деталі за термін служби  $t_a$  автомобіля:

$$H_2 = \frac{100}{\eta} \cdot \left( \frac{L_r}{L_1} - \frac{1}{t_a} \right). \quad (3.11)$$

в) за числом замін з урахуванням варіації ресурсу деталі  $V$ . Якщо деталь має ресурс, порівнянний із середньорічним пробігом автомобіля  $L_r$ , середня норма витрати визначається за повний термін служби по формулі

$$H_3 = \left[ \frac{L_r \cdot t_a - L_1}{\eta \cdot L_1} + 0,5 \left( \frac{V^2}{\eta} + 1 \right) \right] \cdot \frac{100}{t_a}. \quad (3.12)$$

Номенклатурні норми не дозволяють точно розраховувати необхідний обсяг запасних частин, оскільки вони не враховують наявності твердої конкуренції на сучасному ринку, попит на запчастині і тенденції його зміни. При використанні номенклатурних норм фіксується не фактичний попит на яку-небудь деталь, а число її відмовлень у розглянутий проміжок для визначеного парку автомобілів.

Крім того, на ринку широко представлені так називані підприємства-імітатори, що поставляють неоригінальні запасні частини. Що стосується імпортованих автомобілів, то норми витрати запчастин в умовах експлуатації в Україні є заниженими через високу вартість.

Більш точні результати при визначенні обсягів необхідних запасів для підприємств автосервісу дає метод, заснований на реальній реалізації деталей. Він у даний час одержав найбільше поширення на дилерських СТО. Основними етапами при його використанні є наступні [13].

1) Визначається потреба по фактичній середній витраті запасних частин за попередній короткочасний період роботи підприємства:

$$X_{cp} = \sum_{i=1}^n Q_{дн.i} / n, \quad (3.12)$$

де  $X_{cp}$  – фактична середньоденна реалізація запасної частини, шт. (період роботи фірми приймається від тижня до місяця);

$Q_{дн.i}$  – щоденна витрата деталі, шт.;

$n$  – кількість днів роботи підприємства за аналізований період.

2) Визначається потреба по фактичній витраті запасних частин за аналогічний період попереднього року або років роботи підприємства:

$$Q_{cp} = \sum_{i=1}^n Q_{пер.i} / n, \quad (3.13)$$

де  $Q_{cp}$  – фактична середня за період реалізація запасної частини, шт.;

$Q_{пер.i}$  – витрата деталі за  $i$ -й період, шт.;

$n$  – кількість років роботи підприємства за аналізований період.

3) Визначається потреба по фактичній витраті запасних частин за аналогічні періоди попереднього років роботи підприємства з урахуванням розвитку тенденції попиту.



Даний метод також має недоліки. До них відносяться: система не здатна реагувати на зміни парку автомобілів, що обслуговуються, попиту на запчастині, тенденцій розвитку ринку; великий обсяг статистичної інформації і складність розрахунків; можливість появи великого обсягу неліквідних запасів (при різкому падінні попиту на запасні частини); система не має зворотного зв'язку, що враховує упущені продажі.

На невеликих по потужності СТО в зв'язку з незначними потребами в запасних частинах показники фактичної їх витрати не враховують, а керують тільки запасами деталей. У цих випадках звичайно використовують обмеження запасів запасних частин по декількох рівнях, наприклад, по крапці замовлення, максимальному і мінімальному запасові (рис. 3.5). Мінімальний запас дорівнює сумі страхового і підготовчого запасів, а максимальний – сумі поточного, страхового і підготовчого запасів.



Рисунок 3.5 – Приклад керування запасами на малих СТО автомобілів з обмеженнями за декількома рівнями

Максимальний  $Z_{max}$  і мінімальний  $Z_{min}$  рівні запасів в од. для СТО розраховуються по формулах

$$Z_{\max} = P_C(t_{cp} + 2); \quad (3.14)$$

$$Z_{\min} = P_C + 2, \quad (3.15)$$

де  $P_C$  – добова витрата деталі;

$t_{cp}$  – середньозважений фактичний інтервал постачання деталі за минулий період, доба.

а) розрахунок деталей для СТО за нормами витрат [18]:

$$P_C = A_{СТО} \cdot H / 36000 + P_T / 360 \text{ од./доб.}; \quad (3.16)$$

$$A_{СТО} = A_C \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot X_{II} / X_C \text{ од.}, \quad (3.17)$$

де  $A_{СТО}$  – кількість автомобілів, що обслуговуються СТО, на яких використовується дана деталь;

$H$  – норма витрати деталі, од./100авт. в рік;

$P_T$  – реалізація деталі даного найменування через магазин продажу запчастин при СТО, од.;

$A_C$  – сумарна кількість автомобілів у регіоні, яким потрібна ця деталь, од.;

$DO_1$  – коефіцієнт, що враховує число власників автомобілів, що користуються послугами СТО;

$DO_2$  – частка запасних частин, реалізованих через послуги СТО;

$X_{II}$  – кількість СТО, що обслуговують дану марку автомобілів на СТО, од.;

$X_C$  – сумарних кількостей усіх СТО, що обслуговують дану марку автомобілів у регіоні, од.

б) розрахунок по фактичній витраті деталі:

$$P_C = P_\Phi / 360 \text{ од./доб.}; \quad t_{cp} = 360 / n \text{ доб.}, \quad (3.18)$$

де  $P_\Phi$  – фактична витрата деталі, включаючи реалізацію через послуги і магазин продажу при СТО, за минулий рік, од.;

$n$  – число постачань деталі за рік, од.

Підставивши значення напівсуми величин  $P_C$ , розрахованих по нормах витрати і по фактичній витраті, і величину  $t_{cp}$  у формули і, одержуємо величини максимальної і мінімальної норм запасу по кожному найменуванню деталі.

Більш зроблений метод визначення потреби в запасних частинах по фактичній витраті деталей за аналогічні періоди попереднього років роботи СТО з урахуванням розвитку тенденції попиту і незадоволених вимог клієнтів приведений у [14]. Сумарна потреба в запасних частинах по всій номенклатурі за реальними показниками визначається по формулі:

$$Q_{\Sigma \text{СТО}} = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T (q_{\text{СТО}i} + q_{\text{маг.}t} + q_{\text{зак.}e} + k_{\text{пок.}t} \cdot q_{\text{уп.пр.}t}), \quad (3.19)$$

де  $n$  – кількість номенклатурних найменувань;

$T$  – період часу, днів;

$q_{\text{СТО}i}$  – фактична щоденна витрата запасної частини на СТО, шт.;

$q_{\text{маг.}t}$  – фактична щоденна реалізація запасної частини через магазин, що існує при сервісній станції, шт.;

$q_{\text{зак.}t}$  – фактична щоденна реалізація запасної частини через відділ замовлень, що існує на СТО, шт.;

$k_{\text{пок.}t}$  – коефіцієнтів, що виражає імовірність придбання (покупки) запасної частини клієнтом автосервісного підприємства;

$q_{\text{уп.пр.}t}$  – загальна кількість упущених продажів деталі, шт.

Потреба СТО в запасних частинах залежить насамперед від надійності автомобілів і агрегатів, їх віку й інтенсивності експлуатації. При цьому надійність може визначатися параметром або ведучою функцією потоку відмовлень, тобто ресурсами деталей до відмовлення. У зв'язку з цим методи розрахунків необхідної кількості запасних частин і методи оцінки надійності автомобілів повинні бути взаємозалежні.

Використання параметрів потоку відмовлень при визначенні потреби в запчастинах дає задовільні результати для конкретного інтервалу пробігу

автомобіля. Часто для рішення цієї задачі використовують розподіл числа відмов на визначеному пробігу за законом Пуассона:

$$P_m(L) = \sum_{n=0}^m \frac{(\lambda \cdot L)^n}{n!} \cdot e^{-\lambda L}, \quad (3.20)$$

де  $P_m(L)$  – імовірність появи  $m$  відмовлень (замін) деталей на пробігу  $L$ ;  
 $\lambda$  – інтенсивність відмовлень, 1/км.

У роботі [15] запропонована методика прогнозування потреби в запчастинах, що враховує умови експлуатації, ТО автомобілів і що припускає, що в сталому експлуатаційному режимі розподіл відмовлень описується експонентним законом. Запропонована залежність представлена в такий спосіб:

$$P_{зч} = N \cdot \lambda \cdot l + K_\gamma \cdot \sqrt{N \cdot \lambda \cdot l}, \quad (3.21)$$

де  $N$  – кількість автомобілів;

$\lambda$  – інтенсивність відмовлень, 1/км;

$l$  – пробіг автомобіля, тис. км;

$K_\gamma$  – гамма-процентний квант стандартного нормального розподілу.

Недоліками даної методики є відсутність обліку навантажувального і швидкісного режимів роботи, інтенсивності використання автомобілів, прив'язка до одиночного автомобіля й ін.

Якщо регламентовані нормативи по надійності і витраті деталей, може застосовуватися метод нормативного прогнозування. При цьому необхідно враховувати, що в більшості випадків на підприємствах автосервісу фактична витрата запасних частин відрізняється від установлених норм через вплив різних об'єктивних факторів – виробничих, технологічних, інформаційних і ін.

При цьому методі визначається питома потреба в запчастинах, як нормативна  $q_n$ , так і фактична  $q_f$ :

$$q_n = Q_n / A_n; \quad q_\phi = Q_\phi / A_\phi, \quad (3.22)$$

де  $Q_n$  – нормативна (планована) потреба в запчастинах (по номенклатурних зошитах);

$A_n$  – нормативне число обслугованих автомобілів,

$A_n = 100$  авт.;

$Q_\phi$  – фактична кількість запчастин, отримана по замовленнях-убраннях;

$A_\phi$  – число фактично обслугованих автомобілів.

Порівняння фактичної питомої потреби в запчастинах з нормативної виробляється за коефіцієнтом використання запчастин на СТО  $\eta$ :

$$\eta = q_\phi / q_n. \quad (3.23)$$

Необхідна кількість запасних частин  $Q$  визначається по формулі

$$Q = A_n \cdot q_n \cdot \eta, \quad (3.24)$$

де  $A_n$  – плановане число автомобілів для обслуговування на СТО.

Прогнозування потрібної кількості запасних частин на рівні невеликих АТП може бути здійснене з використанням методу статистичного моделювання (методу Монте-Карло). Один з варіантів блок – схеми послідовності розрахунків представлений в роботі [4]. У першому блоці вибирається кількість автомобілів, для яких проводиться розрахунок. При цьому визначається, при якому числі автомобілів буде спостерігатися стійкий перехід до асимптотичних залежностей, що дозволить проводити розрахунки з використанням відповідних формул, тобто без моделювання.

В другому блоці передбачене моделювання пробігів автомобілів на початок розрахункового періоду з урахуванням числа років експлуатації  $L_{ij}$ .

У третьому блоці передбачений облік кореляції між пробігом  $L_{ij}$  і річним

пробігом  $\Delta L_{ij}$   $i$ -го автомобіля для  $j$ -го року експлуатації.

У п'ятому блоці використовуються фактичні дані АТП, нормативні дані, скоректовані з урахуванням умов експлуатації автомобілів.

Вихідними даними для моделювання потоку відмовлень у шостому блоці є середні значення і середньоквадратичні відхилення ресурсів деталей до першого і наступного відмовлень, а також до капітального ремонту агрегату, автомобіля й інші дані. У сьомому блоці розраховується необхідна кількість запасних частин для  $N$  автомобілів, а у восьмому враховується вплив можливої варіації основних факторів на потрібну кількість запасних частин.

У дев'ятому блоці оцінюється стабільність результатів моделювання з використанням статистичних методів, а в десятому – узагальнення результатів з метою вироблення рекомендацій з використання даної методики для розрахунку потреби в запасних частинах для різних АТП.

Одним з методів прийняття рішень в умовах дефіциту інформації є аналіз ринкової, виробничої або іншої ситуації з використанням теорії ігор і статистичних рішень. Цей метод може застосовуватися і при визначенні оптимального запасу агрегатів на складі АТП або СТО.

Можна вважати, що ділові ігри – це різноманітні задачі з наявністю мінімумів або максимумів. Тому при їхньому проведенні як теоретичну базу може бути використаний комплекс знань по дослідженню операцій, системотехніці, лінійному програмуванню, евристичним методам, методам експертної оцінки і статистичній обробці матеріалів і т.д.

Основними етапами при встановленні потрібного запасу агрегатів на складі автопідприємства є наступні [16].

1. Визначення сторін у грі:

- виробництво – видає у випадковому порядку те або інше число вимог на заміну агрегатів;
- організатори виробництва (працівники складського господарства) – комплектують визначений запас агрегатів.

2. Ідентифікація групи факторів цільової функції:

$$U = U(a_1, a_2, a_3, \dots, a_n; x_1, x_2, x_3, \dots, x_m; z_1, z_2, z_3, \dots, z_k), \quad (3.25)$$

де  $a_n$  – задані умови (розмір парку, тип, умови експлуатації автомобілів, кваліфікація персоналу й ін.) – визначають потік вимог на ТЕ і ремонт, пропускну здатність засобів обслуговування і його вартість;

$x_m$  – раціональний запас агрегатів, що повинний підтримуватися на складі;

$z_k$  – виникнення того або іншого числа вимог на заміну агрегатів, імовірність якого відома заздалегідь.

3. Визначення імовірності появи потреби в заміні визначеного числа агрегатів розрахунковим шляхом (на основі даних по надійності агрегату) або на підставі аналізу звітних даних про вимоги на ремонт (заміну) даного агрегату.

4. Формування стратегії сторін:

- стратегії виробництва визначаються числом потрібних протягом зміни агрегатів (потрібних агрегатів відповідно один, два, три або чотири агрегати);

- стратегії організаторів виробництва аналогічні – не мати запасу або мати один, два, три або чотири агрегати.

5. Визначення наслідків випадкового сполучення стратегій сторін. Наприклад, якщо потреба в агрегатах для ремонту перевищує їхня готівка на складі, то підприємство несе збиток від додаткового простою автомобіля в ремонті або відмовлення клієнтові в наданні відповідної послуги.

6. Визначення вигащів при всіх можливих сполученнях стратегій сторін.

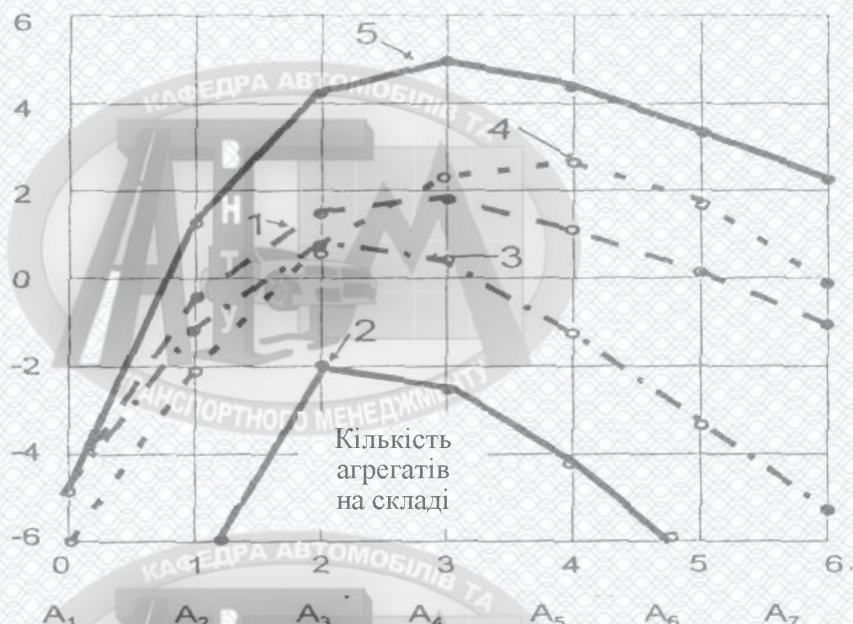
7. Вибір раціональної стратегії організаторів виробництва.

8. Отримані результати по зміні вигащу в залежності від запасу агрегатів на складі (стратегій організаторів виробництва) зображуються графічно. Приклад рішення подібної задачі показаний на рис. 4.3 [16].

9. Визначення економічного ефекту від використання оптимальної стратегії.

10. Аналіз отриманих рішень.

### Вигода (виграш)



Стратегія організації ТО і Р на СТО для визначення кількості запасних частин

- 1 – при ухваленні рішення в умовах ризику;
- 2 – ухвалення рішення в умовах невизначеності з використанням максимінного критерію;
- 3 – прийняття рішень в умовах ризику при росту збитку від збереження незатребуваного агрегату в два рази;
- 4 – прийняття рішень в умовах невизначеності при рівних імовірностях стану виробництва;
- 5 – прийняття рішень в умовах ризику при росту доходу від своєчасної заміни агрегатів у два рази.

Рисунок 3.6 – Визначення оптимального запасу агрегатів методами «ігрових» ситуацій

Вирішення поставленої задачі визначення оптимальної кількості агрегатів на складі ігровим методом дає можливість знайти оптимальну стратегію, що дозволить одержати гарантований виграш; виявити зону раціонального запасу агрегатів; створити інструментальну базу для визначення розміру матеріального заохочення підприємством організаторів складського господарства; оцінити вплив ряду факторів на вибір стратегії і величину виграшу.



### 3.3 Застосування дослідницького методу та експериментального методів

Розглянемо дослідницький метод. Методологічною основою дослідження потреби в запасних частинах і в якості наукового базису при її реалізації використані теорія надійності і теорія управління. У цьому випадку автомобіль як складна технічна система розглядається як цілісна сукупність елементів, що знаходяться у взаємодії.

Визначення потреби в запасних частинах – це наукове дослідження, що вивчає процеси відмов деталей, супроводження їх заміною в умовах масової експлуатації транспортних засобів та впливу численних випадкових факторів.

У процесі експлуатації автомобіля його технічний ресурс змінюється, з'являються відмови, обумовлені зношенням. Ці відмови виправляються заміною деталей, що відмовили, на нові.

Вихідними показниками при визначенні потреби в кількості замін є інтенсивність відмов для деталей, що не підлягають ремонту, і параметра потоку відмов для деталей, що підлягають ремонту.

Для математичного описання процесу появи відмов автомобілів, що досліджуються, та виявлення закону розподілу часу між відмовами розглянемо обмежену сукупність, що складається з  $K$  одиниць автомобілів .[10]

У процесі експлуатації автомобілів до кінця інтервалу  $t$  опиняться  $K_c$  справних і  $K_e$  автомобілів, що відмовили, причому загальна кількість автомобілів, що знаходяться під наглядом, лишається сталою, тобто

$$K = K_c + K_e. \quad (3.26)$$

Для таких умов вірогідність безвідмовної роботи для будь-якого моменту часу  $t$  дорівнює

$$P(t) = \frac{K_c}{K_c + K_e} = \frac{K_c}{K}, \quad (3.27)$$

або з урахуванням, що  $K_c = K - K_B$

$$P(t) = \frac{K - K_B}{K} = 1 - \frac{K_B}{K}. \quad (3.28)$$

Приймаючи, що  $K$  постійне, знайдемо швидкість появи відмов автомобілів шляхом диференціювання вище приведенного рівняння по  $t$ .

$$\frac{dP(t)}{dt} = \frac{d\left(1 - \frac{K_B}{K}\right)}{dt} = -\frac{1}{K} \cdot \frac{dK_B}{dt}, \quad (3.29)$$

звідки

$$\frac{dK_B}{K} = -K \cdot \frac{dP(t)}{dt}. \quad (3.30)$$

Так як  $K_B = K - K_C$ , а  $K$  постійне, то

$$\frac{dK_B}{K} = \frac{d(K - K_C)}{dt} = -\frac{dK_C}{dt}. \quad (3.31)$$

З цього виразу видно, що швидкість зберігання працездатності автомобілів буде дорівнювати швидкості появи відмов із протилежним знаком.

Отже, якщо обидві частини рівняння  $\frac{dK_B}{K} = -K \cdot \frac{dP(t)}{dt}$  поділити на  $K_C$ ,

отримаємо математичне очкування інтенсивності відмов, тобто

$$\lambda = \frac{1}{K_C} \cdot \frac{dK_B}{dt} = -\frac{K}{K_C} \cdot \frac{dP(t)}{dt}. \quad (3.32)$$

Виходячи з виразу вірогідності безвідмовної роботи  $P(t) = \frac{K_C}{K}$ , обернена

до неї величина  $\frac{1}{P(t)} = \frac{K}{K_C}$ , тоді вище приведений вираз буде мати вигляд:

$$\lambda = \frac{1}{P(t)} \cdot \frac{dP(t)}{dt}. \quad (3.33)$$

Вирази  $P(t)$  та  $\frac{dP(t)}{dt}$  є функціями часу, інтенсивність відмов  $\lambda$  також є функцією часу, тобто тривалості витрати технічного ресурсу елемента автомобіля.

Тоді, розділяючи змінні та інтегруючи вище приведене рівняння, отримаємо

$$\lambda dt = -\frac{dP(t)}{dt}, \quad (3.34)$$

$$\int_0^t \lambda dt = -\int_1^P \frac{dP(t)}{P(t)} = \ln P(t), \quad (3.35)$$

звідки

$$\ln P(t) = -\int_0^t \lambda dt. \quad (3.36)$$

Так як при  $t=0$   $P(t) = 1$ , то вирішуючи відносно  $P(t)$ , отримаємо

$$P(t) = \exp \left[ -\int_0^t \lambda dt \right]. \quad (3.37)$$

Функція  $P(t)$  виражає надійність у найбільш загальній формі. Якщо в цьому виразі  $\lambda$  є постійною величиною, то

$$-\int_0^t \lambda dt = -\lambda t, \quad (3.38)$$

і функція розподілу тривалості інтервалу часу між двома відмовами автомобіля буде мати вигляд

$$P(T > t) = e^{-\lambda t}, \quad (3.39)$$

так званий експоненціальний (показовий) закон надійності.

Густина розподілу вірогідності інтервалу часу буде дорівнювати

$$f(t) = \lambda \cdot e^{-\lambda t}, (t > 0), \quad (3.40)$$

Де  $f(t)$  – це вірогідність того, що інтервал часу між двома суміжними відмовами буде дорівнювати  $t$  при  $\lambda = \text{const}$ .

Установлено, що якщо в дискретному стохастичному процесі кількість подій на протязі довільно вибраного одиничного часу розподіляється за законом Пуассона, інтервалу часу між суміжними випадковими подіями відбувається, як правило, за показовим законом.

Отже, в умовах реальної експлуатації автомобілів для математичного описування процесу надходження відмов слід використовувати закон розподілу Пуассона [10].

Аналітичний вираз вірогідності розподілу кількості відмов у цьому випадку виглядає так:

$$P(U, \lambda, t) = \frac{(t\lambda)^U}{U!} \cdot e^{-\lambda t}, \quad (3.41)$$

Де  $P(U, \lambda, t)$  - вірогідність того, що за час  $t$  з'явиться рівно  $U$  відмов, тобто  $U = 1, 2, \dots$ ;

$\lambda$  - середнє число відмов в одиницю часу.

Функція розподілу  $X$ - кількості відмов виражає вірогідність події, що складається в тому, що число відмов  $U$  буде меншим наперед заданої кількості  $X$  при заданих значеннях  $\lambda$  і  $t$ .

$$P(U < X, \lambda, t) = \sum_{k=0}^X \frac{(\lambda \cdot t)^k}{K!} e^{-\lambda t}, \quad (3.42)$$

де  $\lambda$  і  $t$  – ті ж, що і в вище приведених формулах. Для використання розподілу Пуассона, необхідно експериментальним шляхом визначити інтенсивність відмов  $\lambda$ , що супроводжується заміною відповідних деталей.

За виразом  $\lambda = \frac{1}{K_C} \cdot \frac{dK_B}{dt}$  отримане математичне очікування інтенсивності відмов, в якому  $\lambda$  постійне, отже, і права частина виразу повинна бути постійною.

Постійна інтенсивність відмов буде забезпечена тільки тоді, коли кількість справних елементів  $K_C$  на протязі випробувань буде дорівнювати початковому значенню  $K$ , що відповідає підтриманню постійної кількості справних елементів новими, тоді відношення  $\frac{1}{K_C} = \frac{1}{K}$  буде постійною величиною.

Відношення  $\frac{dK_B}{dt}$  буде постійним тільки у випадку, коли кількість елементів, що відмовили,  $K_B$  буде збільшуватися пропорційно до часу, тобто за лінійним законом. У такому випадку кількість елементів, що відмовили за одиницю часу, буде дорівнювати  $\frac{K_B}{t}$ .

Прийнявши ці допущення, формула постійної інтенсивності відмов набуде вигляду

$$\lambda = \frac{1}{K} \cdot \frac{K_B}{t} = const. \quad (3.43)$$

Таким чином, в експлуатаційних дослідженнях необхідно буде визначити кількість елементів, що відмовили  $K_B$  та часу роботи  $t$ .

Експериментальний метод.

Рухомий склад, що підлягає спостереженню, повинен експлуатуватися досить довгий період часу. Це дозволить зібрати необхідний статистичний матеріал по витраті запасних частин у процесі їх стабільної заміни.

Номенклатура деталей, що підлягають заміні, задається або обирається в залежності від видів та об'ємів послуг по технічному обслуговуванню та ремонту автомобілів, агрегатів, вузлів або систем, що надаються. Нижче приведений приклад комплектування номенклатури деталей, що підлягають заміні.

1. Визначення об'єму вибірки (кількість автомобілів, що підлягають спостереженню). Зміна технічного стану автомобілів відбувається в широких межах (коефіцієнт варіації лежить у межах 0,6 - 0,8), тому об'єм вибірки повинен бути досить великим, він визначається за формулою

$$n = \frac{\beta^2 \cdot P \cdot q}{E^2}, \quad (3.44)$$

де  $\beta^2$  - розрахунковий коефіцієнт, що залежить від заданої надійності (в нашому прикладі довірна вірогідність складає  $P_g = 0,90$ . За таблицею математичної статистики в залежності від заданої надійності величина нормованого відхилення генеральної сукупності для  $P_g = 0,90$  складає  $\beta = 1,65$ , тоді  $\beta^2 = 2,73$ );

$P$  - вірогідність здійснення події, тобто вірогідність того, що відбудеться заміна деталі за визначений строк;

$q$  - вірогідність того, що дана подія не відбудеться.

Далі вірогідність заміни на протязі року при пробігу автомобіля 45 -50 тис. км для малонадійних елементів змінюється від 0 до 1. Для розрахунку прийнято  $P=q=0$  (у цьому випадку значення добутку  $P \cdot q$  досягає максимального значення, а кількість автомобілів, що підлягають спостереженню, буде максимальною).

Якщо прийняти  $P \cdot q = 0,90$ , то гарантована відносна похибка  $E$  складає 0,10, тобто  $E=0,10$ ,  $E^2=0,01$ . За обраними даними та, використовуючи формулу, отримаємо:

$$n = \frac{2,73 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{(0,1)^2} = 68.$$

Таким чином, розрахункова кількість автомобілів, що підлягає спостереженню, складає 68 одиниць. В наведеному прикладі кількість автомобілів складала 90 одиниць.

## 2. Підготовка форм обліку експериментальних даних

Доцільно збір статистичних даних установити за календарний рік (з 01.01. до 31.12). Автомобілі, що спостерігаються, повинні своєчасно та в повному обсязі проходити ТО-1 та ТО-2. Фіксування моментів відмов повинно здійснюватися як за окремими деталями кожного автомобіля, так і за загальною кількістю відмов окремих автомобілів на кожному обраному інтервалі пробігу та за весь період спостережень. Фіксування відмов та замін по кожному автомобілю повинно відбуватися в спеціально розробленій картці.

## 3. Збір експериментальних даних

Результати спостережень повинні бути згруповані по кожному найменуванню деталі або вузла за інтервалами пробігу (у прикладі 10 тис. км), вони представлені в табл.4.2 .

За формулою  $\lambda = \frac{1}{K} \cdot \frac{K_B}{t}$  визначають інтенсивність заміни  $\lambda$  для кожної деталі в кожному інтервалі пробігу та середню інтенсивність за весь річний період, результати представлені в табл. 3.4.

Загальна кількість замін за період, що досліджується за всією сукупністю автомобілів для кожного найменування деталі, представлена у зведеній відомості (табл. 3.5).

Таблиця 3.4 – Зведена відомість відмов та замін деталей автомобілів

Найменування деталі або вузла	Одиниці	Загальна кількість відмов та замін за весь період спостереження за пробіг, тис. км.					
		0-10	11-20	21-30	31-40	41 і більше	Всього замін за рік
Палець шарової рульових тяг	Шт.	65	75	61	56	48	305
Піввісь	Шт.	14	10	12	11	7	54
Вкладиші корінних підшипників	Компл.	14	13	16	11	8	62

Таблиця 3.5 – Розрахунок інтенсивності замін шарових пальців рульових тяг

Інтервал	Загальна	Інтенсивність замін	
		Математична формула	Величина 1/1000 км
0-10	65	$\lambda_1 = \frac{65}{270 \cdot 10}$	0,0240
11-20	75	$\lambda_2 = \frac{75}{270 \cdot 10}$	0,0278
21-30	61	$\lambda_3 = \frac{61}{270 \cdot 10}$	0,0226
31-40	56	$\lambda_4 = \frac{56}{270 \cdot 10}$	0,0207
Більше 40	48	$\lambda_5 = \frac{48}{270 \cdot 10}$	0,0287
За рік	305	$\lambda_{сер} = \frac{305}{270 \cdot 10}$	0,0244

Розраховують дослідні частоти  $P_i^*$  попадання в розряди за формулою

$$P_i^* = \frac{m_i^*}{N}, \quad (3.45)$$

де  $N$  – сума дослідних частин попадання в розряди, тобто загальна кількість спостережень за даною деталлю.



Таблиця 3.6 – Зведена відомість замін деталей сукупності автомобілів, що досліджуються

Найменування деталі або вузла, що замінюється	Частота замін деталей або вузлів на протязі року							Сума частот
	0	1	2	3	4	5	6	
Палець шарової рульових тяг	88	102	52	18	7	1	2	270
Піввісь	130	46	4	-	-	-	-	180

#### 4. Обробка експериментальних даних

Отримані результати заносять до третьої колонки табл. 3.6. Далі визначають наступні статистичні величини:

- математичне очікування кількості замін деталей

$$M_K^* = \sum_{i=0}^K X_i \cdot P_i^* \quad (3.46)$$

$$M_K^* = 0 \cdot 0,326 + 1 \cdot 0,378 + 2 \cdot 0,193 + 3 \cdot 0,067 + 4 \cdot 0,026 + 5 \cdot 0,004 + 6 \cdot 0,007 = 1,126 -$$

статистичну дисперсію:

$$D_K^* = \sum_{i=0}^K (X_i - M_K^*)^2 \cdot P_i^* \quad (3.47)$$

$$D_K^* = (0 - 1,126)^2 \cdot 0,326 + (1 - 1,126)^2 \cdot 0,378 + (2 - 1,126)^2 \cdot 0,193 + (3 - 1,126)^2 \cdot 0,067 + (4 - 1,126)^2 \cdot 0,026 + (5 - 1,126)^2 \cdot 0,004 + (6 - 1,126)^2 \cdot 0,007 = 1,244;$$

- виправлену (незміщену) дисперсію:

$$\overline{D}_K = \frac{n}{n-1} \cdot D_K^* \quad (3.48)$$

де  $n$  - загальна кількість розрядів.

$$\overline{D_K} = \frac{6}{6-1} \cdot 1,224 = 1,492;$$

- виправлене середнє квадратичне відхилення:

$$\begin{aligned} \overline{\sigma_K} &= \sqrt{\overline{D_K}}; \\ \overline{\sigma_K} &= \sqrt{1,492} = 0,422; \end{aligned} \quad (3.49)$$

- середнє квадратичне відхилення середнього результату:

$$\overline{\sigma_{M_K^*}} = \frac{\overline{\sigma_K}}{\sqrt{n}} = \frac{1,12}{\sqrt{7}} = 0,422.$$

5. Перевірка гіпотези про належність експериментальних даних до закону Пуассона.

Математичний вираз розподілу Пуассона має вигляд:

$$e^{-\lambda} + (\lambda \cdot t) \cdot e^{-\lambda} + \frac{\lambda^2 \cdot t^2}{2!} \cdot e^{-\lambda} + \frac{\lambda^3 \cdot t^3}{3!} \cdot e^{-\lambda} + \dots + \frac{\lambda^C \cdot t^C}{C!} \cdot e^{-\lambda} = 1. \quad (3.50)$$

З використанням таблиць надійності розраховують значення вірогідності  $P(0,a)$ ,  $P(1,a)$ ,  $P(2,a) \dots P(k,a)$  при математичному очікуванні  $M_K^* = 1,126$ .

Отримані результати заносять у четверту та п'яту колонки табл. 3.4.

Попередньою умовою належності отриманих статистичних даних до закону Пуассона є рівність

$$M_K^* = a = D_K^*. \quad (3.51)$$

Ця рівність виконується  $1,126 = 1,244$ .

Для кінцевого прийняття рішення про належність до закону Пуасона необхідно виконати перевірку за допомогою критерію  $X^2$  за формулою:

$$X^2 = \sum_i^K \frac{(m_i^* - m_i)^2}{m} \quad (3.52)$$

Таблиця 3.7 – Статистична обробка експериментальних даних

Розряди (число замін деталей), $X_i$	Дослідні частоти попадання в розряди, $m_s^*$	Дослідні частоти попадання в розряди, $P_s^*$	Теоретичні вірогідності, $P_i$		Теоретичні частоти, $m_i$
			Розрахункове рівняння	Фактичне значення	
0	88	0,326	$e^{-\lambda}$	0,3320	87
1	102	0,378	$(\lambda \cdot L) \cdot e^{-\lambda}$	0,3640	98
2	52	0,193	$\frac{(\lambda \cdot L)^2}{2!} \cdot e^{-\lambda}$	0,2050	56
3	18	0,067	$\frac{(\lambda \cdot L)^3}{3!} \cdot e^{-\lambda}$	0,0770	21
4	7	0,026	$\frac{(\lambda \cdot L)^4}{4!} \cdot e^{-\lambda}$	0,0216	6
5	1	0,004	$\frac{(\lambda \cdot L)^5}{5!} \cdot e^{-\lambda}$	0,0048	1,3
6	2	0,007	$\frac{(\lambda \cdot L)^6}{6!} \cdot e^{-\lambda}$	0,0009	0,3
	$\sum m_i^* = 270$	$\sum P_i^* = 1,0$		$\sum P_i = 0,9963$	$\sum m_i = 296,6$

Використовуючи отримані дані (табл. 3.7, друга та шоста колонки) визначають  $X^2$  Пірсона так:

$$X^2 = \frac{88-87}{87} + \frac{102-98}{98} + \frac{52-56}{56} + \frac{18-21}{21} + \frac{7-6}{6} + \frac{1-1,3}{1,3} + \frac{2-0,3}{0,3} = 3,07.$$

Після визначення  $X^2$  розраховуємо кількість ступенів свободи за формулою:

$$R = n - S, \quad (3.53)$$

де  $n$  - загальна кількість розрядів;  
 $S$  - число зв'язків, що використовуються.

$$r = 7 - 3 = 4.$$

В таблиці вірогідностей закону Пірсона знаходимо

$$P(X^2, r) = P(3,07; 4) = 0,558 > 0,05. \quad (3.54)$$

Якщо  $P(X^2, r) > (0,05 - 0,10)$ , то гіпотеза про належність дослідних даних до закону Пуасона приймається.

#### 6. Визначення річної потреби в запасних частинах

Знаючи річний пробіг автомобілів відповідної марки та їх кількість, визначають річну потребу в запасних частинах або агрегатах.

Для цього визначають математичне очікування кількості замін на протязі періоду, що планується за формулою

$$M_K^* = a = \lambda_{cth} \cdot L_{hcx} = 0,0244 \cdot 48,7 = 1,188, \quad (3.55)$$

де  $L_{pich}$  - річний пробіг одного автомобіля даної марки, тис. км.

Використовуючи математичний вираз розподілу Пуасона, розраховують вірогідності появи 0, 1, 2, 3 і т. д. замін деталей, що дає можливість визначити частоти замін деталей на протязі року, що планується по всій сукупності автомобілів, що досліджуються

$$m_i = P_i \cdot K, \quad (3.56)$$

де  $K$  - загальна кількість автомобілів.

Річна потреба визначається шляхом помноження частот на відповідні розряди, та подальшого сумування всіх множин на всю сукупність автомобілів (у даному випадку  $K = 90$ ) за пробіг на один автомобіль, що планується, тобто

$$Q = \sum_{i=1}^n X_i \cdot m_i. \quad (3.57)$$

Отримані результати можна прийняти за нормативну потребу, виконавши перерахування на 100 автомобілів, та рекомендувати автотранспортним підприємствам, що експлуатують дані марки автомобілів.

### 3.4 Можливості методу нормативного прогнозування

Метод нормативного прогнозування застосовується, як правило, тоді, коли регламентовані нормативи по надійності та витраті деталей, що замінюються (об'єкти прогнозування). При цьому, для визначення відрізка часу встановлюються фіксовані значення показника, що прогнозується - нормативні значення.

Проте, витрата запасних частин у більшості випадків відрізняється від установлених норм, так на неї впливають виробничі, технологічні, інформаційні та інші об'єктивні фактори роботи конкретного автосервісного підприємства.

Витрата запасних частин залежить від операцій, що виконуються при ТО та ремонті. Вона повинна забезпечувати виконання максимального об'єму робіт на кожному пості. Тому для визначення потреби в тих чи інших деталях необхідно знати пропускну здатність кожного робочого поста, середню (нормативну) кількість запасних частин, що витрачаються при ТО та ремонті, марку автомобілів, що обслуговуються на СТО.

Відношення кількості запасних частин, що використовуються,  $Q$  до кількості автомобілів, що обслуговуються на робочих постах  $A$ , відображає питому потребу в запасних частинах, тобто

$$\frac{Q}{A} = K. \quad (3.58)$$

Розрізняють нормативну і фактичну питомі потреби в запасних частинах. Під нормативною питомою потребою  $K_{норм}$  розуміють кількість запасних частин  $Q_{норм}$  на 100 автомобілів  $A_{норм}$  (у нашому випадку, нормативна потреба визначена  $Q_{норм} = \left\{ \frac{270}{90} = \frac{X}{100} \right\} = 300$  шт. шарових пальців на 100 автомобілів), тобто

$$K_{норм} = \frac{Q_{норм}}{A_{норм}}. \quad (3.59)$$

Під фактичною питомою потребою  $K_{ф}$  розуміють відношення отриманої за нарядами-замовленнями фактичної кількості запасних частин  $Q_{ф}$  до фактичної кількості автомобілів  $A_{ф}$ , що обслуговуються на СТО, тобто

$$K_{ф} = \frac{Q_{ф}}{A_{ф}}. \quad (3.60)$$

Нормативна та фактична питомі потреби, як правило, відрізняються на визначену величину, що обумовлена умовами експлуатації автомобілів, виробництвом запасних частин та іншими факторами.

Так, наприклад, прийнявши встановлену норму витрати шарових пальців 300 шт. на 100 автомобілів, отримаємо  $K_{норм} = \frac{300}{100} = 3$ .

Фактично на програму ТО-2 на 80 автомобілів було витрачено 320 шарових пальців, тобто

$$K_{ф} = \frac{320}{80} = 4.$$

Порівнюючи фактичну питому потребу з нормативною, визначають коефіцієнт потреби в запасних частинах, що планується, він дорівнює відношенню

$$\eta_n = \frac{K_{\phi}}{K_{\text{норм}}} = \frac{4}{3} = 1,33. \quad (3.61)$$

Запланована питома потреба в запасних частинах визначається з виразу

$$K_n = K_{\text{норм}} \cdot \eta \quad (3.62)$$

де  $K_n = 3 \cdot 1,33 = 4$ .

Таким чином, потреба в запасних частинах  $Q$  визначається як добуток запланованої кількості автомобілів  $A_n$  та питомої потреби в запасних частинах, що планується  $K_n$ , тобто

$$Q = A_n \cdot K_n. \quad (3.63)$$

### 3.5 Рекомендації щодо забезпечення оптимальної кількості запасних частин

Отже надходження агрегатів на склад СТО від постачальників відбувається у випадкові моменти часу  $\tau$  й у випадковому обсязі  $Y_{\tau}$ . Затрати на утримання та зберігання агрегатів на складі:

$$C_{\text{зб}} = \lambda \bar{X}, \quad (3.64)$$

де  $\lambda$  – вартість зберігання і утримання одного агрегату на складі за період  $T$ ;  
 $\bar{X}$  – середній запас на складі за період  $T$ .

Для СТО «Бош Сервіс Автодром» необхідно знайти такий плановий рівень початкового запасу агрегатів  $X_0$  на складі, при якому сумарні витрати підприємства будуть мінімальними (рис. 3.5)  $(C_{\text{деф}} + C_{\text{зб}}) \rightarrow \text{Min}$ .

В нашому випадку мають місце чотири випадкові величини: момент надходження вимоги на відпускання агрегатів зі складу  $t$ ; обсяг цієї вимоги  $V_t$ ; момент надходження агрегатів на склад від постачальників  $\tau$  і обсяг цієї поставки  $Y_\tau$ .

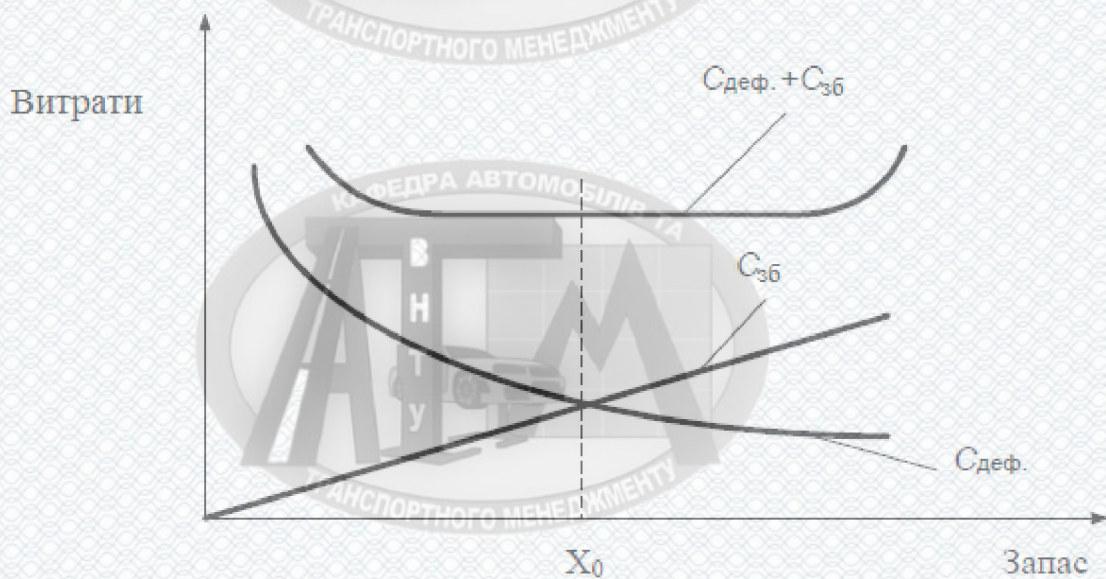


Рисунок 3.7 – Залежність витрат СТО від величини початкового запасу

Отже в попередньому розділі сформульовані теоретичні передумови оцінки потреби в запасних частинах, засновані на використанні метода ABC в комбінації з XYZ-аналізом. А фактичні значення ресурсів деталей груп ABC автомобілів приводяться коефіцієнтами використання до єдиного часу роботи першої заміни, а потім визначається число таких замін деталей за ремонтний цикл і за рік експлуатації. Це дає можливість визначити потребу в запчастинах відповідної групи деталей від зовнішніх умов, пробігу і віку транспортних машин.

З метою нормування запасних частин встановлений потенційний ресурс у цілому і кожної з їх деталей (групи B, C).



Тому річна потреба для одного автомобіля в  $j$ -й деталі по всім номерам заміни в межах  $m$ -го року експлуатації визначається сумою за всіма замінами:

$$\Delta\Phi_{m,j} = \sum_{f_i=1}^{F_i} \left[ \Phi \left( \frac{m - t_j^{(f_i)}}{\sigma_i \cdot \sqrt{f_i}} \right) - \Phi \left( \frac{m - 1 - t_j^{(f_i)}}{\sigma_i \cdot \sqrt{f_i}} \right) \right] \quad (3.65)$$

де  $\Phi$  – інтеграл ймовірностей нормального розподілу випадкових величин;

$\sigma_i$  – статистична інформація про перелік робіт до заміни деталі;

$t_j$  – термін заміни  $j$ -й деталі;

$m$  – порядковий номер року експлуатації.

Зазначимо, що зі зміною конкретних умов експлуатації рухомого складу змінюється й сукупність факторів, що впливають на витрату запасних частин, таких як: дорожньо - кліматичні умови, ступінь використання вантажопідйомності автомобіля, використання причепів, умови навантаження й вивантаження вантажів і т.д. Саме тому запропонована методика визначення витрати запасних частин силових агрегатів, що принципово відрізняється від існуючих. Прогнозування потреби в запасних частинах виконується на основі інформації станом на початок місяця, кварталу або року визначається за формулою:

$$N_{зч} = \frac{100 \cdot Q_{тр} \cdot m_3 \cdot H_{л} \cdot K_{к}}{L_{зам}^H \cdot H_{л1}^2 \cdot K_{кmin}} \quad (3.66)$$

де  $Q_{тр}$  – сумарна витрата палива на транспортну роботу планованого періоду роботи рухомого складу, л;

$m_3$  – норма витрати деталей на 100 автомобілів;

$L_{зам}^H$  – нормативне значення ресурсу деталі до заміни або відправлення в капремонт, км;

$H_{л1}$  – мінімальне значення норми витрати палива, л/100 км.

Потреба в запасних частинах для СТО повинна корегуватися за рівнем конструкторсько-технологічних рішень по рухомому складу, а також за зміною надійності протягом експлуатації і визначається коефіцієнт за формулою

$$K_{\kappa} = \frac{3,6 \cdot Q_{\min} V_{\max} \cdot t_p \cdot \rho_T}{100 G_n}, \quad (3.67)$$

де  $Q_{\min}$  - мінімальна витрата палива, л/100 км;

$t_p$  - час розбігу автомобіля до швидкості  $V_a = 60$  км/год;

$G_n$  - порожня вага автомобіля, кг;

$\rho_T$  - питома вага палива, г/г.

Мінімальне значення  $K_{\kappa \min}$  визначається по кращим параметрам для даного класу автомобілів.

Запропонований також метод прогнозування потреби в запасних частинах для силових агрегатів побудований на основі режиму роботи автомобілів і пробігу з початку експлуатації та встановлюється за формулою:

$$N_{зч} = \frac{m_3 \cdot K_{вод} \cdot \sqrt{1 + \gamma \cdot \beta}}{100} \cdot \frac{0,7 V_{\max} \cdot K_{\kappa} \cdot L^n}{V_a \cdot K_{\kappa \min} \cdot L_{зам}^n}. \quad (3.68)$$

де  $\gamma, \beta$  – коефіцієнти використання відповідно вантажопідйомності й пробігу;

$K_{вод}$  – коефіцієнт, що враховує кваліфікацію водія;

$K_{\delta}$  – коефіцієнт, що характеризує умови експлуатації;

$L^n$  – пробіг автомобіля на запланований період експерименту.

Важливою перевагою розробленої методики є можливість індивідуального нормування витрати запасних частин по транспортній машині за допомогою обчислювальної техніки по фактичних енергетичних витратах.

Дослідженнями встановлено, що потреба в запасних частинах може бути еквівалентна кількості витраченого двигуном палива, що характеризує енерговитрати при виконанні транспортної роботи.

Потребу в запасних частинах певного найменування можна визначити з рівняння:

$$N_3 = \frac{0,01 \cdot H_l \cdot l_{cc} \cdot (1,045 - 0,003 \cdot t_e) \cdot n_3 \cdot D_{pn} \cdot \alpha_m \cdot K_K}{Q_c \cdot K_{K \min}}, \quad (3.69)$$

де  $H_l$  – лінійна норма витрати палива, л/100 км;

$l_{cc}$  – середньодобовий пробіг автомобіля, км;

$t_e$  – температура навколишнього повітря, °С;

$n_3$  – кількість деталей одного найменування, установлюваних на автомобілі;

$D_{pn}$  – дні роботи підприємства за рік, дні;

$\alpha_m$  – коефіцієнт технічної готовності;

$Q_c$  – сумарна витрата палива, еквівалентна ресурсу деталей (запасних частин), л.

Як зазначалось, важливим інструментом оптимізації потреби в запасних частинах є розрахунок оптимального розміру поставки запчастини конкретної назви, яка складає по групам ABC:

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{23_3 N_3}{r C_3}} \quad (3.70)$$

де  $3_3$  – витрати на розміщення і виконання замовлення, грн.;

$C_3$  – ціна деталі, грн;

$r$  – відсоткова ставка на зберігання деталі.

Також необхідною умовою обґрунтованої оцінки рівня використання запасних частин транспортними підприємствами й ухвалення рішення по оперативному обґрунтуванню потреби в межах СТО або АТП є оцінка інтенсивності використання номенклатури запасних частин транспортних машин.

Тут варто застосувати коефіцієнт інтенсивності використання номенклатури запасних частин, що визначається з урахуванням витрати палива на момент планування потреби в запасних частинах до силових агрегатів

$$K_{исп} = \frac{H_{лсс} B}{Q_{изр} \cdot (O_c + П_p)} \quad (3.71)$$

де  $B = \frac{0,01(1,045 - 0,03t_B)n_3 D_{pn} \alpha_T}{Q_c K_p}$  – постійна складова для заданих умов

експлуатації.

З рівняння (3.71) випливає, що робота системи поставок запасних частин буде ефективна, якщо  $K_{исп} > 1,0$ . Це можливо у випадку

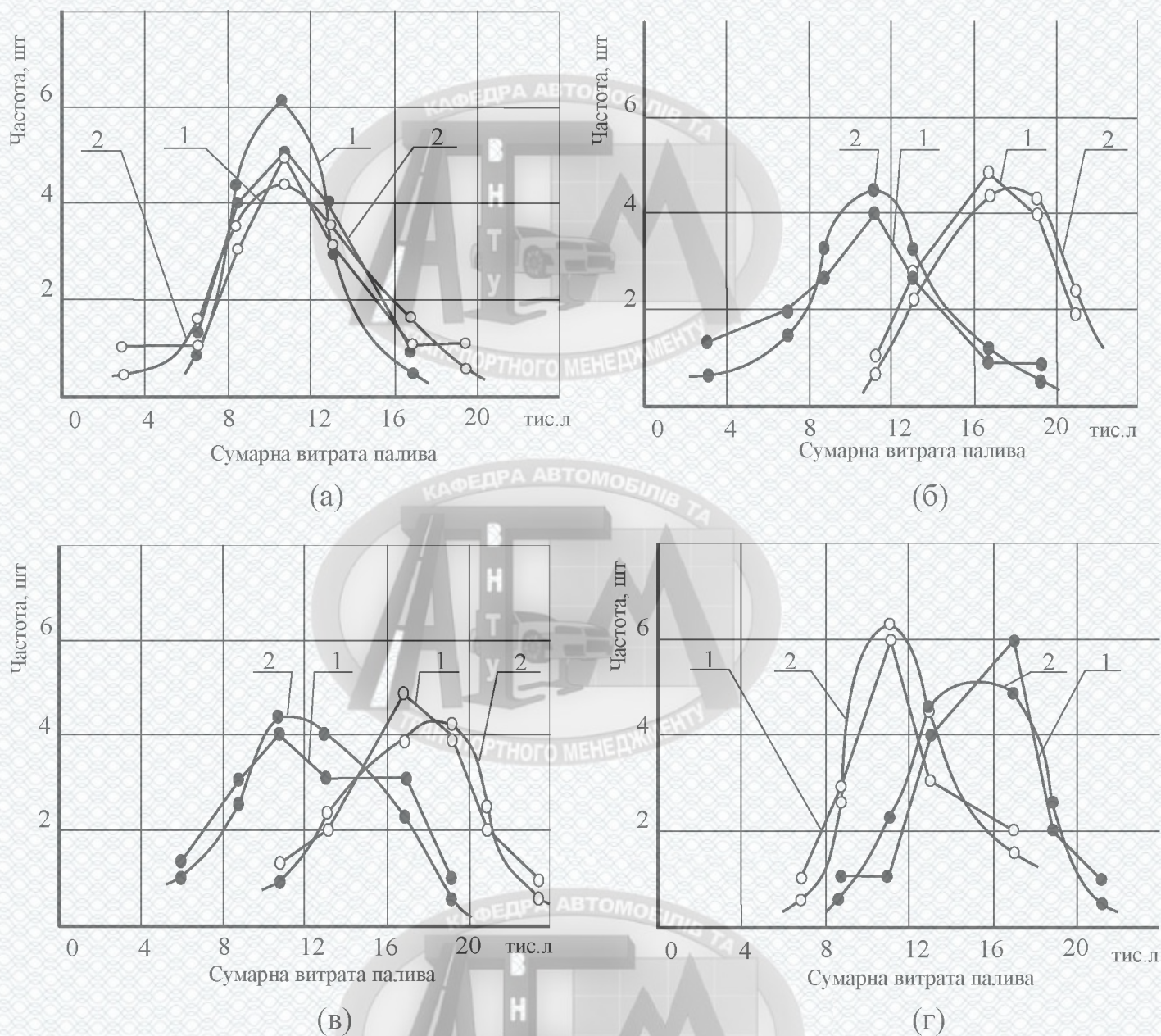
$$O_c = \frac{H_{лсс} B}{Q_{изр}} - П_p \geq 1,0 \quad (3.72)$$

На базі СТО «Бош Сервіс Автодром» виконувалося накопичення даних про відмови, знос і несправності, та іншої інформації за весь період спостережень підконтрольної партії автомобілів, які досліджуються.

За вимірювальними значеннями параметрів і часу прилад обробки інформації обчислював ряд параметрів, необхідних для оцінки зовнішніх умов роботи автомобіля.

В результаті експлуатаційних спостережень була отримана статистична інформація про потребу в запасних частинах (рис. 3.8).

Для оцінки близькості експериментального розподілу до теоретичного закону був застосований критерій згоди Пірсона -  $\chi^2$ , чисельне значення якого для групи автомобілів, що не були в капітальному ремонті, склало  $\chi^2 = 1,1$ , а для автомобілів, що пройшли капітальний ремонт,  $\chi^2 = 1,9$ .



а) групи А піввісей; б) групи В,С двигуна внутрішнього згоряння; в) групи А двигуна внутрішнього згоряння і коробки передач; г) групи В, С коробки передач; 1 – полігон розподілу, 2 – диференційна функція теоретичного закону розподілу.

Рисунок 3.8 – Одержаний розподіл запиту на запчастини



Як виявилось ймовірність збігу експериментальних та теоретичних даних, тобто ймовірність підпорядкування їх закону нормального розподілу при чисельному значенні  $\chi^2 = 1,1$  склала 61%, а для  $\chi^2 = 1,9$  - 93%. Можна стверджувати тепер, що експериментальні дані про попит на запасні частини групи С добре узгоджуються з теоретичним нормальним законом, обчислені параметри якого наведені в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Характеристика попиту на запасні частини групи С силових агрегатів автомобілів, які працюють у різних умовах експлуатації

Найменування силових агрегатів	Характеристика розподілу потреби в запасних частинах						
	Середнє значення $Q_{\text{сум}}$ тис.	Границі при $P_K = 0,9$		Середнє квадратичне відхилення, $\delta$ тис. л	Коефіцієнт варіації, $V$	Критерій згоди, $\chi^2$	Теоретичний закон розподілу
		Нижня $Q_{\text{сум}}^n$ тис.	Верхня $Q_{\text{сум}}^s$ тис.				
Циліндро-поршнева група	$\frac{108,0}{113,0}$	$\frac{98,26}{98,15}$	$\frac{117,72}{127,84}$	$\frac{23,0}{35,0}$	$\frac{0,21}{0,30}$	$\frac{1,1}{1,9}$	Нормальний
Кривошипно-шатунний механізм	$\frac{173,0}{111,0}$	$\frac{160,70}{95,72}$	$\frac{185,30}{126,27}$	$\frac{28,0}{36,0}$	$\frac{0,16}{0,32}$	$\frac{0,5}{1,0}$	—
Коробка передач	$\frac{176,0}{122,0}$	$\frac{161,58}{107,6}$	$\frac{190,42}{126,42}$	$\frac{34,0}{34,0}$	$\frac{0,19}{0,28}$	$\frac{0,6}{0,7}$	—
Напіввісь	$\frac{117,0}{152,0}$	$\frac{107,67}{139,3}$	$\frac{126,33}{164,7}$	$\frac{22,0}{30,0}$	$\frac{0,18}{0,20}$	$\frac{2,5}{1,7}$	—

Таким чином зовнішні умови роботи автомобілів такі, що експлуатаційні фактори  $Q$ ,  $V_a$ ,  $G_a$  постійно змінюються в деяких межах навіть при роботі автомобіля на постійному маршруті. Так, значення повної ваги, швидкості руху та витрати палива автомобілів відрізнялися відповідно на 10,8...15,4%, 15,1...20,7%, 12,8...14,2%, а потреба в запасних частинах групи А - на 10,8...18,8%.

Можна зробити висновки, що загальний аналіз результатів дослідження показує, що попит на запасні частини групи А залежить в основному від навантажено-швидкісного режиму та індивідуальних особливостей конкретного двигуна.

Практична діяльність в області прогнозування потреби на запасні частини по групам А, В, С для автомобілів має ряд особливостей, що впливають з того, що галузь людської діяльності не піддається точній алгоритмізації. Процес постановки прогнозу експертом у великій мірі ґрунтується на його досвіді та інтуїції, ніж на точному аналізі усіх фізичних і хімічних процесів, які протікають в силових агрегатах автомобіля

Також при евристичній оцінці потреби в запасних частинах груп А і В для силових агрегатів варто використати закономірності зношування сполучень від названих факторів. В зв'язку з цим безпосередня робота експерта над оцінкою потреби в запасних частинах для силових агрегатів здійснюється по кількості рухливого складу на підставі рівняння

$$N_{зч}^н = \frac{m_3 A_{сн}}{100} K_{вч}, \quad (3.73)$$

або по сумарній витраті палива з рівняння

$$N_{зч}^н = \frac{100 Q_{сум}^н K_{вч}}{H}, \quad (3.74)$$

де  $N_{зч}^н$  - нормативна потреба в запасних частинах груп А і В, силових агрегатів для заданих умов експлуатації;

$K_{вч}$  - коефіцієнт, що враховує зовнішні умови на майбутні періоди експлуатації.

Встановити чисельні значення коефіцієнта, який характеризує зовнішні умови експлуатації силового агрегату автомобіля, можна графічно або по такій залежності:

$$K_{ey} = 1,1V_{onm} / V_a - 0,1(1 + \gamma) \quad (3.75)$$

Де в чисельнику значення, отримані при роботі автомобілів у першій групі умов експлуатації, у знаменнику - у другій групі.

Менше значення оптимальної середньої технічної швидкості руху варто приймати для порожнього автомобіля, а проміжні й більш оптимальні значення відповідно для автомобіля з вантажем і з причепом.

Запропоновані евристичні методи прогнозування можуть використовуватися фахівцями автомобільного транспорту для планування й управління технічною службою автопідприємств, а також при виборі зовнішніх умов експлуатації з метою збільшення ресурсу силового агрегату.

Також пропонується на СТО створити сучасний сайт (рис. 3.7). Програмне забезпечення побудоване на основі систем керування базами даних, що виконує наступні функції: розподіл завдань на частини й надання їх клієнтам; прийом від клієнтів викликаного переліку запасних частин по марках автомобіля; перевірку оригінальності кожної деталі, агрегату, для виключення дублювання; відомості воедино викликаних запасних частин по групах і загальний розрахунок спожитої кількості запасних частин відповідно до номенклатури; ведення статистики по клієнтах, що зажадав запасні частини.

Зрозуміло, що визначення й оптимізація переліку запасних частин, вузлів, агрегатів по конкретній транспортній машині можуть бути ефективно вирішені індивідуальними методами по енергетичних витратах на транспортну роботу, що базується на інформаційних технологіях.

Це дозволяє реалізувати проекти по автоматизації складання замовлень по необхідних запасних частинах, збільшуючи швидкість обробки даних і точність постановки прогнозу потреби в запасних частинах на заданий період.



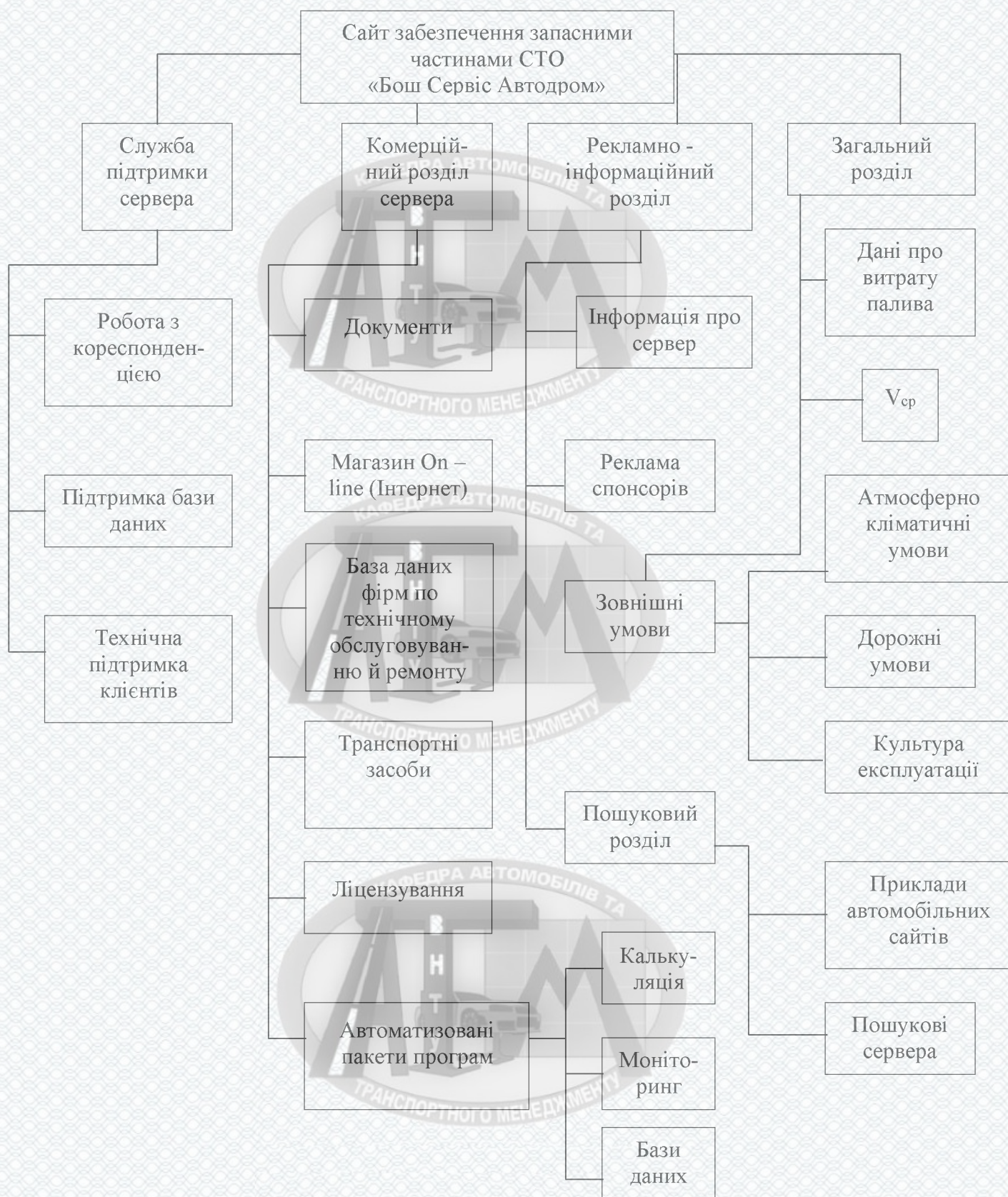


Рисунок 3.9 – Запропонована схема структури сайту забезпечення запасними частинами для «Бош Сервіс Автодром»

### 3.6 Визначення ефективності запропонованих рішень

Розглянемо ефективність запропонованих заходів прогнозування витрат запасних частин підприємствами автосервісу (табл. 3.9.). Як один із основних елементів системи управління запасами в роботі запропоновано використовувати саме поєднаний метод ABC-XYZ – аналізу запасів, що дозволяє істотно поліпшити якість планування, контролю і керування для системи постачання в цілому і для керування запасами зокрема.

Таблиця 3.9 – Порівняння показників роботи відділу запасних частин за вересень 2022 року

Показник	Позначення	До використання моделі, грн.	Після використання моделі, грн.
Об'єм продаж запасних частин	Q <sub>п</sub>	193 103,81	195 726,285
Об'єм замовлень	Q <sub>зам</sub>	140 447,72	142 126,762
Витрати на замовлення і зберігання	S	7553,946	7778,715

Обчислимо річний приріст доходу відділу запасних частин (3.76) автосервісного підприємства за підсумками 2022 року, який складає:

$$S_{\text{скл.}} = (Q_{\text{п2}} - Q_{\text{п1}}) + (Q_{\text{зам2}} - Q_{\text{зам1}}) + (S_2 - S_1) = 436836 \text{ грн.} \quad (3.76)$$

$$B = S_{\text{склад.}} \cdot 12 = 5242032 \text{ грн.}$$

Отже, запропонована модель кореляційного аналізу прогнозування запасних частин підприємствах автосервісу є ефективною.

Запропоновані основні інструменти реалізації математичного моделювання процесу прогнозування потреби у запасних частинах для підприємства автосервісу їх закупівлі. Для реалізації цього процесу було обрано три моделі, з

яких найбільш точною, за розрахунками, виявилася модель кореляційно-регресійного аналізу у зв'язку з врахуванням у прогнозі багатьох факторів.

Отримано результати прогнозування потреби у запасних частинах для їх закупівлі. Методика розрахунків потреби у запасних частинах є важливим науковим інструментом процесу планування та управління запасами на підприємствах автосервісу.

### 3.7 Висновки до розділу 3

В розділі запропоновані принципи вибору математичних моделей для прогнозування потреб підприємств автосервісу в запасних частинах, на підставі яких визначено галузі найбільш ефективного використання математичних моделей. При прогнозуванні потреби у запасних частинах з використанням даних про фактори, що впливають на витрату запасних частин, виявлено, що доцільно використовувати регресійні моделі прогнозування, методи керування складськими запасами, методи визначення оптимальної кількості запасних частин: дослідницький метод, експериментальний метод, метод нормативного прогнозування. Розподіл запасних частин може здійснюватися в такий спосіб: визначається кількість найменувань запасних частин для збереження на складі й обсяг їх реалізації (за даними СТО); складається перелік запасних частин по сумарній їх вартості (шляхом множення цін запасних частин одного найменування на їх кількість); будується графік розподілу запасних частин по методу ABC. Отримані дані свідчать про те, що в групі А створюються короткострокові запаси, що зберігаються на складі АСП; запаси групи В складають велику величину і зберігаються головним чином на розподільних базах; на деталі групи С створюються довгострокові запаси, що зберігаються звичайно на великих постачальницьких підприємствах. Також пропонується на СТО створити сучасний сайт та програмне забезпечення, яке побудоване на основі систем керування базами даних, що виконує наступні функції: розподіл завдань на запасні частини й надання їх клієнтам; прийом від клієнтів переліку запасних частин по марках автомобіля; перевірку оригінальності кожної деталі.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Виробнича безпека, яку розглядає охорона праці, має велике значення для працюючих тому, що якраз вона контролює фізичний стан трудівника, що не може не відобразитись на його житті, здоров'ї та результативності праці в тому числі і в галузі транспорту.

Незадовільний рівень охорони праці може стати причиною соціально-економічних проблем працівників і їх родин. Саме тому соціально-економічна важливість охорони праці полягає у: зростанні продуктивності праці, зростанні валового внутрішнього продукту, зменшенні витрат на оплату лікарняних та виплат компенсацій за важкі умови праці тощо.

У цьому розділі проводиться аналіз небезпечних, шкідливих [1] та уражаючих для працівника і оточуючого довкілля факторів, які виникають під час проведення покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» місто Вінниця шляхом підвищення ефективності постачання запасних частин. Тут висвітлюються, в тому числі, технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення з промислової безпеки при проведенні покращення керування, безпека в надзвичайних ситуаціях.

Під час покращення керування вказаного процесу на працівників діють ті або інші небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп відповідно до [1].

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

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці.

#### 4.1 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

##### 4.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони.

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря, а також інтенсивності теплового випромінювання. Коли за технологічними вимогами, технічними і економічними причинами оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини параметрів мікроклімату.

Вибираємо для приміщення для проведення покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» місто Вінниця шляхом підвищення ефективності постачання запасних частин, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Ia. Відповідно до [2] допустимі показники температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні для теплового та холодного періодів року приведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Допустимі показники мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Ia	21-25	18-26	75	≤0,1
Теплий		22-28	20-30	55 при 28°С	0,1-0,2

При опроміненні менше 25% поверхні тіла людини, допустима інтенсивність теплового опромінення – 100 Вт/м<sup>2</sup>.

Повітря робочої зони не повинно містити шкідливих речовин з концентраціями вище гранично допустимих концентрацій (ГДК) у повітрі робочої зони і підпадає під систематичний контроль для запобігання можливості перевищення ГДК, значення яких для роботи з ЕОМ наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин [4]

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

При роботі з ЕОМ джерелом забруднення повітря є також іонізація молекул речовин, що знаходяться у повітрі. Рівні додатних та від'ємних іонів мають відповідати [4] та приведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Число іонів у 1 см<sup>3</sup> повітря приміщення під час роботи на ЕОМ

Рівні	Мінімально необхідні	Оптимальні	Максимально допустимі
додатній	400	1500-3000	50000
від'ємний	600	3000-5000	50000

З метою забезпечення необхідних за нормативами показників мікроклімату та складу повітря робочої зони передбачено такі заходи:

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

#### 4.1.2 Виробниче освітлення.

З метою створення раціональних гігієнічних умов на робочих місцях значні вимоги пред'являються до якісних та кількісних показників освітлення.

З точки зору задач зорової роботи в приміщенні, в якому проводиться робота з покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» місто Вінниця шляхом підвищення ефективності постачання запасних частин, згідно [3] знаходимо, що вони відповідають IV розряду зорових робіт. Вибираємо контраст об'єкта з фоном – великий та характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд  $z$ .

Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) і мінімальні значення освітленості при штучному освітленні наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Нормативні значення КПО і мінімальні освітленості при штучному освітленні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість для штучного освітлення, лк			КПО для бокового освітлення, %	
						комбіноване		загальне	Природного	Суміщеного
						всього	у т. ч. від загального			
Середньої точності	0,5-1	IV	г	великий	середній	300	150	150	1,5	0,9

Оскільки приміщення знаходиться у м. Вінниця (2-га група забезпеченості природним світлом), а вікна розташовані за азимутом  $45^\circ$ , то для таких обставин КПО визначатиметься за виразом [3, 4]

$$e_N = e_H m_N [\%], \quad (4.1)$$

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

$m_N$  – коефіцієнт світлового клімату;

$N$  – номер групи забезпеченості природним світлом.

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

$$e_{N\delta} = 1,5 \cdot 0,9 = 1,4 (\%);$$

$$e_{N\epsilon} = 0,9 \cdot 0,9 = 0,8 (\%).$$

Для встановлення нормованих значень показників освітлення запропоновано:

1) при недостатньому природному освітленні в світлу пору доби доповнення штучним за допомогою люмінесцентних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення;

2) застосування штучного освітлення в темну пору доби.

#### 4.1.3 Виробничі віброакустичні коливання.

Зважаючи на те, що при використанні пристроїв крім усього іншого обладнання використовується устаткування, робота якого генерує шум та вібрацію, необхідно передбачити захист від шуму та вібрації.

Встановлено, що приміщення, в якому відбувається робота з покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» місто Вінниця шляхом підвищення ефективності постачання запасних частин може містити робочі місця із шумом та вібрацією, що спричиняється двигунами внутрішнього згорання.

Для попередження травмування працівників під дією шуму він підлягає нормуванню. Головним нормативом з питань промислового шуму, діючим на території нашої країни, є [5], згідно з яким нормовані рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях у виробничих приміщеннях не мають перевищувати значень, які наведено в таблиці 4.5. Норми виробничих вібрацій наведено в таблиці 5.6 для локальної вібрації.



Таблиця 4.5 – Нормовані рівні шуму і еквівалентні рівні звуку

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

Таблиця 4.6 – Допустимі рівні віброприскорення [6]

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

З метою встановлення нормованих параметрів шуму та вібрації у приміщенні запропоновано:

- 1) оздоблення стін спеціальними перфорованими плитами, панелями з метою шумопоглинання;
- 2) контроль рівня шуму та вібрації не менше 1 разу на рік.

#### 4.1.4 Виробничі випромінювання.

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

Експозиційна доза рентгенівського випромінювання на відстані 0,05 м від екрана до корпусу монітора при будь-яких положеннях регулювальних пристроїв не повинні перевищувати  $7,74 \cdot 10^{-12}$  Кл/кг, що відповідає потужності еквівалентної дози 0,1 мБер/год (100 мкР/год) у відповідності до [7].

Для забезпечення захисту та досягнення нормативних рівнів випромінювань необхідно використовувати екранування робочого місця і скорочення часу опромінення за рахунок перерв на відпочинок.

## 4.2 Технічні рішення з безпеки при проведенні покращення керування

### 4.2.1 Безпека щодо організації робочих місць.

Розташування робочих місць, забезпечених ЕОМ здійснюється в приміщеннях з одnobічним розташуванням вікон, що обов'язково повинні бути оснащені сонцезахисним пристроями: шторами та жалюзіями [8].

У випадку розміщення робочих місць у приміщеннях з джерелами небезпечних та шкідливих виробничих чинників, вони повинні розміщатись в абсолютно ізольованих кабінетах з природним освітленням та організованою вентиляцією. Площа одного робочого місця має складати не менше  $6,0 \text{ м}^2$ , об'єм – не менше як  $20 \text{ м}^3$ , а висота – не менше  $3,2 \text{ м}$  [9].

Оснащені відеодисплейним терміналом робочі місця зобов'язані розміщатися на відстані не менше як  $1,5 \text{ м}$  від стіни з віконними прорізами, від інших стін – на віддалі  $1 \text{ м}$ , між собою на віддалі не менше ніж  $1,5 \text{ м}$ . При розміщенні робочих місць потрібно виключити можливість прямого засвічування екрану джерелом природного освітлення. Робоче місце раціонально розташовувати таким чином, щоб природне світло падало на нього збоку, бажано зліва.

Поверхня екрана повинна знаходитись на віддалі  $0,4\text{-}0,7 \text{ м}$  від очей користувача. Висота робочої поверхні столу під час виконання роботи сидячи повинна налаштовуватись у діапазоні  $0,68\text{-}0,8 \text{ м}$ . Робочий стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше  $0,6 \text{ м}$ , шириною не менше ніж  $0,5 \text{ м}$ , глибиною на рівні колін не менше  $0,45 \text{ м}$  та на рівні витягнутої ноги не менше як  $0,65 \text{ м}$ .

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



#### 4.2.2 Електробезпека.

Основними причинами ураження електричним струмом в цьому приміщенні можуть бути: робота під напругою при ремонтних роботах, несправність електрообладнання, випадковий дотик до струмоведучих частин чи металевих частин, що опинилися під напругою. У відповідності до [10] дане приміщення належить до приміщень із підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність значної (більше 75 %) вологості. Через це безпека експлуатації електрообладнання повинна гарантуватись рядом заходів, що включають використання ізоляції струмовідних елементів, захисного заземлення, захисних блокувань та ін [11].

#### 4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Відповідно до [12] приміщення, в якому проводиться робота з покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» місто Вінниця шляхом підвищення ефективності постачання запасних частин, відноситься до категорії пожежної небезпеки А, що характеризується наявністю легкозаймистих рідин з температурою спалаху не більше 28 °С, які використовуються при проведенні покращення керування. Дане приміщення відноситься до 1-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості конструкцій розглядуваного приміщення наведені в таблиці 4.7.



Таблиця 4.7 – Мінімальні межі вогнестійкості приміщення [17]

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни						Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки	Колони	Східчасті майданчики		Плити, прогони	Балки, ферми
1	REI 150 M0	REI 75 M0	E 30 M0	EI 30 M0	R 150 M0	R 60 M0	REI 60 M0	RE 30 M0	R 30 M0

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізолювальної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см.

В таблиці 4.8 приведено протипожежні норми проектування будівель і споруд. Для попередження поширенню пожежі з одної споруди на іншу між ними влаштовують протипожежні розриви, що залежать від ступеня вогнестійкості будівлі.

Таблиця 4.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд [18]

Об'єм приміщення, тис. м <sup>3</sup>	Категорія пожежної безпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, для щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м <sup>2</sup>			Кількість людей на 1 м ширини евакуиходу	Відстань між будівлями та спорудами, м, для ступеня їх вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Площа поверху в межах пожежного відсіку, м <sup>2</sup> , для кількості поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I, II	III	IV, V		1	2	3 і більше
до 15	A	1	40	25	15	45	9	9	12	6	не обмежується		

Вибір видів та кількості первинних засобів пожегасіння виконується з врахуванням властивостей фізико-хімічних та пожежонебезпечних горючих

речовин, їхньої взаємодії з вогнегасними речовинами, а також розмірів і площ виробничих приміщень, установок і відкритих майданчиків.

Встановлюємо, що приміщення, де проводиться робота з покращення керування, має бути оснащено двома вогнегасниками, пожежним щитом, а також ємністю з піском [18].

#### 4.4 Висновки до розділу 4

Під час виконання цього розділу було опрацьовано такі питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення з безпеки при проведенні покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» місто Вінниця шляхом підвищення ефективності постачання запасних частин, безпека в надзвичайних ситуаціях.



## ВИСНОВКИ

1. В результаті використання логістичних підходів до процесу управління запасами СТО «Бош Сервіс Автодром» дозволить спростити систему постачання, знизити витрати на просування матеріальних, фінансових та інформаційних потоків і прискорити оборотність запасних частин.

2. Розглянуто методичні принципи вибору математичних моделей для прогнозування потреб підприємств автосервісу в запасних частинах, на підставі яких визначено галузі найбільш ефективного використання математичних моделей. При прогнозуванні потреби у запасних частинах з використанням даних про фактори, що впливають на витрату запасних частин, виявлено, що доцільно використовувати також регресійні моделі прогнозування.

3. Як один із основних елементів системи управління запасами в роботі запропоновано використовувати саме поєднаний метод ABC-XYZ – аналізу запасів, що дозволяє істотно поліпшити якість планування, контролю і керування для системи постачання в цілому і для керування запасами зокрема.

4. Розподіл запасних частин СТО «Бош Сервіс Автодром» може здійснюватися в такий спосіб: визначається кількість найменувань запасних частин для збереження на складі й обсяг їх реалізації (за даними з СТО); складається перелік запасних частин за сумарною їх вартістю (шляхом множення цін запасних частин одного найменування на їх кількість); будується графік розподілу запасних частин по методу ABC. Отримані дані свідчать про те, що в групі А створюються короткострокові запаси, що зберігаються на складі; запаси групи В складають велику величину і зберігаються головним чином на розподільних базах; на деталі групи С створюються довгострокові запаси, що зберігаються звичайно на великих постачальницьких підприємствах. Тому в результаті можна стверджувати, що експериментальні дані про попит на запасні частини групи С добре узгоджуються з теоретичним нормальним законом.

5. Останній розділ роботи присвячено питанням охорони праці, а саме були проаналізовані умови праці, запропоновані організаційно-технічні рішення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Біліченко В.В. Моделювання технологічних процесів підприємств автомобільного транспорту : Навчальний посібник / В.В. Біліченко, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 162 с.
2. Кужель В.П. Розвиток мультибрендового технічного сервісу на території України у післявоєнний період / Кужель В.П., Зелінський Б.В., Матусевич М.В., Костюк О.О. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2023. Explore» 26–27 жовтня 2023 р.: Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2023. – С. 195 – 197.
3. Біліченко В.В. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт / Уклад. В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 65 с.
4. Редзюк А.М. Вдосконалення управління автомобільним транспортом // Автошляховик України / Редзюк А.М. – К., 2005. - №2.- С.3-8.
5. Воркут А.І. Комплексні транспортні проблеми як поле діяльності відділення «Автомобільний транспорт та інтегровані системи» // / Воркут А.І. Вісник НТУ та Транспортної Академії України.- К., 2002.- Вип. 6. – С. 53-58.
6. Рудзінська О.В. До аналізу застосування статичних методів при визначенні якості послуг в автотранспортній галузі / Рудзінська О.В. // Автошляховик України. – К., 2003.- №5. - С.10-11.
7. Марков О.Д. Шляхи вирішення основних проблем автосервісу в Україні / Марков О.Д., Дубовой В.В. // Автошляховик України. – К., 2005.- №1.- С.19-21.
7. 8. Технологічне проектування підприємств автосервісу: Навчальний посібник / За ред. І. П. Курнжова - К.: Видавництво «Іван Федоров», 2003. – 262с.
8. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
9. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
10. Бондаренко Є. А. Освітлення виробничих приміщень : довідник / Є. А. Бондаренко, В. О. Дрончак. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 61 с.

11. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
12. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.
13. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97), МОЗ України. – К., 1997.
14. Березюк О. В. Охорона праці. Підсумкова державна атестація спеціалістів, магістрів в галузях електроніки, радіотехніки, радіоелектронних апаратів та зв'язку : навчальний посібник / О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 104 с.
15. Правила улаштування електроустановок. 2-е вид., перероб. і доп. – Х: "Форт", 2009. – 736 с.
16. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.
17. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
18. НАПБ Б.03.001-2004. Типові норми належності вогнегасників.
19. Марков О. Д. Обслуговування клієнтів автосервісу : навчальний посібник / О. Д. Марков, Н. В. Веретельникова. – К. : Видавництво Каравела, 2015. – 263 с.
20. Показники довговічності та збережності [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://posibnyku.vntu.edu.ua/v\\_p/15.htm](http://posibnyku.vntu.edu.ua/v_p/15.htm) (дата звернення 15.11.2023). – Назва з екрана.
21. Інтернет магазин для роздрібних клієнтів [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://intercars.com.ua/> (дата звернення 12.11.2023). – Назва з екрана
22. Забезпечення запасними частинами [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.baumueller-services.com/ua/exchange/spare-parts-service> (дата звернення 16.11.2023). – Назва з екрана.







**ДОДАТКИ**



Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту

Кафедра АТМ

**Покращення керування складськими запасами в умовах станції  
технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром»  
місто Вінниця шляхом підвищення ефективності  
постачання запасних частин**

Ілюстративна частина до магістерської кваліфікаційної роботи  
зі спеціальності 274 – Автомобільний транспорт

Виконав: здобувач 2-го курсу,  
групи ІАТ-22м Білозелінський Б.В.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

Кужель В.П.

Вінниця - 2023

**Актуальність теми.** Використання сучасних логістичних підходів до процесу управління запасами на підприємствах автомобільного транспорту дозволить спростити систему постачання, знизити витрати на просування матеріальних, фінансових та інформаційних потоків і прискорити оборотність складських запасів.

Отже діючі на сьогоднішній день рекомендації щодо планування потреби в запасних частинах використовують лише нормативний метод розрахунку. Тому підвищення точності й обґрунтування розрахунків потреби в запасних частинах мають особливе значення, оскільки обумовлюють необхідність удосконалення методів прогнозування, нормування витрати запасних частин, планування запасів.

**Мета роботи:** підвищення ефективності роботи відділу запасних частин станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» шляхом розробки підходів до удосконалення системи підбору, постачання і зберігання запасних частин.

**Об'єкт дослідження:** процес керування складськими запасами.

**Предмет дослідження:** розробка підходів до удосконалення системи забезпечення станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» матеріально-технічними ресурсами.

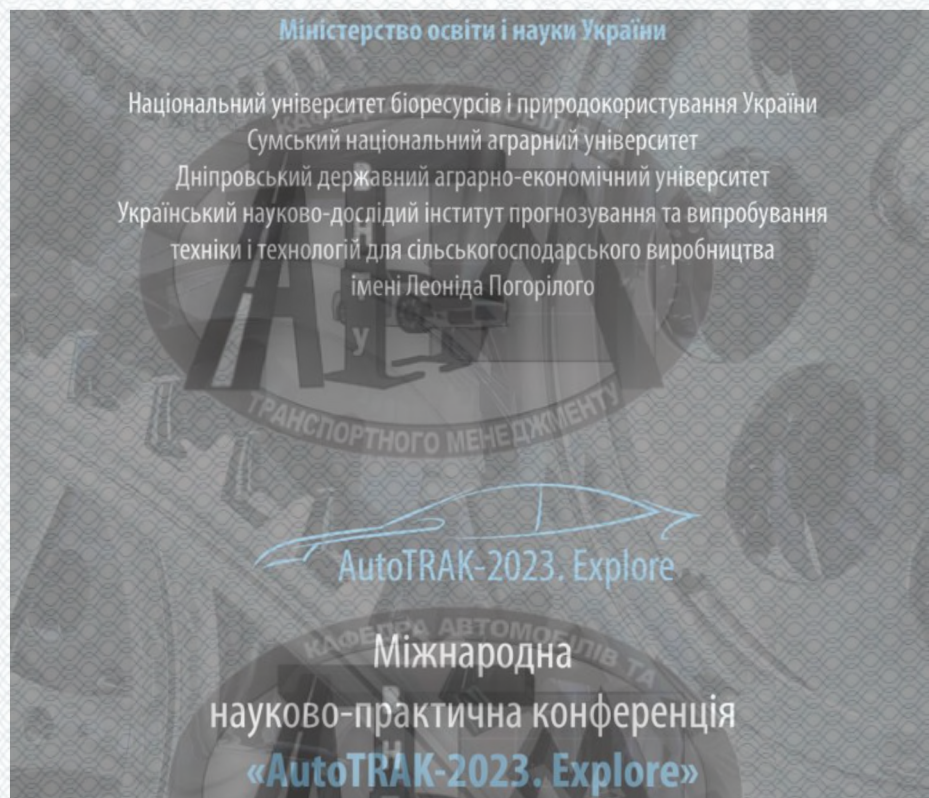
### **В роботі поставлені наступні завдання:**

- провести науково-технічне обґрунтування необхідності постачання та керування складськими запасами на станції технічного обслуговування «Бош Сервіс Автодром»;
- дослідити системи і моделі керування запасами, принципи впровадження планування складських запасів;
- обґрунтувати шляхи забезпечення оптимальної кількості запасних частин в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром»;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

### **Новизна одержаних результатів:**

дістали подальшого розвитку методи прогнозування потреби в матеріально-технічних ресурсах, визначення оптимальної кількості складських запасів, методи досліджень, які ґрунтуються на теоретичних та прикладних аспектах логістики запасів з метою виявлення зв'язку між потребою в запасних частинах на станції технічного обслуговування та технічним станом автомобілів, які обслуговуються.

**Апробація результатів роботи.** Проміжні результати досліджень доповідалися й обговорювалися на міжнародній науково-практичній конференції «AutoTRAK-2023. Explore» 26–27 жовтня 2023 р., м. Київ (Національний університет біоресурсів і природокористування України, Механіко-технологічний факультет, кафедра тракторів, автомобілів та біоенергоресурсів).



**Публікації.** Кужель В.П. Розвиток мультибрендового технічного сервісу на території України у післявоєнний період / Кужель В.П., Зелінський Б.В., Матусевич М.В., Костюк О.О. // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «AutoTRAK-2023. Explore» 26–27 жовтня 2023 р.: Київ: Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2023. – С. 195 – 197.

## Територія та приміщення СТО

СТО «Бош Автосервіс Автодром» м. Вінниця працює з 1996 року, має 8 постів для виконання технічних впливів на автомобілів. Серед АТЗ, які обслуговують на СТО, найчастіше зустрічаються наступні марки автомобілів: Volkswagen, Nissan, Honda, Skoda, Toyota, Lexus, Mercedes і інші.



Загальний вигляд корпусу з майданчиком  
для стоянки автомобілів

Приміщення для клієнтів  
та спеціалістів СТО

У 2023 році СТО проходить реконструкцію, добудовується приміщення для адміністрації СТО, майстрів приймальників, спеціалістів відділу запасних частин і керування запасами, сучасної зони обслуговування і очікування клієнтів.

Для покращення ефективності роботи станції технічного обслуговування автомобілів СТО «Бош Автосервіс Автодром» пропонується оптимізація кількості складських запасів.

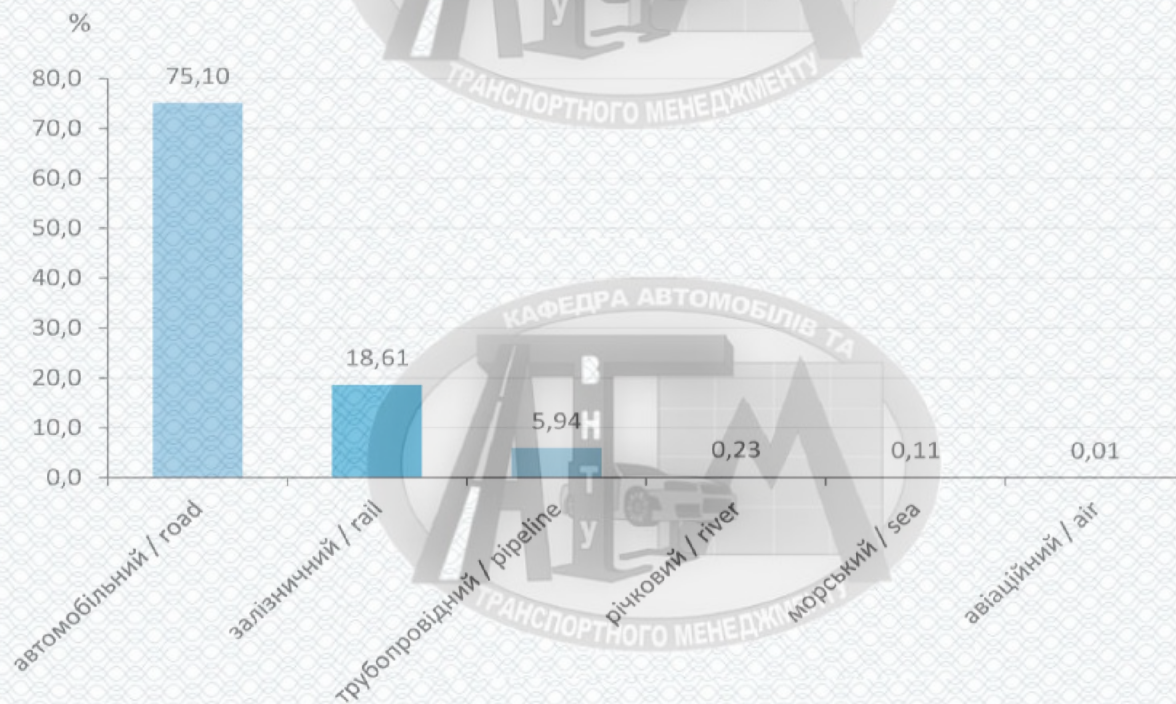


Основне виробниче приміщення СТО

## Обсяги перевезень в Україні (млн. т.)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	Млн.т / Mln.t					
<b>Транспорт</b>	<b>1543</b>	<b>1582</b>	<b>1643</b>	<b>1579</b>	<b>1641</b>	...
залізничний <sup>1</sup>	343	339	322	313	306	314
автомобільний – усього <sup>2</sup>	1086	1122	1206	1147	1232	...
у тому числі						
автопідприємства	123	126	134	190	152	180
водний	7	6	6	6	6	5
морський	3	2	2	2	2	2
річковий	4	4	4	4	4	3
авіаційний <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
трубопровідний	107	115	109	113	97	78

### Питома вага окремих видів транспорту в здійсненні перевезень





## Запропоновані залежності для визначення середнього рівня запасів на СТО

Система керування запасами	Система контролю запасів	Точка замовлення	Середній рівень запасів
З фіксованим розміром замовлення	Безперервна (щоденна)	$Y_3 = z_\delta \cdot T + z_C$	$z_{cp} = \frac{Q}{2} + z_C$
З фіксованою періодичністю замовлення	Періодична (раз у тиждень або на місяць)	$Y_3 = z_\delta \cdot (T + П_K) + z_C$	$z_{cp} = z_\delta \cdot \frac{П_K}{2} + z_C$
З двома рівнями керування	Змішана	$Y_3 = z_\delta \cdot (T + \frac{П_K}{2}) + z_C$	$z_{cp} = \frac{Q}{2} + П_K \cdot \frac{z_\delta}{2} + z_C$

$z_C$  – величина страхового запасу (резервний запас);

$Q$  – розмір замовлення;

$П_K$  – періодичність контролю в днях.

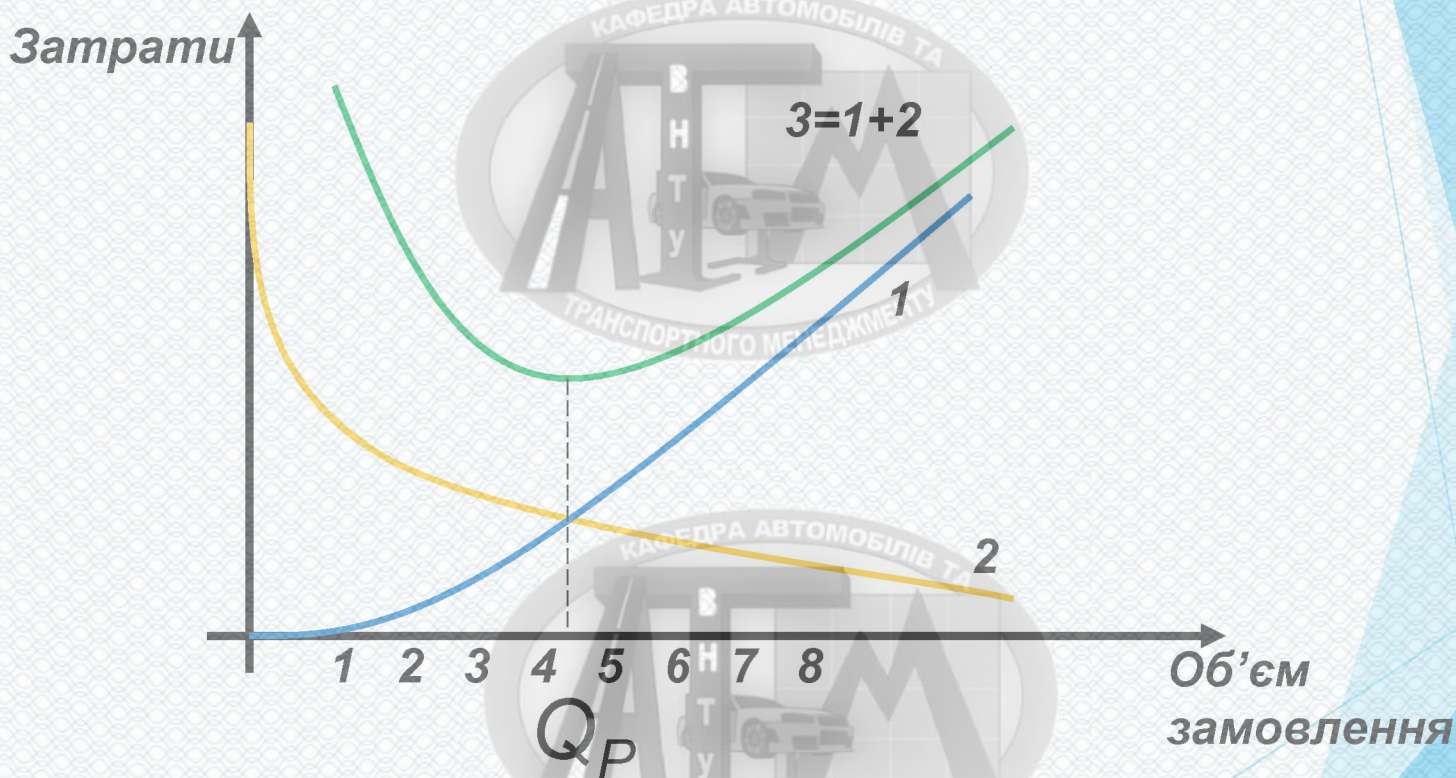
$Y$  - рівень запасів

$z$  - середньоденний запас

$T$  – середня тривалість функціонального циклу

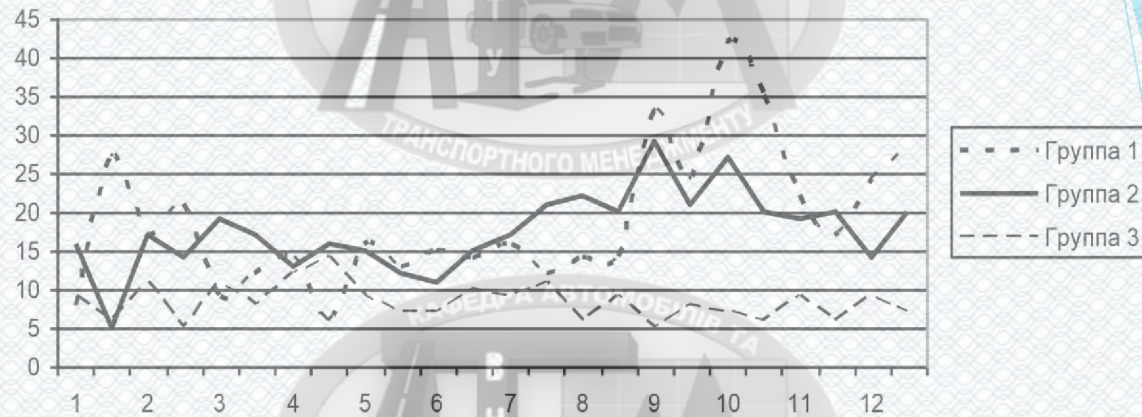
## Визначення рентабельного обсягу замовлення запасних частин

Відомий спосіб визначення величини замовлення зводиться до того, що оптимальний обсяг замовлення визначається з урахуванням мінімізації сумарних річних витрат на розміщення замовлень і кількості запасів при даній величині продажів



- 1 – витрати на складування  $Z_{ск}$ ;
- 2 – витрати на одержання замовлення  $Z_{нз}$ ;  $3 = Z_{нз} + Z_{ск}$ ;
- 3 –  $Q_p$  – рентабельний обсяг замовлення

## Статистичні дані витрат запасних частин на автосервісі



## Вихідні дані для проведення кореляційного аналізу

Y	X1	X2	X3	X4	X5
17	55	85	4	-10	32
24	65	105	4,5	-9	43
16	52	81	5	4	35
14	50	92	4,5	4	52
21	60	98	5,5	12	40
12	48	85	5	16	51
11	50	96	3,5	18	38
13	42	82	3,5	16	36
21	61	95	5	10	45
29	69	102	6	4	64
26	60	97	4,5	-2	38
23	64	101	5	-8	62

Признак	Опис признаку
Y	Y - Витрата запасних частин, шт.;
X1	X1 - середній пробіг автомобіля, тис. км;
X2	X2 – кількість заїздів на СТО, прим.;
X3	X3 - середній вік автомобілів, рік;
X4	X4 - сезонність експлуатації (середньорічна температура), С°;
X5	X5 - залишок на складі, шт.;

## Розподіл запасних частин за функціональним призначенням та групи методів розрахунку кількості запасних частин

### Розподіл запасних частин за функціональним призначенням :

- перша група – запасні частини для проведення робіт з ТО автомобілів;
- друга група – запасні частини для проведення робіт з поточного ремонту (ПР) вузлів і механізмів, що забезпечують безпеку руху й охорону навколишнього середовища;
- третя група – запасні частини частого попиту, необхідні для проведення робіт із ПР автомобілів, крім номенклатури, що входить у другу групу.

### Основні методи розрахунку кількості запчастин можна розділити на чотири групи:

1. За фактичним ринковим попитом
2. Змішані
3. Методи вірогідного визначення потреби в запасних частинах
4. За номенклатурними нормами

$$N = \frac{(L_{ам} - L_{нов}) \cdot 100n}{t_{ам} \cdot R_{3,ч}} + 100 X_{\alpha} \cdot \frac{\delta \sqrt{L_{ам}}}{t_{ам} \sqrt{R_{3,ч}^3}}$$

$$N = \frac{(L_{ам} - L_{нов}) \cdot 100n}{L_{рем} \cdot t_{ам}}$$

де  $L_{ам}$  – пробіг автомобіля за амортизаційний період, тис. км;

$L_{нов}$  – термін служби нової деталі, вузла автомобіля до першої заміни, тис. км;

$n$  – кількість деталей, вузлів одного найменування на автомобілях;

$t_{ам}$  – термін служби автомобіля по нормах амортизаційних відрахувань, рік;

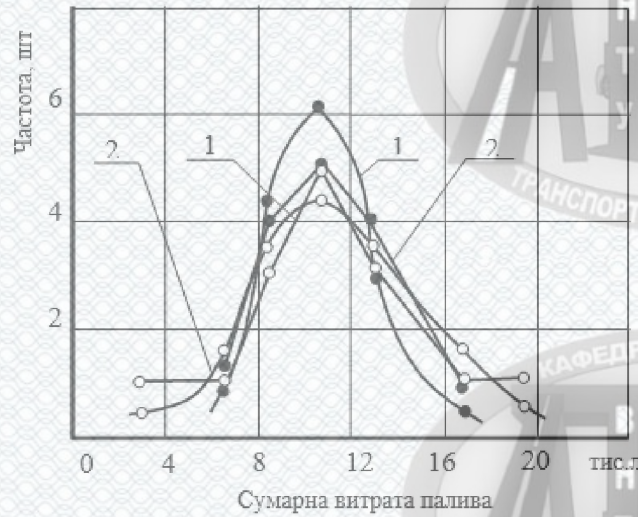
$R_{3,ч}$  – середній термін служби запасних частин між замінами, тис. км;

$X_{\alpha}$  – квантіль нормального розподілу ресурсів початкового елемента;

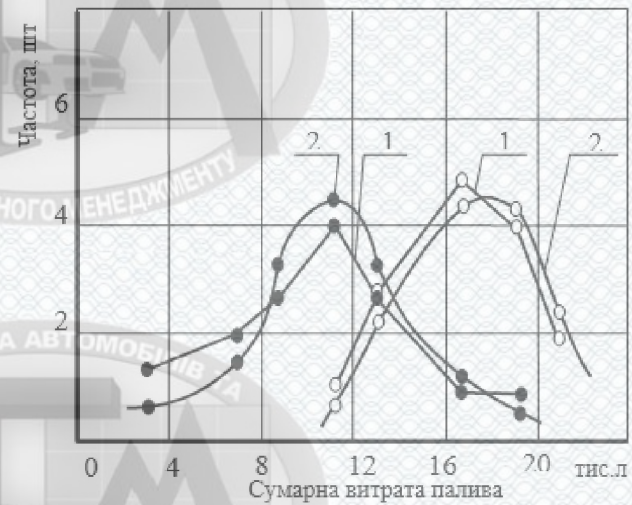
$\delta$  – середнє квадратичне відхилення ресурсу деталі, тис. км.

де  $L_{рем}$  – середній термін служби деталей між замінами, тис. км.

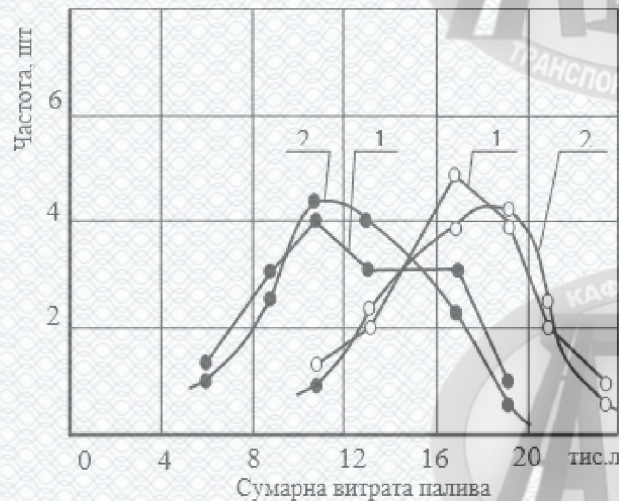
## Одержаний розподіл запиту на запасні частини



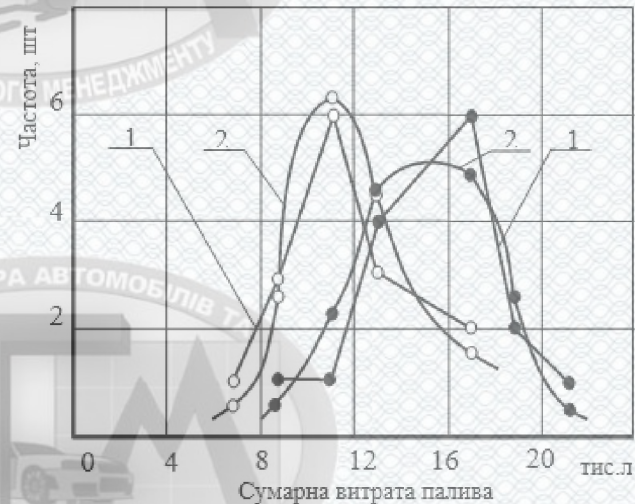
(а)



(б)



(в)



(г)

а) групи А піввісей; б) групи В,С двигуна внутрішнього згорання; в) групи А двигуна внутрішнього згорання і коробки передач; г) групи В, С коробки передач; 1 –полігон розподілу, 2 –диференційна функція теоретичного закону розподілу.

## Результати статистичної обробки одержаних даних

Розряди (число замін деталей), $X_i$	Дослідні частоти попадання в розряди, $m_s^*$	Дослідні частоти попадання в розряди, $P_s^*$	Теоретичні вірогідності, $P_i$		Теоретичні частоти, $m_i$
			Розрахункове рівняння	Фактичне значення	
0	88	0,326	$e^{-\lambda t}$	0,3320	87
1	102	0,378	$(\lambda \cdot L) \cdot e^{-\lambda t}$	0,3640	98
2	52	0,193	$\frac{(\lambda \cdot L)^2}{2!} \cdot e^{-\lambda t}$	0,2050	56
3	18	0,067	$\frac{(\lambda \cdot L)^3}{3!} \cdot e^{-\lambda t}$	0,0770	21
4	7	0,026	$\frac{(\lambda \cdot L)^4}{4!} \cdot e^{-\lambda t}$	0,0216	6
5	1	0,004	$\frac{(\lambda \cdot L)^5}{5!} \cdot e^{-\lambda t}$	0,0048	1,3
6	2	0,007	$\frac{(\lambda \cdot L)^6}{6!} \cdot e^{-\lambda t}$	0,0009	0,3
	$\sum m_i^* = 270$	$\sum P_i^* = 1,0$		$\sum P_i =$ 0,9963	$\sum m_i =$ 296,6

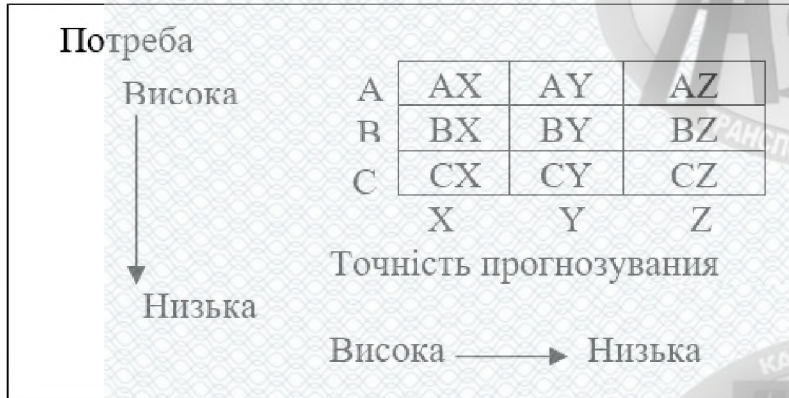
# Запропонований алгоритм розподілу запасних частин та комбінація методів ABC та XYZ – аналізу

По А, В, С - аналізу всі деталі, що утворюють запасні частини поділяються на три групи: А – нечисленні, але найбільш потрібні запасні частини, на які припадає більшість вкладень (75-80%).

В – запасні частини, які є другорядними та затребувані меншою мірою, ніж запчастини групи А. Зазвичай на придбання деталей групи В витрачається до 20%. С – складають значну частину номенклатури всіх використовуваних запасних частин, але ці деталі недорогі, і них припадає менша частина вкладень у запаси (5%).

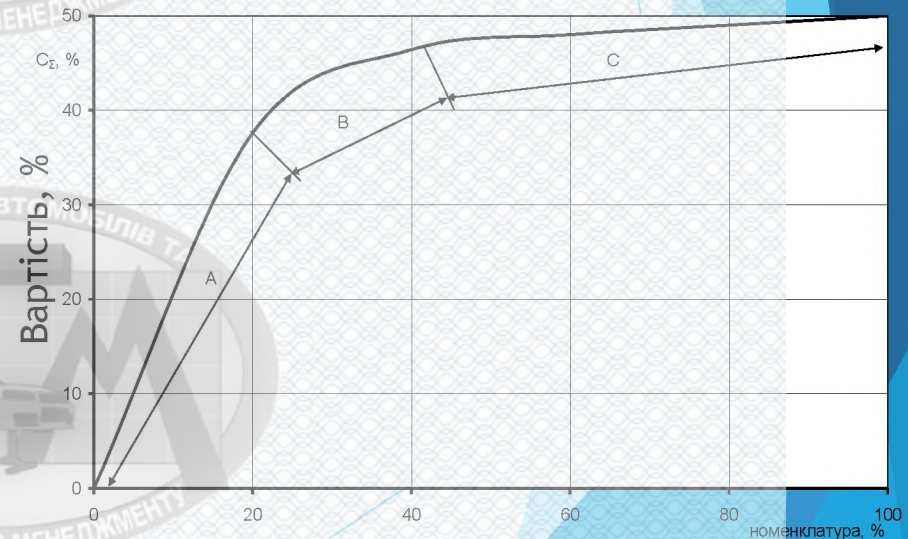
Класифікація запасних частин за групами

Група	Запасні частини	
	Кількість найменувань, %	Обсяг реалізації, %
А	15	70
В	20	20
С	65	10



Встановлення основних шляхів розподілу з розміщенням деталей аналізованих класів (наприклад, рівень автоматизації)

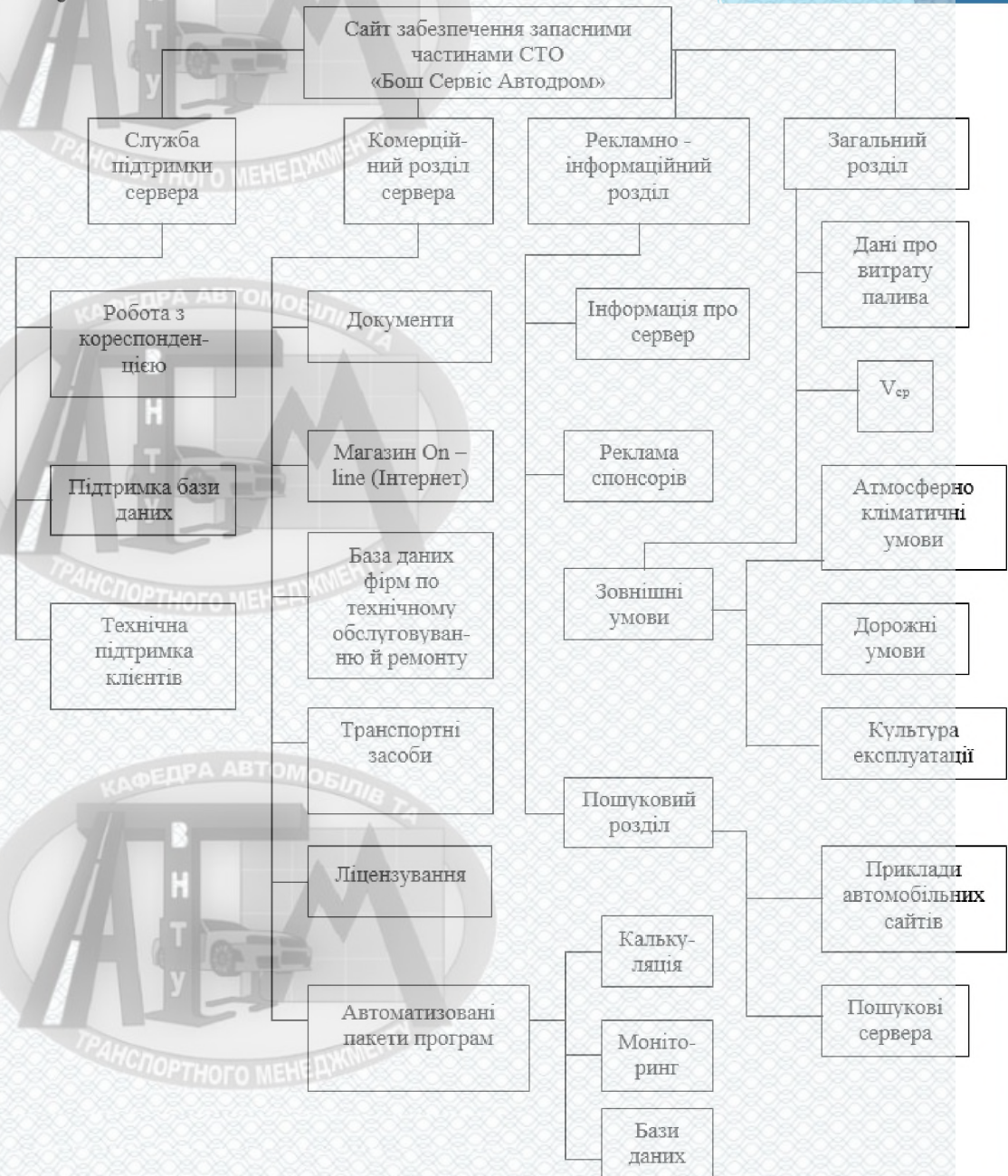
- категорія Х -  $0 \leq \leq 10\%$ ;
- категорія У -  $10 \leq \leq 25\%$ ;
- категорія Z -  $25 \leq \leq$



Графік розподілу запасних частин по методу ABC

## Розроблена структура сайту забезпечення запасними частинами СТО та спосіб їх розподілу

Розподіл запасних частин СТО «Бош Сервіс Автодром» може здійснюватися в такий спосіб: визначається кількість найменувань запасних частин для збереження на складі й обсяг їх реалізації (за даними з СТО); складається перелік запасних частин за сумарною їх вартістю (шляхом множення цін запасних частин одного найменування на їх кількість); будується графік розподілу запасних частин по методу АВС. Отримані дані свідчать про те, що в групі А створюються короткострокові запаси, що зберігаються на складі; запаси групи В складають велику величину і зберігаються головним чином на розподільних базах; на деталі групи С створюються довгострокові запаси, що зберігаються звичайно на великих постачальницьких підприємствах.





## Основні наукові і практичні результати, викладені в роботі

- ▶ В результаті використання логістичних підходів до процесу управління запасами СТО «Бош Сервіс Автодром» дозволить спростити систему постачання, знизити витрати на просування матеріальних, фінансових та інформаційних потоків і прискорити оборотність запасних частин.
- ▶ 2. Розглянуто методичні принципи вибору математичних моделей для прогнозування потреб підприємств автосервісу в запасних частинах, на підставі яких визначено галузі найбільш ефективного використання математичних моделей. При прогнозуванні потреби у запасних частинах з використанням даних про фактори, що впливають на витрату запасних частин, виявлено, що доцільно використовувати також регресійні моделі прогнозування.
- ▶ 3. Як один із основних елементів системи управління запасами в роботі запропоновано використовувати саме поєднаний методів аналізу запасів, що дозволяє істотно поліпшити якість планування, контролю і керування для системи постачання в цілому і для керування запасами зокрема.
- ▶ 4. Розподіл запасних частин СТО «Бош Сервіс Автодром» може здійснюватися в такий спосіб: визначається кількість найменувань запасних частин для збереження на складі й обсяг їх реалізації (за даними з СТО); складається перелік запасних частин за сумарною їх вартістю (шляхом множення цін запасних частин одного найменування на їх кількість); будується графік розподілу запасних частин по методу АВС. Отримані дані свідчать про те, що в групі А створюються короткострокові запаси, що зберігаються на складі; запаси групи В складають велику величину і зберігаються головним чином на розподільних базах; на деталі групи С створюються довгострокові запаси, що зберігаються звичайно на великих постачальницьких підприємствах.
- ▶ 5. Ймовірність збігу експериментальних та теоретичних даних, тобто ймовірність підпорядкування їх закону нормального розподілу при чисельному значенні 1,1 склала 61%, а для 1,9 - 93%. Можна стверджувати тепер, що експериментальні дані про попит на запасні частини групи С. Тому в результаті можна стверджувати, що експериментальні дані про попит на запасні частини групи С добре узгоджуються з теоретичним нормальним законом.

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Покращення керування складськими запасами в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Бош Сервіс Автодром» місто Вінниця шляхом підвищення ефективності постачання запасних частин

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту  
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 80,7 % Схожість 19,3 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

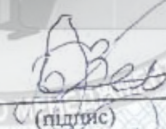
Особа, відповідальна за перевірку

  
(підпис)

Цимбал О.В.  
(прізвище, ініціали)

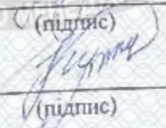
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

  
(підпис)

Зелінський Б.В.  
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Кужель В.П.  
(прізвище, ініціали)

