

629,33
0-64

MR-4509

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Організація процесу забезпечення запасними частинами станції технічного
обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю
«Джерман-Центр» місто Вінниця»

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1АТ-21м
спеціальності 274 – Автомобільний
транспорт

Пасека Я.Р.

10.12.2022 р.

Керівник: к.е.н., доцент каф. АТМ

Буренніков Ю.Ю.

«12» 12 2022 р.

Опонент: доц. кафедри АТМ Дарідо О.В.

«16» 12 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

к.т.н., доц. Цимбал С.В.

«16» 12 2022 р.

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

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

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

«19» 09 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Пасєні Ярославу Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Організація процесу забезпечення запасними частинами станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Джерман-Центр» місто Вінниця».

керівник роботи Буренніков Юрій Юрійович, к.ек.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від «14» вересня 2022 року № 203.

2. Строк подання студентом роботи: 07.12.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до організації процесу забезпечення запасними частинами станції технічного обслуговування автомобілів; законодавство України в галузі транспортного машинобудування, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; предмет дослідження – економічно-промислова структура ТОВ «Джерман-Центр» та методика прогнозування потреби у запчастинах для підприємств автосервісу; об'єкт дослідження – процеси формування запасів запасних частин підприємства автосервісу; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

1 Аналіз та методи визначення потреби в запасних частинах на підприємствах автосервісу

2 Методичні засади прогнозування витрати запасних частин на автосервісних підприємствах

3 Розробка методики визначення потреби у запасних частинах на підприємствах автосервісу

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1-2 Тема, мета та завдання дослідження.

3-5 Організаційно-економічна характеристика підприємства ТОВ «Джерман-Центр».

6 Методика проведення досліджень

7 Особливості управління запасами на підприємствах автосервісу





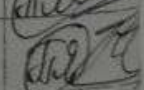






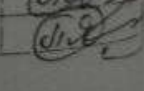

- 8 Методичні засади вибору математичних моделей для прогнозування потреб у запчастинах
- 9 Результат аналізу моделей
- 10 Анкета опитування експертів, які приймають участь у забезпеченні запчастин «джерман-центр»
- 11 Значення чинників, які впливають на витрату запасних частин
- 12-13 Статистичні дані щодо витрат деталей найбільшого попиту та їх розподіл сервісною службою та магазином запасних частин ТОВ «Джерман Центр»
- 14 Адаптивні моделі прогнозування
- 15 Чинники, які впливають на потреби запасних частин та результати спостережень протягом 2021 року роботи підприємства ТОВ «Джерман Центр»
- 16-17 Кореляційний аналіз за допомогою програми
- 2.81
- 18 Оцінка адекватності моделей та економічна ефективність розробки методики
- 19 Висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---|---|--|---|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Розв'язання основної задачі | Буренніков Ю.Ю., доцент кафедри АТМ |  19.09.22 |  19.09.22 |
| Економічна частина | Буренніков Ю.Ю., доцент кафедри АТМ |  07.11.22 |  07.11.22 |
| Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях | Дембіцька С.В., професор кафедри БЖДПБ |  07.11.22 |  07.11.22 |

7. Дата видачі завдання «19» вересня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | Прізвище |
|-------|---|-------------------------------|---|
| 1 | Вивчення об'єкту та предмету дослідження | |  |
| 2 | Аналіз відомих рішень, постановка задач | 19.09-02.10.2022 |  |
| 3 | Обґрунтування методів досліджень | 19.09-02.10.2022 |  |
| 4 | Розв'язання поставлених задач | 19.09-02.10.2022 |  |
| 5 | Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів | 03.10-20.11.2022 |  |
| 6 | Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» | 21.11-04.12.2022 |  |
| 7 | Виконання розділу «Економічна частина» | 07.11-27.11.2022 |  |
| 8 | Нормоконтроль МКР | |  |
| 9 | Попередній захист МКР | 07.11-27.11.2022 |  |
| 10 | Рецензування МКР | 05.12-07.12.2022 |  |
| 11 | Захист МКР | 08.12-09.12.2022 |  |
| | | 12.12-16.12.2022 |  |
| | | 20.12-28.12.2022 |  |

Студент

Керівник роботи


(підпис)

Пасєка Я.Р.

Буренніков Ю.Ю.

АНОТАЦІЯ

Предметом магістерської кваліфікаційної роботи є методика прогнозування потреби у запчастинах для підприємств автосервісу на прикладі ТОВ “Джерман-Центр”. Об’єкт дослідження - процеси формування запасів запасних частин підприємства автосервісу, що входять до складу дилерських мереж та використовуються для обслуговування автомобілів імпортного виробництва.

Робота складається з чотирьох частин:

1. Аналіз та методи визначення потреби в запасних частинах на підприємствах автосервісу
2. Методичні засади прогнозування витрати запасних частин на автосервісних підприємствах
3. Розробка методики визначення потреби у запасних частинах на підприємствах автосервісу
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Головною метою кваліфікаційної роботи є розробка методики прогнозування витрат запасних частин на підприємствах автосервісу на прикладі ТОВ “Джерман-Центр”

ABSTRACT

The subject of the master's thesis is the method of forecasting the need for spare parts for car service enterprises using the example of "German-Center" LLC. The object of the research is the processes of forming stocks of spare parts of the car service enterprise, which are part of dealer networks and are used to service imported cars.

The work consists of four parts:

1. Analysis and methods of determining the need for spare parts at car service enterprises
2. Methodological principles of forecasting the cost of spare parts at car service enterprises
3. Development of a methodology for determining the need for spare parts at car service enterprises
4. Occupational health and safety in emergency situations.

The main goal of the qualification work is the development of a methodology for forecasting the costs of spare parts at car service enterprises using the example of "German-Center" LLC

ВСТУП

Останнім часом у зв'язку зі зростанням автомобільного парку та переорієнтації їх власників із самообслуговування на ремонт у спеціалізованих фірмах гостродефіцитними стали професії механіків, а попит на автомобільний сервіс набагато перевищує пропозицію.

Так покупці не хочуть ремонтувати техніку, а вітчизняні постачальники техніки, котрі не мають сервісних інфраструктур, не можуть. Збут техніки, незабезпеченої сервісом, стає проблематичним.

Вітчизняні автомобільні заводи, системи складів із централізованим управлінням запасами та відвантаженням будь-яких деталей протягом часу, не мають.

Однак їхні плани все ще не передбачають термінової необхідності впровадження сучасних системних методів організації забезпечення ремонтників запасними частинами.

Необхідною умовою існування якісного сервісу є ефективна організація його матеріально-технічного забезпечення. З великої кількості підсистем матеріально-технічного забезпечення необхідно виділити такі підсистеми [1,2]:

- забезпечення оптимальних запасів запасних частин та матеріалів та методів їхнього поповнення;
- вдосконалення процесів замовлення, придбання та доставка комплектуючих виробів та матеріалів.

Незадовільна робота даних підсистем матеріально-технічного забезпечення підприємства автосервісу призводить до виникнення таких проблем:

- до простоїв автомобілів у ремонті, який ускладнює роботу виробничої зони і веде до необхідності виділення ще більших приміщень для зберігання автомобілів, які чекають на запчастини. Час перебування на станції таких автомобілів може досягати 3-4 тижні;
- до зростання кількості відмов клієнтам в обслуговуванні через відсутність запасних частин;

- до зниження конкурентоспроможності підприємства на ринку та зниження популярності окремих марок автомобілів.

Для вирішення питань забезпечення підприємства запасними частинами необхідно розробити ефективну методику прогнозування витрат запасних частин підприємствами автосервісу.

Проблемою підвищення ефективності систем автосервісу за рахунок прогнозування закупівлі запасних частин займалися такі вчені, як Крамаренко Г. В., Кривенко О. І., Маркін О.Д., Єгорова О. С., Мудунов О. С., Кірсанов Є. А., Толкачов В. К. Миротін Л. Б., Щетіна В. А., Пронштейн М. Я., Таржибаєв А. А., Кривенко О. І., Волгін В. В. та інші. Увага цих вчених, головним чином, спрямована на питання необхідності прогнозування потреби автосервісного підприємства у запасних частинах для їх закупівлі.

Актуальність теми магістерської роботи для народного господарства полягає у ефективній організації матеріально-технічного забезпечення підприємства автосервісу. Адже, в останні роки в нашій країні є тенденція до постійного зростання автомобільного парку. Нині у Вінницькій області функціонує близько 2,5 тис. автосервісних підприємств. 50% від цієї кількості підприємств обслуговують лише автомобілі імпортного виробництва.

Метою роботи є розробка методики прогнозування витрат запасних частин на підприємствах автосервісу на прикладі ТОВ “Джерман-Центр”.

Задачі дослідження:

- класифікувати та систематизувати аналіз факторів, які впливають на потребу запасних частинах;
- дослідити статистичні дані витрат запасних частин на прикладі автосервісного підприємства ТОВ «Джерман-Центр»;
- розробити методику прогнозування витрат запасних частин для автосервісних підприємств на прикладі товариство з обмеженою відповідальністю “Джерман-Центр”.

Об'єкт дослідження - це процеси формування запасів запасних частин підприємства автосервісу, що входять до складу дилерських мереж та використовуються для обслуговування автомобілів імпортного виробництва.

Предмет дослідження – методика прогнозування потреби у запчастинах для підприємств автосервісу на прикладі ТОВ “Джерман-Центр”.

Методи дослідження. Методологія дослідження базуватиметься на системному підході до вивчення процесу прогнозування запасних частин. Теоретичною базою досліджень є теорія управління запасами на автосервісних підприємствах.

Наукова новизна одержаних результатів. Удосконалено нові рішення актуальної наукової проблеми прогнозування потреби в запасних частинах на підприємствах автосервісу, що дозволить підвищити ефективність управління запасами на підприємстві автомобільного сервісу ТОВ “Джерман-Центр” за рахунок зниження простоїв автомобілів в очікуванні ремонту.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблена методика, заснована на застосуванні методів математичного моделювання, дозволить підвищити ефективність керування запасами на підприємстві автомобільного сервісу ТОВ “Джерман-Центр” за рахунок зниження простоїв автомобілів, що очікують на ремонт.

Публікації. Матеріали магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано в одній науковій праці [1].

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТА МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОСЕРВІСУ

1. Організаційно-економічна характеристика підприємства ТОВ «Джерман-центр»

ТОВ «Джерман-центр», офіційний дилер Volkswagen та один з найбільших автоцентрів у Вінницькій області (Рис. 1.1), успішно працює на автомобільному ринку понад 20 років.



Рисунок 1.1 - Комапанія ТОВ «Джерман-Центр»

Сьогодні компанія вже має багату історію. Автотранспортне підприємство ТОВ «Джерман-центр» було засновано її власниками Стужук Анатолієм Олександровичем та Стужук Аллою Дмитрівною 23 липня 2002 року.

З того часу підприємство динамічно розвивається і є прикладом для автомобільних компаній у Вінниці. Основною економічною діяльністю ТОВ «Джерман-центр» є оптовий та роздрібний продаж легкових та комерційних автомобілів концерну VAG, а також передпродажне обслуговування. Крім цього компанія займається технічним обслуговування та ремонтом автотранспортних

засобів будь-якої складності, починаючи від звичайної діагностики закінчуючи кузовними роботами та фарбуванням.

ТОВ «Джерман-центр» є офіційним дилером автомобілів концерну VAG в Україні та працює відповідно до високих вимог виробника. Технічний сервісний відділ дає гарантію на виконані роботи протягом шести місяців або на 6 тис. км. пробігу. З 2003 року компанія розвинула мережу з продажу запчастин до автомобілів цього концерну та займає лідерські позиції на території України.

На всі автомобілі, придбані в "Джерман-центр", надається гарантія 4 роки або 120 000 км. пробігу. (В залежності що настане раніше).

Всі автомобілі сертифіковані та адаптовані для експлуатації в українських умовах (при їх розробці враховувалися: температурні умови українського клімату, якість дорожнього покриття, якість палива тощо).

Технологічний процес компанії включає: підготовку автомобілів перед продажем; мийка авто, які доставляють до автосалону; перше та друге технічне обслуговування; діагностика та регулювання; дрібні поточні ремонти.

Загальна площа підприємства складає – 5107 м². Із яких 610 м² – шоурум автомобілів та робочі місця всіх менеджерів. 284 м² займає склад запасних частин та інших матеріалів. 770 м² займають всі пости ремонту та діагностики. 300 м² - камери для мийки та детейлінгу автомобілів. Всю іншу площу (3143 м²) займає прилегла територія, клумби та парковки для працівників і клієнтів.

Сервісний центр вміщує 7 підйомників (Рис.1.2), один із яких розроблений для важких броньованих авто, мікроавтобусів та вантажівок з вантажопід'ємністю 5 тон.

Загалом на підприємстві обладнано 7 постів, з яких на першому проводиться регулювання та встановлення коліс за допомогою чотирьох стійкового підйомника; на другому – повна діагностика ходової частини автомобіля; на третьому і четвертому – роботи по ремонту та діагностиці електрики автомобіля; на п'ятому пості проводяться кузовні роботи (обладнаний окремим підйомником, має стапель для рихтувальних робіт та має лазерну лінійку для перевірки геометрії кузова. Крім цього пост має окрему ділянку для підготовки кузова до фарбування та окрему ізольовану камеру для фарбування; на шостому – профілактичні та поточні ремонтні

роботи, звідки вузли, що потребують ремонту, за допомогою пересувних доків та візків направляються до ремонтної майстерні (агрегатної); і сьомий пост призначений для підготовки автомобіля перед продажем.

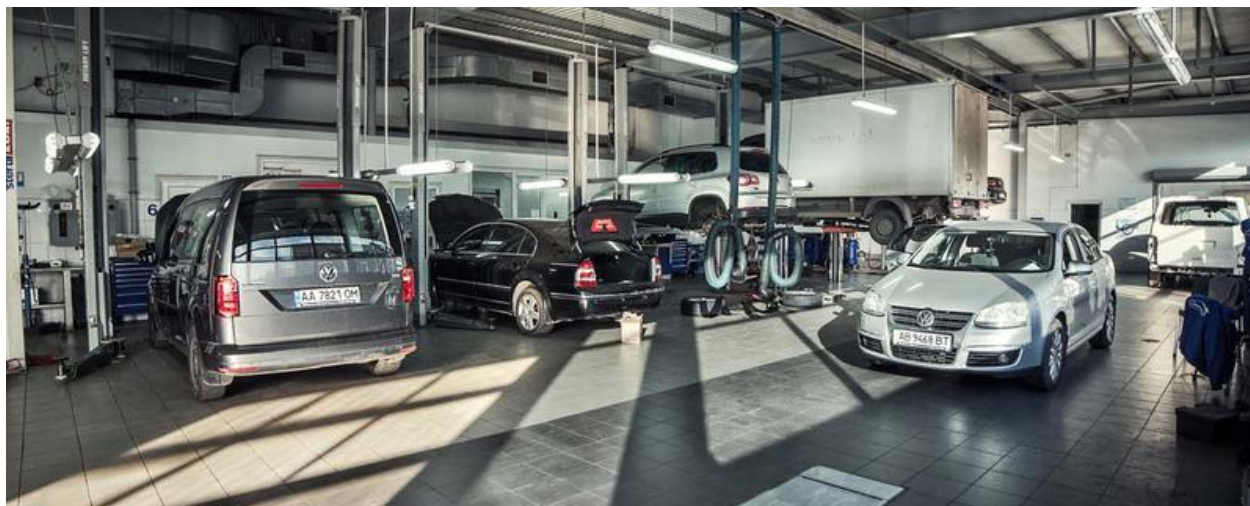


Рисунок 1.2 - Відділ сервісу ТОВ “Джерман-Центр”

Заміна мастила в агрегатах легкових автомобілів здійснюється за допомогою спеціальних пересувних заправних комплексів. В цілому у розпорядженні автоцентру знаходиться повний набір спеціалізованого обладнання, пристроїв та інструментів, які забезпечують відмінну технічну роботу.

Середня кількість авто на день, які обслуговуються на сервісі – 10-12 шт. Але є певна сезонність – період весна-осінь більше автомобілів через сезонність на регламентні роботи, заміну шин, розвал-сходження та роботі по кузову після зими.

В середньому відділ продажу продає 117 авто/рік (10 авто/міс.) – по даним 2021 року. 80% усіх продажів складають – SUV та CUV (T-Roc, Tiguan і тд.) 20% продаж складають інші класи авто (Passat, Golf, Tansporter і тд.)

Також на території компанії “Джерман-центр” є склад запасних частин (Рис. 1.3), зберігання зазначених агрегатів та вузлів здійснюється в опалювальному приміщенні на першому поверсі. Спосіб зберігання – на стелажах, на підлозі – у піддонах.

Склад призначений для постачання запчастин та агрегатів до ремонтного відділу. Також проводиться роздрібна торгівля запчастинами. Надходження товару на склад відбувається через приміщення прийому та видачі запасних частин.



Рисунок 1.3 - Склад запчастин ТОВ “Джерман-Центр”

ТОВ "Джерман-центр" має ієрархічну організаційну структуру (Рис 1.4), яка дозволяє керівникам одразу вирішувати всі нагальні питання у рамках відділу яким той керує.

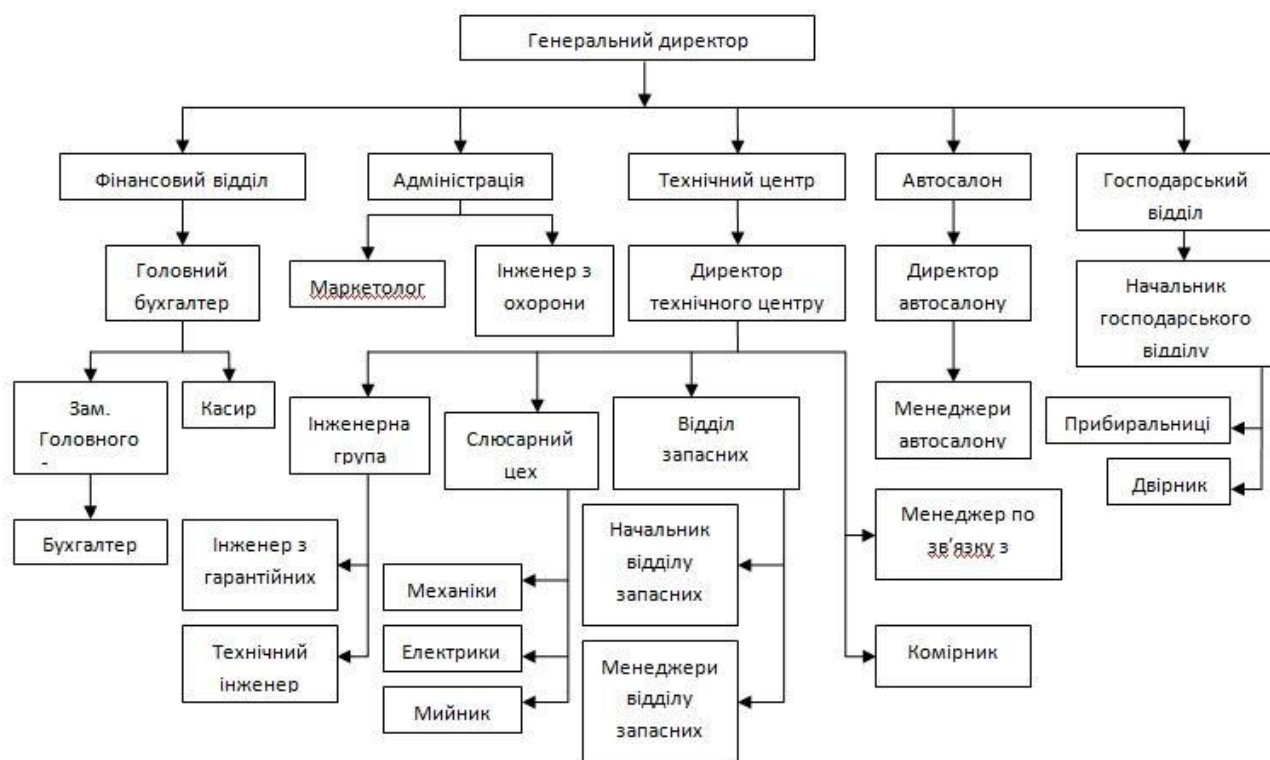


Рисунок 1.4 - Організаційна структура ТОВ “Джерман-Центр”

Компанію "Джерман-центр" очолює генеральний директор. Він займається фінансовим відділом, автосалоном, технічним центром, адміністрацією та економічним відділом. Бухгалтерським обліком теж займається генеральний директор.

Генеральний директор безпосередньо керує всіма службами організації (технічно-економічною службою, бухгалтерією та кадрами), організовує їхню роботу та стежить за своєчасним та якісним виконанням ними своїх обов'язків. Основним завданням Генерального директора є організація безперебійної та якісної роботи підприємства; Організація ефективної взаємодії структурних підрозділів та служб організації; Кадрова політика, контроль за прийомом на роботу працівників, забезпечення їх доступним навчання та належного виконання своїх обов'язків, звільнення працівників, які не відповідають поточній посаді, заохочення, стягнення, планування графіку відпусток і тд. Керівники всіх відділів наймаються безпосередньо генеральним директором.

Головний бухгалтер - підпорядковується генеральному директору, відповідає за ведення бухгалтерського обліку по всьому підприємству, веде фінансові, матеріальні, виробничі, економічні розрахунки, використовуючи для цього інструментальні та комп'ютеризовані засоби та системи, здійснює облік доходів, контролює якість надання послуг, веде облік витрат на продаж та купівлю товарів та надання послуг. Головний бухгалтер проводить звірку рахунків та розрахункових одиниць, складає вихідний та пробний варіанти балансових розрахунків, здійснює записи у книгах бухгалтерського обліку; представляє проекти записів у платіжній документації на розгляд та затвердження; розраховує та готує дані та форми документів для розрахунків з банками; здійснює розрахунки за матеріальні, комунальні та інші послуги; працює з митними, податковими, фінансовими органами, торговими, посередницькими організаціями та іншими клієнтами; нараховує заробітну плату, перераховує кошти за виконану роботу, здійснює інші розрахунки з працівниками, громадянами та юридичними особами відповідно до встановлених норм відповідно до чинного господарського законодавства України; виконує окремі службові доручення від начальника.

Бухгалтер - звітує перед головним бухгалтером, веде бухгалтерію у технічному центрі, веде інвентарні описи, довіреності, рахунки-фактури, списки зобов'язань, цінних паперів тощо; виконує окремі службові доручення від свого безпосереднього начальника; керує документообігом у технічному центрі; перевіряє правильність оформлення документів, виставляє податкові накладні.

Касир - проводить операції, пов'язані з прийомом та видачею готівки через касу підприємства та зберігає всі прийняті кошти; прийом готівкових коштів із банківських установ, внесення записів до касової книги про прийом та видачу готівки за кожним дохідним касовим ордером та видавничим документом у день їх надходження чи видачі; перевіряє наявність та справжність підпису головного бухгалтера, а на видаткових документах - довіреності керівника чи уповноважених ним осіб, наявність усіх інших реквізитів на касових ордерах та інших документах, а також додатків зазначених у цих документах (виписках, рахунках-фактурах, сертифікатах і т.п.). Повертає документи до бухгалтерії для повторної належної обробки при недотриманні хоча б однієї з перелічених вимог; підписує квитанції, платіжні доручення та видаткові документи відразу після отримання або видачі за ними коштів; видає чек особі, яка залишила готівку в касі. Робить відповідний запис у зведенні виплат поруч із прізвищами осіб, яким не провадилися виплати заробітної плати у встановлений строк, веде журнал обліку виплачених сум; видає розпорядження про зняття коштів на фактичну суму, зазначену у платіжній відомості, та подає її на реєстрацію; наприкінці кожного робочого дня вилучає готівку з каси підприємства та подає касовий звіт (копію записів у касовій книзі) разом із касовими ордерами та видатковими документами бухгалтерського обліку підприємства на підпис особі, яка контролює касові операції.

Керівник дилерського центру - підпорядковується генеральному директору, контролює роботу дилерського центру, укладає договори з клієнтами та партнерами, аналізує розвиток відділу, можливі потенціали; контролює якість та швидкість обслуговування клієнтів дилерського центру, керує розміщенням автомобілів у дилерському центрі; контролює дотримання графіка роботи та виконання працівниками своїх обов'язків; формує колектив відділу та набирає співробітників з

необхідною кваліфікацією та професійними якостями; вирішує проблеми між дилером та клієнтом; взаємодіє з директором технічного центру з вирішення питань, пов'язаних із ремонтом та обслуговуванням автомобілів.

Менеджер автосалону – зустрічає клієнтів в автосалоні, допомагає покупцям зорієнтуватися в пропонованому асортименті автомобілів, проводить коротку рекламну презентацію автомобілів для кожного потенційного покупця, інформує про технічні та споживчі характеристики, терміни виконання замовлення у разі зацікавленості автомобілем, пропонує взяти їхній обраний автомобіль на тест-драйв; відповідає на телефонні дзвінки та дає технічні консультації, поточні ціни та зміни.

Керівник Технічного центру - підпорядковується Генеральному директору, займається роботою Технічного центру, укладає договори із замовниками та партнерами, аналізує можливості розширення послуг які пропонуються компанією, можливі потенціали розвитку, поточне та перспективне планування роботи відділу. Проводить роботу з підвищення якості обслуговування, продуктивності підрозділу, економії всіх видів ресурсів, організовує поточне планування, здійснює набір персоналу у підрозділ, займається навчанням та адаптацією персоналу на робочих місцях.

Інженер з гарантії - підпорядковується директору технічного центру, стежить за застосуванням технологічних норм від заводу-виробника при ремонті та технічному обслуговуванні автомобілів, відповідає за виконання та результат застосування гарантійної політики в період гарантійного обслуговування автомобілів, відшкодування витрат компанії при гарантійному ремонті автомобілів, взаємодіє з клієнтами щодо роз'яснення правил і принципів гарантійного обслуговування, узгоджує з виробником методів пошуку та усунення дефектів, що виникли, і т.д.

Технічний інженер – підпорядковується директору технічного центру, виконує роботи, пов'язані з технічною діагностикою автомобілів, програмуванням ЕБУ, подушок безпеки, імобілайзерів тощо. Також виконує роботи, пов'язані з електричною частиною автомобіля та діагностикою двигуна. Щотижня він проводить навчальні курси для механіків, електриків та приймальників, щоб підвищити рівень технічної підготовки та ознайомити з нюансами нових

автомобілів. Механіки, електрики, мийники автомобілів виконують роботи, пов'язані з обслуговуванням та ремонтом автомобілів.

Начальник відділу запасних частин - підпорядковується директору технічного центру, здійснює обробку даних, пов'язаних із рухом запасних частин на складі, веде статистику необхідності закупівлі запасних частин для майбутніх продажів, розвиває компанії пов'язані з продаж неліквідних товарів зі знижками за повернення коштів у грошовій формі на фінансовий баланс підприємства; контролює роботу менеджерів відділу запасних частин, ставить завдання, пов'язані з робочим процесом.

Менеджер із запчастин - підпорядковується начальнику відділу запчастин, працює безпосередньо з клієнтами із питань продажу запчастин - їх наявність та ціна, консультує з питань проведення технічного огляду, відповідає на телефонні дзвінки до технічного центру, самостійно консультує відносно питання клієнта чи зв'язується із керівником, якщо керівник не є компетентним у цьому питанні, виконує доручення начальника відділу.

Начальник відділу кадрів – підпорядковується Генеральному директору, відповідає за наймання персоналу; виконує роботу щодо забезпечення працівників необхідними для компанії професіями, спеціальностями та кваліфікаціями відповідно до рівня та профілю отриманої ними освіти та ділових якостей; вирішує питання найму, звільнення, переведення співробітників, стежить за їх розстановкою та правильним використанням у підрозділах компанії; організує своєчасну реєстрацію, перегляд та звільнення працівників відповідно до трудового законодавства, положень, інструкцій та наказів керівника підприємства, ведення кадрового обліку, видачу довідок про поточну та минулу трудову діяльність працівників, ведення та заповнення трудових книжок та ведення існуючої кадрової документації; вживає заходів щодо вдосконалення форм та методів роботи з персоналом; організовує таблиць обліку робочого часу, складає та виконує плани відпусток, контролює рівень трудової дисципліни та дотримання працівниками положень внутрішнього трудового розпорядку, розробляє заходи щодо підвищення трудової дисципліни, знижує витрати робочого часу та контролює їх виконання.

Інженер з охорони праці – проводить первинний інструктаж з охорони праці; здійснює контроль за дотриманням правил та інших нормативних актів з охорони праці у підрозділах компанії, за наданням працівникам встановлених пільг та компенсацій відповідно до умов праці; досліджує умови праці на робочому місці, розробляє та вносить пропозиції щодо вдосконалення захисту від впливу небезпечних та шкідливих факторів виробництва; бере участь у оглядах, перевітках технічного стану будівель, споруд, обладнання, машин та механізмів, працездатності вентиляційних систем та ін; бере участь у розробці заходів щодо запобігання професійним захворюванням та нещасним випадкам на виробництві, поліпшенню умов праці, а також надає організаційну підтримку у реалізації розроблених заходів; складає звіти з охорони праці та техніки безпеки за встановленими формами та у встановлені терміни.

Начальник господарського відділу - проводить інструктаж з пожежної безпеки, забезпечує господарський утримання та належний стан відповідно до правил та норм виробничої гігієни та пожежної безпеки будівель та приміщень, в яких розташовані адміністративні підрозділи підприємства, а також контроль за справністю ліфтів, систем освітлення, опалення та вентиляції і т.д. створення умов для ефективної роботи співробітників; бере участь у розробці планів поточного та капітального ремонту основних відділів компанії; організовує ремонт приміщень, стежить за якістю ремонтних робіт; стежить за їх зберіганням та своєчасним ремонтом; контролює раціональне використання матеріалів та коштів, що надаються з господарською метою; керує роботами з проектування, благоустрою та прибирання території, святкового художнього оформлення фасадів будівель, проходів тощо; керує працівниками економічного відділу.

Прибиральники, двірники - виконують роботи, пов'язані із утриманням офісів, торгових залів та інших приміщень компанії та утриманням їх у чистоті, у тому числі санвузлів, пральних приміщень та ін.

Процес надання послуг на "Джерман-центр" можна представити наступним чином на прикладі оформлення наряд-замовлення у технічному центрі (Рис. 1.5)



Рисунок 1.5 - Процес надання послуг у компанії "Джерман-центр".

Замовник (клієнт) прибуває до тех.центру, підходить до столу обробки наряд-замовлень, де його чемно зустрічають усі співробітники (кивком голови у разі якщо вони розмовляють по телефону). У клієнта уточнюється мета звернення, записувався він чи ні, пропонується почекати, якщо немає вільного майстра-приймальника, якщо клієнт не записувався на прийом, то при відсутності вільного місця – записують авто на інший час, за винятком випадків, коли автомобіль не може їхати сам, тоді автомобіль без попереднього запису приймають у клієнта та беруть його в роботу як тільки з'явиться вільний механік.

Якщо автомобіль за записом - майстер уточнює дані замовника (ПІБ, контактний телефон) та обговорює роботи, які будуть проводитись по авто, вводить усі дані в комп'ютер, роздруковує наряд-замовлення та знову узгоджує всі роботи із клієнтом, оголошує загальну суму згідно з документом. Якщо замовника не влаштовує ця сума, майстер-приймальник коригує перелік робіт та використаних запчастин – скорочує їх за бажанням замовника, але при цьому попереджає про можливі наслідки у роботі автомобіля у разі невиконання перерахованих робіт (наприклад, відмова від заміни ремня газорозподільного механізму, може призвести до значно дорожчого ремонту у зв'язку з можливим розривом одного з ременів та виходом із ладу двигуна). Необхідно вжити всіх необхідних заходів, щоб клієнту не доводилося чекати, якщо він приходить вчасно на зустріч, оскільки це суттєво впливає на задоволеність клієнта.

При оформленні документів клієнт повинен надати технічний паспорт на автомобіль та сервісну книжку, після чого майстер перевірить автомобіль на предмет необхідності проходження техогляду та перелік необхідних робіт для цього віку автомобіля або пробігу. Менеджер стійки реєстрації дослівно вносить скарги клієнтів у форму замовлення, а також наголошує на наявності цінних речей.

Після оформлення наряд-замовлення майстер пропонує замовнику послугу виклику таксі та йде із замовником до машини, оглядає кузов на предмет цілісності, зазначає, чи є вм'ятини, подряпини і де саме вони знаходяться. Потім клієнт підписує документ де зазначена вся інформація. Адміністратор одягає захисні чохла на сидіння автомобіля клієнта, пропонує клієнту дочекатися таксі у залі очікування та відвозить автомобіль у майстерню. Як тільки таксі приїде до підприємства, один із співробітників повідомляє про це клієнта.

Саме наряд-замовлення, заповнене майстром-приймальником та клієнтом, дозволяє механіку отримати чіткі інструкції про те, які роботи необхідно виконати з автомобілем, які зауваження замовника, що потребує особливої уваги також які запчастини необхідно взяти у складі або замовити при їх відсутності, щоб підійшли саме на це авто при виконанні вказаних робіт.

За схемою бачимо, що майстер-приймальник при прийомі автомобіля взаємодіє з менеджерами відділу запчастин – вони роблять підбір запчастин у відповідності до робіт, які вказав у наряд-замовленні майстер-приймальник. Після приймання автомобіля майстер відвозить його до слюсарного цеху, де слюсар, електрик або мийник отримують відповідне замовлення на роботу, виконують її, якщо вона пов'язана також з роботою інженерної групи, то працівники, що відносяться до даної групи, роблять своє заключення відносно робіт які потрібно провести та виконують їх або доручають це механікам чи електрикам. Якщо при виконанні замовлення змінюється обсяг робіт та потрібні додаткові кошти – майстер-приймальник зв'язується та погоджує це із замовником. Після завершення ремонту автомобіля він буде переданий майстру-приймальнику, після чого він поставить автомобіль на стоянку біля сервісного центру та зв'яжеться із замовником для підтвердження виконання робіт. Коли замовник (клієнт) приходить, на нього вже чекає менеджер з

повним пакетом документів, який пояснить замовнику, яка термінова робота по автомобілю необхідна вже зараз, наприклад заміна передніх гальмівних колодок, що безперечно впливає на безпеку пересування, або що потрібно зробити по автомобілю за кілька місяців, а що можна відкласти до наступного ТО. Якщо виникають додаткові питання щодо купівлі того чи іншого товару, наприклад рідина у бачок омивача, то майстер-приймальник направляє клієнта до менеджера з відділу запасних частин.

Приблизно через 48 годин після того, як клієнт забрав свій автомобіль зі станції технічного обслуговування, менеджер дзвонить клієнту з ціллю дізнатися, чи задоволений клієнт обслуговуванням, ввічливістю майстра, який доглядав його автомобіль, зоною відпочинку, чого клієнту не вистачило до повного задоволення від приїзду на сервіс, якщо він поставив, наприклад, оцінку «4», а не «5».

При розрахунку оптимальної кількості одиниць на складі запасних частин чи шоуруму компанія виходить із таких основних припущень: попит на товар відомий і залишається постійним протягом певного періоду; вхідна ціна не змінюється незалежно від кількості закупленого у постачальників товару; час доставки тобто час між моментом розміщення замовлення та надходженням товару на склад є відомою та постійною величиною; для даного інвентарю вартість не змінюється з часом; постачання товарів відбувається однаковими партіями в дискретні проміжки часу. Звичайно ж, слід враховувати і непередбачені ситуації, тому на складі має бути запас товару, який потрібний для страхового запасу.

1.2 Організація забезпечення запасними частинами підприємств автосервісу

Постійне збільшення автомобільного парку висуває підвищені вимоги до функціонування та розвитку такої галузевої групи побутових послуг, як послуги з ремонту та технічного обслуговування автотранспортних засобів. Відповідно до чинного класифікатора всі ці послуги належать до різних галузевих груп, але всі

вони спрямовані на задоволення потреб, пов'язаних із підтримкою нормального технічного стану та експлуатаційних характеристик автотранспортного засобу.

Проблему оптимізації формування процесів забезпечення запасними частинами необхідно вирішувати комплексно: дослідити систему, її поведінку, формалізовано описати її діяльність, оцінити потенційні недоліки у її функціонуванні та знайти шляхи їх усунення.

У розпорядженні автоцентру знаходиться повний набір спеціалізованого обладнання, пристроїв та інструментів, які забезпечують повне технічне обслуговування (ТО) та ремонт автомобілів відповідно до технологічних стандартів заводу-виробника.

Комплекс послуг ТОВ «Джерман-центр»:

- гарантійне обслуговування; післягарантійне;
- обслуговування; відновлення автомобілів після аварії;
- обладнання автомобілів додатковими опціями.

Загалом ефективність автосервісу ТОВ «Джерман-центр» оцінюється експертами як досить висока, оскільки мають місце такі фактори, як:

- наявність сучасного технічного устаткування;
- в наявності інфраструктура для клієнтів, яка забезпечує їх задоволеність під час перебування на підприємстві;
- висока якість обслуговування клієнтури;
- широкий спектр комплексних послуг.

Але через відсутність чіткої методики прогнозування витрат запасних частин (що б дозволило за короткий час прогнозувати потребу автоцентру в запасних частинах максимально наближено до реального життя) автоцентр не використовує потенціал раціонально. Ефективність роботи автосервісу можна покращити, впровадивши систему прогнозування витрат запасних частин. Це дозволить скоротити збитки від тривалого простою невикористаних запасних частин на складі та від надмірної витрати коштів на постійне постачання необхідними запчастинами,

коли їх немає в наявності на складі, значно скоротить час на розрахунки потреби в запчастинах та зведе помилки в розрахунках до мінімуму.

Для підприємства автосервісу завдання прогнозування товарних запасів полягають у аналізі динаміки товарообігу, визначення оптимальних розмірів товарних запасів, прогнозування товарообігу та витрат запасів.

Вирішення зазначених завдань зводиться до двох основних питань: коли робити замовлення та скільки деталей замовляти. Як критерій управління запасами виступає мінімізація сумарних витрат, функцію якої можна представити у загальному вигляді:

$$C = f(C_x; C_3; z; t_n; n; Q; T; C_i; K; q), \quad (1.1)$$

де C_x – Витрати зберігання товарів за період T ;

C_i – Витрати на зберігання однієї одиниці товару;

z – величина середнього запасу;

q – розмір однієї партії постачання товару;

Q – товарообіг за аналізований період;

T – тривалість періоду;

C_3 - Витрати на транспортування;

K – Витрати завезення однієї партії товару;

t_n - інтервал;

n – кількість постачань.

Цільова функція представлена у вигляді рівняння зв'язку витрат обороту:

$$C = C_2 + C_x \rightarrow \min, \text{ або у розгорнутому вигляді: } C = (C_i \frac{q}{2} T + K \frac{Q}{q}) \rightarrow \min.$$

Для пошуку мінімуму цієї функції необхідно знайти її першу похідну прирівняти до нуля:

$$\frac{C_i T}{2} - \frac{K Q}{q^2} = 0. \text{ Отже } q^0 = \sqrt{\frac{2KQ}{C_i T}} \quad (1.2)$$

де q_0 - Оптимальний розмір замовлення.

На практиці, оптимальний розмір замовлення може виявитися меншим, ніж прогнозована потреба в запасних частинах. Ухвалення рішення про розмір замовлення в даному випадку залежить від стратегії управління запасами. Якщо підприємство прагне мінімізації витрат, то при замовленні має керуватися значенням q_0 . Якщо стратегія орієнтована на отримання максимального прибутку, то при замовленні керуються прогнозованою потребою у запасних частинах.

Необхідно зазначити, що на практиці використання наведених залежностей застосовується при складанні замовлень для поповнення складу, з урахуванням товарообігу та всіх видів витрат. Однак у великих автосервісах у процесі роботи формуються й інші види замовлень, обсяг номенклатури яких має враховувати при складанні замовлень для поповнення складу.

Тобто остаточний обсяг замовлення для поповнення складу дорівнює:

$$q = q_2 - q_3, \quad (1.3)$$

де q_3 – обсяг деталей у замовленнях іншого статусу, які можуть бути у стадії виконання.

Якщо не враховувати величину q_3 при складанні замовлення для поповнення складу можна зіткнутися з появою наднормативних запасів.

В цей час на дилерських підприємствах автосервісу є черги на обслуговування. Особливо вони характерні для кузовних робіт (на окремі види ремонту до 2 – 3 місяців). У зв'язку з цим відділи забезпечення запасними частинами зіткнулися з проблемою резервування ходових запасних частин для сервісних наряд-замовлень, а особливо тих, що належать до категорії страхових та гарантійних.

Припустимо, на сервісі є 20 відкритих наряд-замовлень на роботи із заміни однакових деталей на автомобілях однієї і тієї ж марки. Відповідно, в роботу автомобілі за цим наряд-замовленням надходять протягом двох місяців. Майстер, який відкриває наряд-замовлення, резервує за ними запасні частини та матеріали, щоб уникнути проблеми відсутності необхідних деталей до початку постановки машини на ремонт, а за відсутності необхідної деталі складає заявку для відділу запасних частин. В результаті, щонайменше 20 деталей за цим

наряд-замовлення виявляться зарезервованими або розміщеними в замовленні з урахуванням того, що виконання термінового наряд-замовлення складає від 2-х днів до 1 місяця. У зв'язку з вище описаною ситуацією, на складі з'являються значні обсяги деталей, які можуть очікувати на місяці. Клієнт, який бажає придбати деталь у магазині, буде незадоволеним, навіть якщо на складі є певна кількість деталей, які його цікавлять, але зарезервовані.

На практиці це питання вирішується шляхом «заморожування» сервісних замовлень та резервування певної кількості деталей для роздрібного продажу. Тобто фахівець, який займається замовленнями запасних частин, у момент складання замовлення аналізує заявки сервісу і, якщо відрізок часу від моменту подання заявки до постановки автомобіля на ремонт значно перевищує терміни поставки деталей, «заморожує» замовлення, тобто відкладає час відправлення замовлення. Значним перевищенням вважається термін понад 7 днів. Створення резервів та «заморожування» замовлень є однією з відмінних рис управління запасами на підприємстві автосервісу в сучасних умовах.

На рисунку 1.6 процес заморожування замовлень зображений у вигляді блок-схеми.

На рисунку 1.6 у загальному вигляді запас деталей на складі на прогнозований момент часу можна виразити балансовою формулою:

$$Z_i = Z_H - Q + \Pi, \quad (1.4)$$

де Q - обсяг реалізації запасних частин за аналізований період;

З урахуванням наявності зарезервованої кількості деталей, які невитрачені, але у вільному продажу не значаться, запас на початок прогнозованого періоду Z_{Π} дорівнюватиме:

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{в}} + Z_{\text{р}}, \quad (1.5)$$

де $Z_{\text{в}}$ – кількість деталей у вільному продажу, $Z_{\text{р}}$ - кількість зарезервованих деталей. Z_{Π} - Запас на початок періоду.

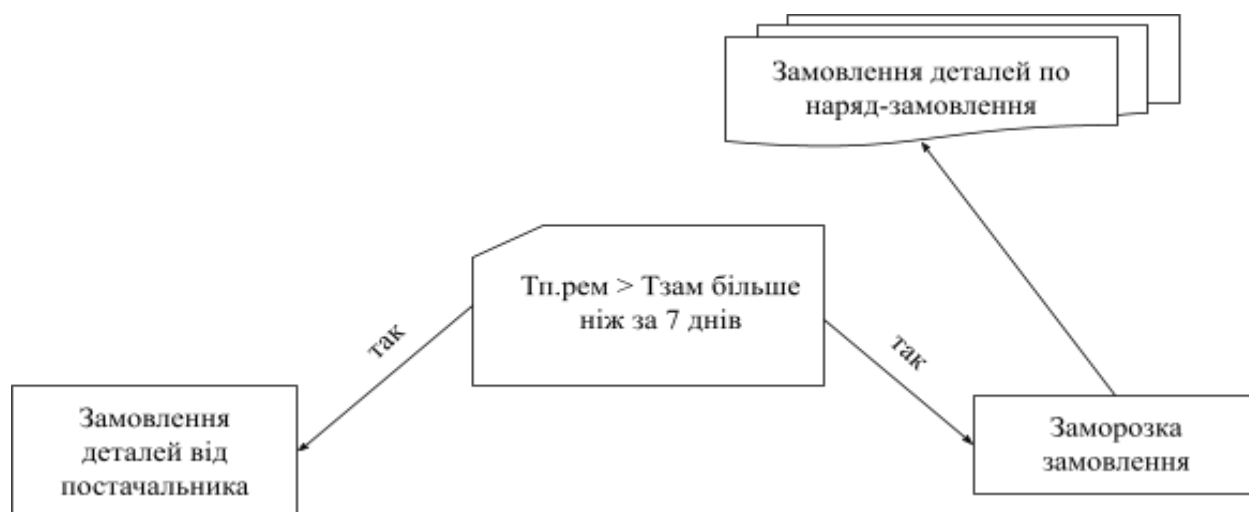


Рисунок 1.6 – Блок-схема заморожування замовлень

$T_{п.рем}$ - Час початку ремонту автомобіля; $T_{зам}$ - Час доставки замовлення;

Π - надходження товару;

Резервування запасних частин характерне, хоч і в меншій кількості, і для відділу продажу запасних частин. Зазвичай, з цією проблемою відділи запасних частин стикаються під час сезонних сплесків попиту, наприклад, під час переходу автомобілів на зимові шини. У цей період автосервіси втрачають до 20% доходів через те, що сплачений товар ще не видано клієнту (особливо це характерно при безготівковій оплаті товару), а місце під новий товар ще не звільнилося. Вирішення проблеми передбачає введення певних заходів, таких як реалізація оплаченого товару після того, як минув встановлений термін, протягом якого клієнт зобов'язаний забрати оплачений товар (зазвичай 1 – 2 тижні). Реалізація товару проводиться після закінчення встановленого терміну, крім особливих випадків, коли автомобіль клієнта заплановано на чергове ТО або у разі коли клієнт знаходиться на значній відстані від підприємства (в іншому регіоні). Витрати на зберігання оплаченого (зарезервованого) товару в магазині запасних частин можуть бути компенсовані за рахунок клієнта. Для цього, при укладенні договору на поставку запасних частин та матеріалів до пункту договору «зобов'язання замовника» мають бути включені положення, що передбачають відповідальність замовника (наприклад, виплата

постачальнику встановленого відсотка від суми замовлення), у тому випадку, якщо він не забирає готове замовлення у встановлений постачальником термін.

Для створення, обліку та зберігання інформації про замовлення, витрат та поповнення запасних частин, зберігання інформації про клієнтів та постачальників на підприємстві існує власна операційна система. На даний момент при формуванні замовлення експерти використовують статистичні коефіцієнти, які існують у даній системі. Найважливішим коефіцієнтом є MAD – витрата запасної частини за останні 6 місяців. Якщо запасна частина, яка знаходиться на складі, за вказаний період жодного разу не продавалася, вона вважається неліквідною (категорія deadstock). Залежно від величини MAD у системі автоматично змінюються значення 2-х інших коефіцієнтів: STD – кількість запасних частин, що постійно належне перебуває на складі; WAR – небезпечна кількість, нижче за яку виникає ризик виникнення дефіциту. Дані коефіцієнти аналогічні оптимальному розміру запасу та граничному (мінімальному) рівню запасу, які широко відомі у більшості досліджень. Оперуючи зазначеними коефіцієнтами, експерт включає на замовлення необхідну запчастину.

Крім зазначених коефіцієнтів при замовленні запасних частин використовується класифікація деталей, яка аналогічна відомому розподілу запасних частин на групи А, В, С. У дилерській мережі запасні частини в залежності від попиту поділяються на 7 класів: А, В, С, D, E, F, J. Існує також спеціальний клас N – нова деталь. Найбільшим попитом користуються деталі трьох перших груп: клас А – витрата від 10 деталей на місяць, В – від 3,9 до 10 деталей та С – від 0,68 до 3,9 деталей. Деталь вважається новою, якщо з її реєстрації минуло менше шести місяців.

Формування замовлення SO – одне з найбільш відповідальних завдань експертів відділу запасних частин підприємства. Основою для формування даного замовлення має стати практична реалізація методики визначення потреби в запасних частинах.

Необхідно зазначити, що при аналізі класифікації деталей у залежності від їх витрати було виявлено значну кількість неліквідних запасних частин. На січень 2021 року обсяг неліквідних запасів на складах підприємства становив у вартісному

вираженні близько 37 тис. дол. США. Аналіз причин виникнення неліквідних запасів показав, що до 70% їх утворень відбувається з вини відділу сервісу.

Майстер, який веде клієнтське замовлення, найчастіше замовляє запасні частини за погодженням обсягів робіт із клієнтом, щоб таким чином заощадити час на доставку запасних частин у разі згоди клієнта на проведення рекомендованих робіт. Відповідно, при відмові клієнта від рекомендованих ремонтних робіт, майстер повертає замовлені деталі назад на склад. Необхідно передбачити відповідальність сервісу за повернення замовлених деталей, аж до оплати повернутих деталей, за рахунок майстра, який склав це замовлення.

1.3 Методи, які використовуються для визначення потреби в запасних частинах

Фактично витрата запасних частин є самостійним фактором, який впливає на їхню потребу.

У багатьох роботах [11, 12, 13, 14] приділяється увага впливу на витрату запасних частин конструктивних факторів. Разом з тим, слід зазначити, що на рівні підприємства автосервісу конструктивні фактори, які відображають рівень конструкційної надійності автомобілів, можуть враховуватися лише як постійні, тому що на них може впливати лише виробник автомобілів та запасних частин. Для спеціалізованих автотранспортних підприємств ця група факторів є основною, оскільки від вибору виробника (постачальника) запасних частин залежить їхня надійність, довговічність та ціна.

Потреба в запасних частинах автосервісного підприємства насамперед залежить від виробничих, технологічних, інформаційних факторів та витрат запасних частин на ТО та ТР автомобіля. Причому на надійність елементів автомобіля та, як наслідок, на норми витрати запасних частин впливає комплекс факторів, що складається з двох груп: потенційні (внутрішні) та експлуатаційні (зовнішні). Перехід елементів автомобільних конструкцій з одного технологічного стану до іншого обумовлений впливом експлуатаційних факторів на потенційні

властивості конструкцій. Потенційні фактори, пов'язані з виробництвом автомобілів та комплектуючих, вважають постійними. До експлуатаційних факторів належать: дорожні, кліматичні умови, режим експлуатації, якість експлуатаційних матеріалів, кваліфікація водія та умови зберігання.

Узагальнюючи досвід попередніх досліджень [6, 7], виділимо сім груп факторів, що впливають на потребу підприємства автосервісу у запасних частинах.

Перша група факторів складається з двох підгруп: маркетинг та менеджмент.

Підгрупа «Маркетинг» складається з чотирьох факторів: кількість автомобілів в експлуатації; обсяг продажу нових автомобілів; обсяги ТО та ремонту попередніх років; обсяги продажів запасних частин за попередні роки. Зі зміною чисельності моделей автомобілів, що експлуатуються в районі розташування підприємства, змінюється і потреба в запасних частинах для цих моделей автомобілів. Підприємство має бути готовим до появи на ринку нових серійних автомобілів, для яких ще не існує статистики витрати запасних частин, а є лише норми, розроблені виробником. У керівних фірм - автовиробників проводиться постійне відновлення модельного ряду. Період випуску навіть найпопулярніших моделей не перевищує 6 – 8 років.

Підгрупа «Менеджмент» складається із шести факторів: реклама; постійна клієнтура; система складів; швидкість постачання запасних частин; швидкість виконання заявок на ТО та ремонт (час очікування); ціни на запасні частини та послуги. Ефективна рекламна діяльність сприяє залученню клієнтів на підприємство автосервісу. Наявність постійних клієнтів є значним чинником. Від наявності сучасної системи складів залежить своєчасна обробка замовлень і доставка запасних частин, і, як наслідок, конкурентоспроможність підприємства над ринком. Недоліком більшості дилерських мереж підприємств автосервісу є значні терміни постачання запасних частин.

Облік впливу шостого чинника дозволяє оцінювати зміну потреби у запасних частинах залежно від установлення та зміни цін на запасні частини та послуги автосервісу. Гнучка цінова політика робить попит керованим.

Друга група факторів – парк автомобілів, що обслуговуються. Від різноманітності модельного ряду автомобілів, що обслуговуються, залежить обсяг номенклатури запасних частин, необхідних для його обслуговування та ремонту. Одним з найважливіших факторів другої групи є структура парку за віком та пробігом. На основі зовнішньої інформації про вік та пробіг автомобілів виділяється сегмент ринку (частина парку, власники якого користуються послугами СТО).

Третя група факторів – умови експлуатації. До цієї групи включено такий фактор, як «кваліфікація водія, який експлуатує автомобіль». Як правило, кваліфікація водіїв - клієнтів підприємства автосервісу нижча за кваліфікацію водіїв - професіоналів, що є характерною відмінністю підприємств автосервісу від автотранспортних підприємств.

До четвертої групи факторів належать методи ТО та ремонту. Від якості ТО та ремонту залежить кількість помилок в роботі автомобіля, які виникають у процесі експлуатації. Належна якість робіт дозволяє знизити витрати запасних частин в експлуатації.

П'ята група чинників – персонал підприємства. Якість виконаних робіт залежить від кваліфікації ремонтних робітників. Ефективна організація виробничого процесу та процесу забезпечення запасними частинами підприємства залежить від кваліфікації інженерно-технічного персоналу. Мотивація персоналу дозволяє підвищити якість послуг.

Шоста група – це фактори, пов'язані з виробничою діяльністю СТО. До них відносяться: потужність СТО (кількість робочих постів), спеціалізація за видами робіт та оснащеність підприємства технологічним обладнанням.

Дуже важливим є прогнозування кількості відвідувань клієнтів на станцію для проведення робіт з обслуговування, ремонту та розподілу цих відвідувань за видами робіт.

Сьома група чинників – організація МТО. Ця група істотно впливає на потребу у запасних частинах. Фактори, що входять до цієї групи, є найбільш керованими в умовах автосервісу. При прогнозуванні потреби у конкретній деталі важливо знати оптимальний розмір її запасу на складі. Ця величина визначається, виходячи із

статистики витрати запасних частин у попередні періоди роботи підприємства. Вона має покривати можливі випередження попиту на цю запасну частину. Облік впливу шостого фактора дозволяє оцінювати зміну потреби у запасних частинах залежно від встановлення та зміни цін на запасні частини та послуги автосервісу. Гнучка цінова політика робить попит керованим.

У роботі [25] сформульовані основні методичні засади прогнозування потреби у запасних частинах підприємств автотранспортного комплексу. Основними принципами є:

- розробка балансу запасних частин на основі прогнозованих оцінок норм витрат, норм запасів та планового обсягу відновлення зношених деталей;
- повна відповідність за ступенем узагальненості, періодом планування; умовами експлуатації та рівню надійності машин, а також між прогнозованими значеннями норм витрат та всією системою показників, що використовується при потребі.

У роботі також зазначається, що для ремонтних підприємств прогнозування потреби у запасних частинах базується на чітко спланованій програмі ТО та ТР на весь період прогнозування.

У роботах [26, 27, 28] виділяють три рівні прогнозування потреби у запасних частинах. Прогнозування на першому рівні проводиться на етапах проектування та доведення нової конструкції (прогнозування потреби на стадії розробки нової моделі автомобіля); другий рівень відповідає етапу експлуатаційних випробувань дослідженої партії автомобілів; третій – відповідає етапу безпосередньої експлуатації серійної партії автомобілів.

У роботі зазначається, що з прогнозування потреби у запчастинах третього рівня доцільно використовувати метод екстраполяції. У загальному випадку модель прогнозу включає три складові і записується у вигляді:

$$y_t = y_t + v_t + \varepsilon_t, \quad (1.6)$$

де y_t – прогнозне значення часового ряду;

y_t – середнє значення прогнозу (тренд);

v_t – складова прогнозу, що відображає сезонні коливання (сезонна хвиля);

ε_t – випадкова величина відхилення прогнозу.

1.4 Аналіз сучасного парку автомобілів, що підлягають обслуговуванню на фірмових станціях автомобільного сервісу

У дослідженні Хлявіча А. І. [10] залежність потреби у запасних частинах від потужності СТО позначалась через A_{in} – кількість автомобілів, які плануються до заїзду на підприємство, причому для визначення цієї кількості автомобілів жодної методики не існувало. Передбачена кількість заїздів, які прогнозували, виходячи зі статистики попередніх років роботи підприємства та загальної тенденції до збільшення кількості заїздів. При складанні такого прогнозу можуть виникнути суперечності, тому що для прогнозованої кількості заїздів на СТО можливо, наприклад, бракуватиме кількості ремонтних потужностей. Тому, використовуючи для розрахунків ці прогнози, необхідно враховувати реальні можливості СТО.

У дослідженнях [10] розглядалася також залежність Q від розподілу автомобілів за віковими групами та пробігом. Цей розподіл не відповідає сучасній структурі автомобільного парку. На запропонований розподіл вплинув той факт, що випуск базової моделі автомобілів, яку обстежили у роботі, розпочався приблизно за 7 років до початку проведення досліджень. Визначити розподіл автомобілів на групи за їх пробігом нині важко. На вартість автомобіля, в основному, впливає рік випуску та технічний стан автомобіля, а пробіг є менш значущим фактором. Вік автомобіля визначає готовність клієнта до обсягів робіт та вартості ремонту. З іншого боку, залежно від пробігу автомобіля з початку експлуатації виробником регламентуються проведення ТО із заміною певної номенклатури запасних частин. Необхідно також зазначити, що в даний час річні пробіги автомобілів, порівняно з пробігами в попередні роки, значно збільшилися. У роботі [25] середній річний пробіг автомобілів, що належать приватним особам, приймається рівним 15 тис. км. У цей час середній річний пробіг автомобілів, що експлуатуються в Україні, перевищує 10

тис. км. При цьому багато автовласників, які купили не нові автомобілі, не можуть надати реальну інформацію про пробіг свого автомобіля.

Важливість питання групування автомобілів за віком та пробігом обумовлена тим, що зі збільшенням віку та пробігу автомобіля не тільки зростає витрата запасних частин, а й змінюється номенклатура деталей, що витрачаються. Зі збільшенням віку автомобілів зростають також обсяги технічного обслуговування. На пробігу 100 тис. км загальні накопичені витрати власника автомобіля марки “Volkswagen” на проведення планових ТО досягають 119 548 грн., що становить понад 9% від первісної вартості нового автомобіля (у тому числі на запасні частини 4 – 5%). Необхідно також зазначити, що гарантійний термін експлуатації автомобіля “Volkswagen”, придбаного у офіційного дилера, становить 3 роки або 100 тис. км пробігу. Заміна гальмівних колодок, ламп освітлення, щіток склоочисника та деяких інших деталей проводиться за рахунок власника автомобіля, тому що заводська гарантія на них не поширюється. Додаткові витрати на дані деталі та їх заміну збільшують загальні витрати на ТО на 3 – 5%.

Основними критеріями, які визначають надійність тієї чи іншої марки автомобіля є статистичні дані автомобільного ринку Євросоюзу. Надійність конкретної моделі у списках “TÜV SÜD” визначається відсотком автомобілів з виявленими дефектами на 1000 автомобілів цієї моделі. За даними, опублікованими TÜV, у 2022 році під перевірку потрапило понад 9.5 млн. машин (згідно з правилами, щорічний техогляд обов'язковий тільки для машин старше двох років, тому в рейтингу відсутні дані щодо нових моделей). За статистикою TÜV десятка найпопулярніших марок автомобілів періоду експлуатації 2 – 3 років зараз виглядає так:

- “Mercedes-Benz GLC”;
- “Mercedes-Benz B-Class”;
- “VW T-Roc”;
- “Mercedes-Benz SLC” та “Porsche 911”;
- “Audi Q2” та “Mercedes-Benz E-Class Coupé”;
- “Audi Q3 та “Mercedes-Benz A-Class”;

- “Opel Grand Land” та “VW Golf Sportsvan”;
- “Mazda CX-3”.

Необхідність ефективного прогнозування потреби в запасних частинах зумовлена також високими темпами зростання продажів нових автомобілів.



Рисунок 1.7 - Методика проведення досліджень

1.5 Мета та завдання дослідження

Основною метою даної роботи є підвищення ефективності функціонування підприємств автосервісу за рахунок розробки методик прогнозування витрат запасних частин на підприємствах автосервісу.

Досягнення поставленої мети пов'язане з вирішенням наступних завдань:

- класифікувати та систематизувати аналіз факторів, які впливають на потребу у запасних частинах;
- дослідити статистичні дані витрат запасних частин на прикладі автосервісного підприємства ТОВ «Джерман Центр»;
- розробити методику прогнозування витрат запасних частин.

Підприємство автосервісу дилерської мережі, яке займається обслуговуванням автомобілів виробництва “Volkswagen”, обрано як об'єкт проведення досліджень у зв'язку зі зростанням останніми роками питомою чисельністю автомобілів цієї марки.

Загальна методика дослідження зображена на рис. 1.7.

Проведені дослідження складаються з кількох етапів.

На початковому етапі досліджень проводиться аналіз попередніх робіт у галузі визначення потреби у запасних частинах підприємств автосервісу.

На етапі теоретичних досліджень проводиться розробка класифікації факторів, що впливають на потребу у запасних частинах, вибір математичного апарату для прогнозування потреби у запасних частинах.

На етапі експериментальних досліджень проводиться аналіз особливостей функціонування підприємства автосервісу, яке є об'єктом проведення досліджень, збирання та опрацювання експериментальних даних. Вибираються прикладні комп'ютерні програми для прогнозування потреби у запасних частинах, і виробляється побудова моделей прогнозування.

1.6 Висновки у першому розділі

1. У попередніх дослідженнях з питань визначення потреб в запасних частинах підприємств автосервісу враховують окремі фактори або групи факторів, які впливають на задоволення потреб у номенклатурі запасних частин. Розроблено методики визначення потреб у запасних частинах.

2. З урахуванням сучасних умов функціонування підприємств автосервісу необхідний облік деяких додаткових факторів, які впливають на потребу в запасних частинах, визначення їх місця у класифікації, а також виявлення зв'язків між самими чинниками.

3. Дилерські підприємства автосервісу мають велику кількість конкурентів. Недоліки у системі матеріально-технічного забезпечення ведуть до зниження конкурентоспроможності підприємства за всіма напрямками діяльності.

4. Витрати власника автомобіля на запасні частини становлять значну частину у загальних витратах на експлуатацію автомобіля. Доходи підприємства від продажу запасних частин можуть перевищувати доходи від проведених робіт з ТО та ремонту. Номенклатура запасних частин змінюється зі зростанням віку та пробігу автомобілів.

5. Високі темпи зростання автомобільного парку сприяють збільшенню потреби підприємств автосервісу у запасних частинах та матеріалах, необхідних для їх експлуатації.

6. Аналіз існуючої на підприємстві системи замовлень та статистичних коефіцієнтів, які використовуються під час управління запасами, показав, що характерною особливістю управління запасами на підприємстві автосервісу є «заморожування» замовлень. Ця особливість використана при побудові блок-схем процесу формування замовлення для поповнення складу та загального процесу управління запасами на підприємстві. При аналізі системи управління запасами встановлено, що джерелом зростання неліквідних запасів на складі підприємства є повернення деталей на сервісне наряд-замовлення, а також замовлення деталей для поповнення складу.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПРОГНОЗУВАННЯ ВИТРАТИ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН НА АВТОСЕРВІСНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

2.1 Особливості управління запасами на підприємствах автосервісу

Система забезпечення запчастинами на СТО є системою масового обслуговування, оскільки відповідає основним ознакам цієї системи. Запасні частини, які витрачаються на СТО, становлять випадковий потік вимог, попит на запасні частини в цьому випадку, як зазначалось у попередніх дослідженнях [7], описується розподілом Пуассона:

$$P_{ka} = \frac{a^k}{k!} e^{-a}, \quad (2.1)$$

де P_{ka} – ймовірність того, що кількість необхідних запасних частин буде дорівнює k при середній кількості запчастин, що витрачаються;

a - витрата запчастин за цілі проміжки часу.

Потік потреби запасних частин для існуючих підприємств автосервісу поділяється на кілька складових залежно від спеціалізації підприємства та обсягів запасних частин, які споживають його відділи. Сучасні підприємства автосервісу (особливо це притаманне підприємствам дилерської мережі) мають, крім власної сервісної бази, ще й відділ роздрібного продажу запасних частин. Крім того, на підприємстві є власний парк автомобілів для виробничо-господарських потреб, відділ продажу нових та старих автомобілів, а на деяких ще й служба прокату автомобілів.

У загальному випадку витрата запасних частин сучасного підприємства автосервісу дилерської мережі виглядатиме так:

$$Q = Q_{\text{то}} + Q_{\text{маг}} + Q_{\text{соб}} + Q_{\text{користь}} + Q_{\text{ас}}, \quad (2.2)$$

де $Q_{\text{то}}$ – потреба в запасних частинах підприємства для проведення ТО та ремонту автомобілів клієнтів;

$Q_{\text{маг}}$ – потреба в запасних частинах відділу продажу запасних частин;

$Q_{\text{соб}}$ – потреба в запасних частинах парку автомобілів для виробничо-господарських потреб;

$Q_{\text{користь}}$ – потреба в запасних частинах відділу прокату автомобілів;

$Q_{\text{ас}}$ – потреба в запасних частинах відділу продажу автомобілів.

Витрати запасних частин допоміжними службами СТО можна об'єднати в одну загальну складову витрат запчастин, тому що ремонтні впливи на парк власних автомобілів підприємства здійснюються, як правило, силами сервісної служби, винятком є лише складові витрати, які припадають на відділ продажу запасних частин. У загальному випадку, потреба в запасних частинах (Q) для такого підприємства виглядатиме таким чином:

$$Q = Q_{\text{серв}} + Q_{\text{маг}}, \quad (2.3)$$

де $Q_{\text{серв}}$ – загальна потреба в запасних частинах автосервісної служби;

$Q_{\text{маг}}$ – потреба в запасних частинах відділу продажів (магазину) запасних частин.

На рисунку 2.1 представлено приблизний розподіл витрат запасних частин між основними підрозділами автоцентру ТОВ «Джерман Центр» м. Вінниця за підсумками 2021 р.

Якщо для розрахунків потреби в запасних частинах ($Q_{\text{серв}}$) автосервісної служби необхідна наявність достовірної інформації про експлуатаційні фактори та склад парку автомобілів, то для розрахунків потреби в запасних частинах для магазину запасних частин ($Q_{\text{маг}}$) отримання такої інформації значно ускладнюється.

Зважаючи на те, що при великих значеннях кількості запчастин згідно із законом розподілу Пуассона з прийнятним наближенням може бути описано нормальним законом розподілу. Скористаємося ним для визначення $Q_{\text{маг}}$.

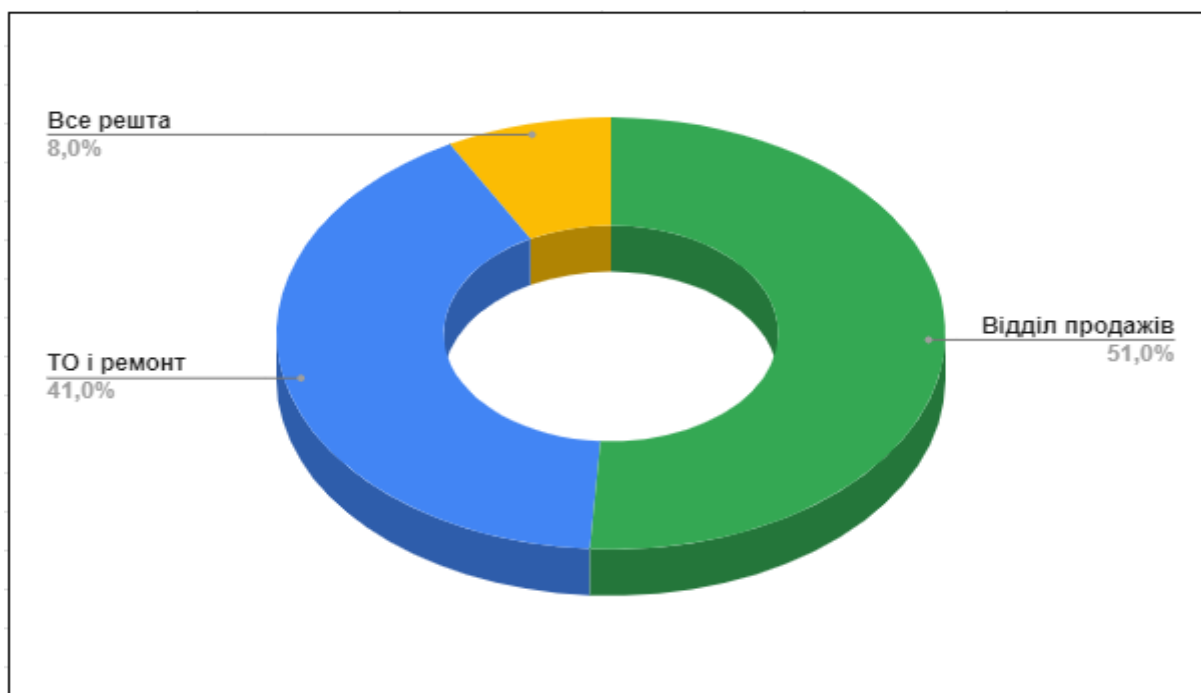


Рисунок 2.1 - Розподіл витрат запасних частин серед відділів підприємства

Для нормального закону розподілу ймовірність того, що $Q_{\text{маг}}$ буде менше, ніж $Q+Z\sigma$.

$$P(-\infty < Q_{\text{маг}} < Q+Z\sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt, \quad (2.4)$$

де Q – математичне очікування розподілу;

z – нормоване відхилення від середнього значення;

σ – середньоквадратичне відхилення.

Задаючись ймовірністю P , визначимо величину z :

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt = P. \quad (2.5)$$

Необхідна кількість запчастин необхідної номенклатури буде:

$$Q_{\text{маг}} = Q + Z\sigma \quad (2.5)$$

де Q і σ – математичне очікування та середньоквадратичне відхилення відповідно.

Разом з тим, специфіка підприємств автосервісу передбачає прогнозування потреби в запасних частинах на порівняно короткі проміжки часу (як правило, не

більше місяця), і якщо під час проведення експериментальних досліджень буде виявлено, що витрата запасних частин не підкоряється описаним залежностям використовувати дану модель прогнозування буде недоцільно.

Розглядаючи витрату запасних частин для підприємства як дві різних складових, можливе виникнення низки складностей:

- збільшення обсягу обчислень щодо потреби в запасних частинах;
- відсутність статистичної інформації щодо витрати запасних частин кожним відділом окремо;
- зібрана статистика витрат запасних частин окремо для кожного відділу не повною мірою відображає характер руху запасних частин від постачальника до споживача. Наприклад, запасні частини, куплені в магазині запасних частин, можуть встановлюватися у відділі сервісу того самого підприємства. Або через обмежені можливості сервісу майстер може рекомендувати клієнту встановлення деталей на іншому підприємстві куплених у магазині цього автосервісу.

Таким чином, у рамках даного дослідження необхідно проаналізувати статистику витрат запасних частин авто сервісною службою та магазином окремо, щоб показати тенденцію зміни витрат та вибрати математичний апарат для прогнозування потреби у запасних частинах, який забезпечить максимальну точність прогнозу.

У практичних розрахунках для прогнозування зміни параметрів різних систем, якщо є інформація про чинники, які впливають даний параметр, часто використовуються регресійні моделі. Для врахування впливу різних факторів на витрату запасних частин та встановлення щільності зв'язків між самими факторами необхідно побудувати багатфакторну регресійну модель.

Витрата запасних частин у цьому випадку буде результативною ознакою, а решта змінних буде факторними ознаками $x_{1...m}$.

У загальному випадку рівняння регресії для прогнозування потреби у запасних частинах має такий вигляд:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_m x_m \quad (2.7)$$

де змінні $x_{1...m}$ - є факторними ознаками.

В модель увійдуть лише ті фактори, кількісний облік та прогнозування зміни, які можна зробити в умовах підприємства автосервісу.

Щоб побудувати багатфакторну регресійну модель результативної ознаки, необхідно попередньо відібрати факторні ознаки в модель. З цією метою обчислюються коефіцієнти парної кореляції (r). Наприклад:

$$r_{yx_1} = \frac{\overline{yx_1 + yx_1}}{\sigma_y \sigma_{x_1}}, \quad (2.8)$$

де змінні σ_y та σ_{x_1} - середньоквадратичні помилки відповідних вибірок.

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\Sigma(y-\bar{y})^2}{n}}; \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{\Sigma(x-\bar{x})^2}{n}}. \quad (2.9)$$

Чинники, коефіцієнти парної кореляції яких з результативною ознакою у нижче заданого рівня значимості, модель не вводяться. При проведенні практичних розрахунків потреби у запасних частинах приймемо заданий рівень значущості, що дорівнює 0,05.

Далі проводиться перевірка на наявність мультиколінеарних факторних ознак. З кожної пари таких ознак модель вибираємо одну (ознака з найбільшим коефіцієнтом r_{yx_1}). При відборі факторів у модель прогнозування потреби у запасних частинах ознакою мультиколінеарності факторів буде значення коефіцієнта парної кореляції понад 0,8.

Оцінки параметрів моделі a_0, a_1, \dots, a_n рівняння регресії за допомогою методу найменших квадратів представимо в матричному вигляді.

Приймемо такі позначення:

$$a = (a_j) \quad j = 0, 1, \dots,$$

m – вектор невідомих параметрів;

$a = (a_j)$ - Вектор оцінок параметрів;

$$y = (y_i), \quad i = 1, \dots,$$

n – вектор значень залежної змінної;

$X = (x_{ij})$ – матриця значень незалежних змінних розмірністю;

$n \cdot (m+1) \varepsilon = \varepsilon(i)$ – вектор помилок у моделі;

$e = (e_i)$ – вектор помилок у рівнянні з оцінюваними параметрами.

В звичайному записі вектор розуміється як вектор-стовпець, тобто матриця розмірністю $n \cdot 1$.

Рівняння регресії з оцінюваними параметрами має вигляд:

$$\hat{y} = X \cdot a + e. \quad (2.10)$$

Сума квадратів відхилень дорівнює:

$$\begin{aligned} Q = \sum e_i^2 = e^t \cdot e &= (y - X \cdot a)^t (y - X \cdot a) = y^t \cdot y - a^t x^t \cdot y - y^t \cdot x \cdot a + a^t \cdot x^t \cdot a = \\ &= y^t \cdot y - 2 \cdot a^t \cdot x^t \cdot y + a^t \cdot x^t \cdot x \cdot a. \end{aligned} \quad (2.11)$$

Диференціюючи Q по a , отримуємо:

$$\frac{\delta Q}{\delta a} = -2x^t \cdot y + 2a \cdot (x^t \cdot x). \quad (2.12)$$

Прирівнюючи похідну до нуля, отримаємо вираз визначення вектора оцінки a :

$$X^t \cdot y = X^t \cdot x \cdot a, \quad a = (X^t \cdot X)^{-1} \cdot (X^t \cdot y). \quad (2.13)$$

У розглянутому рівнянні регресії матриці коефіцієнтів при невідомих параметрах мають вигляд:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix}. \quad (2.14)$$

$$X^T \cdot X = \begin{bmatrix} n & \sum x_{i1} & \dots & \dots & \sum x_{im} \\ \sum x_{i1} & \sum x_{i1}^2 & \dots & \dots & \sum x_{i1} \times x_{im} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum x_{im} & \sum x_{i1} \times x_{im} & \dots & \dots & \sum x_{im}^2 \end{bmatrix}; \quad (2.15)$$

$$X^T \cdot y = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum y_i \cdot x_{i1} \\ \vdots \\ \sum y_i \cdot x_{im} \end{bmatrix}. \quad (2.16)$$

Результат виконується по числу спостереження m .

Обчислення параметрів рівняння регресії – трудомісткий процес. Існуючі нині пакети прикладних комп'ютерних програм виробляють його автоматично.

Після обчислення коефіцієнтів часткової кореляції, визначимо коефіцієнт множинної кореляції r_y , який характеризує щільність зв'язку результативних і факторних ознак, в загальному випадку, визначається за формулою:

$$r_y = \sqrt{\frac{\sigma_{y1,2,\dots,m}}{\sigma_y^2}} = \sqrt{1 - \frac{\sigma_{y(2,\dots,m)}}{\sigma_y^2}}, \quad (2.17)$$

де $\sigma_{y1,2,\dots,m}$ - факторна дисперсія;

$\sigma_{(y1,2,\dots,m)}$ - остаточно дисперсія;

σ_y^2 - дисперсія результативної ознаки.

$$\sigma_{y1,2,\dots,m}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{n-1}; \quad \sigma_{y(1,2,\dots,m)}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-1}; \quad \sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (2.18)$$

де \hat{y}_i - розрахункове значення результативної ознаки;

\bar{y} - середнє значення результативної ознаки.

Прийнята форма запису індексів означає:

$\sigma_{y1,2,\dots,m}^2$ - дисперсія \hat{y}_i отримана з урахуванням факторів x_1, x_2, x_m ;

$\sigma_{(y\ 1,2\dots m)}^2$ – дисперсія \widehat{y}_i , отримана за елімінацією впливу x_1, \dots, x_m ;

Чим щільніше фактичні значення y_i розташовуються щодо лінії регресії, тим менша остаточно дисперсія (більше факторна дисперсія) і, як наслідок, більша величина r_y .

Таким чином, коефіцієнт множинної кореляції, як і величина залишкової дисперсії, характеризує якість підбору рівняння регресії.

Для перевірки якості регресійної моделі необхідно оцінити значення коефіцієнта множинної кореляції. Ця оцінка проводиться за допомогою t-статистики Стюдента [5] шляхом перевірки рівності нулю k-го коефіцієнта регресії ($k=1, 2, \dots, m$). Розрахункове значення t-критерію з числом ступенів свободи ($n - m - 1$) знаходять шляхом розподілу k-го коефіцієнта регресії на середньоквадратичне відхилення цього коефіцієнта δ_{ry} . В цьому випадку:

$$\sigma_{ry} = \frac{\sqrt{1-r^2}}{\sqrt{n-m-1}}; \quad (2.19)$$

$$t_{\text{расчетн}} = \frac{r_y}{\sigma_{ry}} = r_y \cdot \sqrt{\frac{n-m-1}{1-r^2}}.$$

Обчислене значення $t_{\text{розрах}}$ порівнюється з критичним t_k , яке береться з таблиці значень t критерію Стюдента з урахуванням заданого рівня значущості та числа ступенів свободи k.

Якщо розрахункове значення t більше критичного, то коефіцієнт кореляції вважається значущим і зв'язок між результативною ознакою та сукупністю факторних ознак тісний.

Далі аналізуємо множинну регресійну модель. Оцінка ваги цієї моделі проводиться за допомогою F-Критерію Фішера [19, 20]. При цьому висувається гіпотеза про рівність нулю коефіцієнтів рівняння регресії ($a_1=a_2=\dots a_m=0$) - модель незначна.

Фактичне значення F-критерію Фішера визначається за формулою:

$$F_{\text{розрах}} = \frac{r_y^2}{1-r} \cdot \frac{n-m-1}{m}. \quad (2.20)$$

де m – кількість параметрів рівняння регресії.

Величина $F_{\text{розрах}}$ порівнюється з F_{kp} значення якої визначається за таблицею F-Критерію з урахуванням прийнятого рівня значущості та числом ступенів свободи $k_1 = n - 1$ і $k_2 = m - 1$. Якщо розрахункове значення критерію більше критичного, то буде справедливою конкуруюча гіпотеза, тобто багатофакторна модель – значуща.

На практиці не всі програми передбачають докладний аналіз побудованої регресійної моделі. При використанні стандартних пакетів прикладних програм для розрахунків потреби у запасних частинах перевагу віддаємо тим пакетам, які виконують оцінку якості та значущості регресійної моделі.

Для оцінки частини зміни (варіації) результативної ознаки під впливом факторних ознак служить коефіцієнт детермінації $D = r \cdot y^2$ [19, 20].

Пряме порівняння коефіцієнтів регресії можливе у разі, якщо ці коефіцієнти виражаються у однакових одиницях. Більшість факторів, які впливають на потребу в запасних частинах, мають різні одиниці виміру (у кілометрах, штуках, днях тощо).

Щоб зробити коефіцієнти регресії порівнянними, необхідно застосування нормованих коефіцієнтів регресії β_j [19, 20]. Коефіцієнт β_j показує величину зміни результативної ознаки у значеннях середньоквадратичної помилки при зміні факторної ознаки x_j на одну середньоквадратичну помилку:

$$\beta_j = a_j \cdot \left(\frac{\sigma_{xj}}{\sigma_y} \right), \quad (2.21)$$

де a_j - коефіцієнт регресії при x_j фактор;

σ_{xj} та σ_y – середньоквадратична помилка факторного та результативного показників.

Щоб оцінити, на скільки відсотків зміниться результативна ознака, якщо значення однієї з факторних ознак зміниться на 1%, обчислимо коефіцієнти еластичності.

$$\varepsilon_j = \frac{\widehat{\delta y}}{\delta x_1} \cdot \frac{x_1}{\widehat{y}}, \quad (2.22)$$

де $\frac{\widehat{\delta y}}{\delta x_1}$ - приватна похідна від регресії за змінною x_1 ;

x_1 - значення фактора x_j на заданому рівні;

\widehat{y} - розрахункове значення результативної ознаки при заданих рівнях

факторних ознак.

Для прогнозування потреби в запасних частинах за допомогою багатфакторної регресійної економетричної моделі на L кроків уперед необхідно знати прогнозні значення всіх вхідних у модель факторів. Ці значення можуть бути отримані на основі методів екстраполяції, наприклад, за допомогою середніх абсолютних приростів факторних ознак. Прогнозні значення факторів підставляють у модель та одержують точкові прогнозні оцінки потреби в запасних частинах деталей необхідної номенклатури. Якщо в ході подальших досліджень буде виявлено, що застосування лінійної багатфакторної моделі недоцільно, то залежність потреби в запасних частинах від факторних ознак буде описуватися нелінійними рівняннями.

У цьому випадку, для оцінки параметрів регресії, необхідно привести рівняння регресії до лінійного вигляду. Лінеаризація може бути забезпечена логарифмування [29]. Недоліком логарифмування і те, що оцінки параметрів регресії виходять зміщеними.

У випадку, оцінювання нелінійних параметрів регресії здійснюють за допомогою нелінійного методу найменших квадратів. Для цього мінімізується сума квадратів відхилень розрахункових $f(a_1, a_2)$ та фактичних значень y_i результативної ознаки:

$$Q = \sum e_i^2 = \sum \left[y_i - f(a_1, a_2, \dots) \right]^2. \quad (2.23)$$

шляхом диференціювання Q за параметрами a_j .

В результаті отримаємо систему нормальних рівнянь. Система, яка лінеаризує шляхом розкладання до ряду Тейлора, і далі використовується лінійний метод найменших квадратів.

В умовах підприємства автосервісу, коли необхідне прогнозування потреби в запасних частинах на короткостроковий період, найбільш важливими є останні показники реалізації запасних частин, що є особливо характерним для магазину запасних частин. У цьому випадку доцільно використовувати адаптивні моделі прогнозування, які враховують нерівноцінність рівнів часового ряду.

Для прогнозування потреби в запасних частинах використовуємо адаптивну модель прогнозування, яка базується на схемі ковзного середнього. Згідно зі схемою ковзного середнього, оцінкою поточного рівня є виважене середнє всіх попередніх рівнів, причому ваги при спостереженнях зменшуються в міру віддалення від наступного рівня, тобто інформаційна цінність спостереження вважається тим більшою, чим ближче до кінця інтервалу спостережень.

Реакція на помилку прогнозу моделі, що базується за даною схемою, визначається за допомогою параметрів згладжування (адаптації), значення яких можуть змінюватися від нуля до одиниці. Високе значення цих параметрів (вище 0,5) означає надання більшої ваги останнім рівням ряду, а нижчий (менше 0,5) – попереднім спостереженням. Як показав аналіз рядів значень потреби в запасних частинах на підприємствах автосервісу, значення параметрів згладжування має перебувати в межах від нуля до 0,5.

Для безпосередніх розрахунків передбачається використовувати базову модель за схемою ковзного середнього – модель Брауна, яка представляє процес розвитку як лінійну тенденцію з постійно не постійними параметрами. Для побудови лінійної адаптивної моделі Брауна необхідний тимчасовий ряд довжиною N . Наприклад, при прогнозуванні потреби у запасних частинах по місяцях року зазначений ряд складатиметься зі значень реалізації запасних частин у попередні місяці роботи підприємства. Прогноз значення потреби на k кроків здійснюється за формулою:

$$Y(t+k)=A_0+A_1 \cdot k, \quad (2.24)$$

де коефіцієнт A_0 – значення, близьке до останнього значення величини потреби в запасних частинах, і є закономірною складовою цієї величини. Коефіцієнт A_1 визначає приріст, який сформувався в основному до кінця періоду спостережень, проте, відображає (щоправда, меншою мірою) швидкість зростання на більш ранніх етапах.

За першими п'ятьма точками ряду оцінюються початкові значення A_0 і A_1 параметрів моделі за допомогою методу найменших квадратів для лінійної апроксимації: $Y_p(t, k) = A_0(t) + A_1(t) \cdot k$ ($t=1,2,\dots,5$). З використанням отриманих значень параметрів A_0 та A_1 знаходимо прогноз однією крок ($k=1$):

$$Y_p(t, k)=A_0(t)+A_1(t) \cdot k, \quad (2.25)$$

Розрахункове значення потреби в запасних частинах порівнюється з його фактичним показником та обчислюється величина їх розбіжності (помилка).

При $k = 1$ маємо: $e(t + 1) = Y(t + 1) - Y_p(t, 1)$. Відповідно, по цій величині коригуються параметри моделі. Модифікація здійснюється так:

$$\begin{aligned} A_0(t) &= A_0(t-1) + A_1(t-1) + \alpha^2 e(t); \\ A_1(t) &= A_1(t-1) + \alpha^2 e(t), \end{aligned} \quad (2.26)$$

де α - параметр згладжування, оптимальне значення якого знаходиться ітеративним шляхом, тобто багаторазовим побудовою моделі при різних значеннях і вибором найкращого;

$e(t)$ – помилка прогнозування рівня $Y(t)$, обчислена в момент часу на один крок уперед.

Необхідно зазначити, що зазначена методика має забезпечувати хороші результати при існуванні постійної тенденції зміни витрати запасних частин, близької до лінійної залежності.

Для аналізу та прогнозування внутрішньорічних коливань попиту може бути використана модель внутрішньорічних коливань за допомогою рядів Фур'є.

Періодичну функцію $\varphi(t)$ можна подати у вигляді суми кінцевого або нескінченної множини синусоїдальних величин:

$$\begin{aligned} \varphi(t) &= A_0 + A_1 \cdot \sin(\omega t + \alpha_1) + A_2 \cdot \sin(2\omega t + \alpha_2) + A_3 \cdot \sin(3\omega t + \alpha_3) \dots \\ &= A_0 + \sum A_n \cdot \sin(n\omega t + \alpha_n). \end{aligned} \quad (2.27)$$

Геометрично це означає, що графік періодичної функції одержують шляхом накладання ряду синусоїд, складне коливання яких характеризується функцією $\varphi(t)$ і розкладається на окремі гармонічні коливання.

Окремі синусоїдальні величини, що входять до складу розкладання (2.28), називаються гармонічними складовими функції $\varphi(t)$ або просто її гармоніками (першою, другою тощо). Сам процес розкладання періодичної функції на гармоніки називається гармонічним аналізом.

Для розкладання в ряд Фур'є необхідно, щоб вихідна функція $\varphi(t)$ в інтервалі $(a, a+2l)$ задовільнила умовам Діріхле, а саме:

- Поступово обмежена, тобто $|\varphi(t)| \leq M$ при $a < x < a+2l$, де M постійна;
- має не більше ніж кінцеве число точок розриву, і всі вони 1-го роду;
- мають кінцеве число точок суворого екстремуму;
- $\varphi(t)$ - безперервна або шматково - безперервна в інтервалі $(a, a+2l)$.

У цьому випадку справедливе розкладання:

$$\begin{aligned} \varphi(x) &= a_0 + a_1 \cdot \cos \frac{\pi x}{1} + b_1 \cdot \sin \frac{\pi x}{1} + a_2 \cdot \cos \frac{2\pi x}{1} + b_2 \cdot \sin \frac{2\pi x}{1} + \dots \\ &\dots a_n \cdot \cos \frac{n\pi x}{1} + b_n \cdot \sin \frac{n\pi x}{1} = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cdot \cos \frac{n\pi x}{1} + b_n \cdot \sin \frac{n\pi x}{1} \right), \end{aligned} \quad (2.28)$$

$$\text{де } a_n = \frac{1}{1} \int_a^{a+2l} f(x) \cos \frac{n\pi x}{1} \delta x, \quad b_n = \frac{1}{1} \int_a^{a+2l} f(x) \sin \frac{n\pi x}{1} \delta x.$$

При аналітичному вираженні зміни рівнів часового ряду використовуємо формулу:

$$y_1 = a_0 + \sum (a_k \cdot \cos kt + b_k \cdot \sin kt), \quad (2.29)$$

де k визначає номер гармоніки, який використовується з різним ступенем точності (зазвичай від 1 до 4).

При вирішенні рівняння параметри визначаються з урахуванням положення методу найменших квадратів. Визначаючи для функції приватні похідні та прирівнюючи їх до нуля, отримуємо систему нормальних рівнянь, параметри яких обчислюються за формулами:

$$a_0 = \frac{\sum y_t}{n}; \quad a_k = \frac{2}{n} \sum y_1 \cdot \cos kt_1; \quad b_k = \frac{2}{n} \sum y_1 \cdot \sin kt_1 \quad (2.30)$$

При аналізі низки зміни витрати запасних частин значення n набувають рівних 12. Подаючи місячні періоди як частини кола, ряд внутрішньо річної динаміки можна записати у вигляді таблиці 2.1:

Таблиця 2.1 - Місячні періоди як частини кола

| | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Періоди (t_i) | 0 | $\frac{1}{6}\pi$ | $\frac{1}{3}\pi$ | $\frac{1}{2}\pi$ | $\frac{5}{6}\pi$ | π | $\frac{7}{6}\pi$ | $\frac{4}{3}\pi$ | $\frac{3}{2}\pi$ | $\frac{1}{6}\pi$ | $\frac{5}{3}\pi$ | $\frac{11}{6}\pi$ |
| Рівні (y_i) | y_1 | y_2 | y_3 | y_4 | y_5 | y_6 | y_7 | y_8 | y_9 | y_{10} | y_{11} | y_{12} |

Для реалізації цих розрахунків за допомогою персонального комп'ютера необхідна інформація про витрати запасних частин у попередні місяці роботи підприємства (не менше ніж за 12 місяців).

2.2 Розробка методичних принципів вибору математичних моделей для прогнозування потреби у запасних частинах

Перш ніж розпочати розрахункову частину роботи, необхідно виконати відбір розглянутих математичних моделей з урахуванням специфічних особливостей функціонування підприємства автосервісу та її системи.

Сформулюємо такі методичні засади вибору математичних моделей для прогнозування потреби в запасних частинах підприємств автосервісу (рисунок 2.2)



Рисунок 2.2 – Методичні засади вибору математичних моделей для прогнозування потреб у запасних частинах

Пристаючи до аналізу вихідних даних, необхідно вирішити, які дані найбільш актуальні при розробці прогнозу. Не менш важливо встановити відповідні функціональні залежності, тобто дані мають бути узгоджені.

Під час збирання інформації мають бути відображені достовірні дані, підтвержені звітною документацією підприємства. Отримання прогнозів на заданому часовому інтервалі передбачає безперервну послідовність вихідних даних. Обсяг зібраної інформації має бути достатнім для побудови моделей та отримання прогнозів.

Моделі прогнозування повинні реагувати на зміни динаміки низки спостережень, тобто об'єктивно відображати тенденції зміни витрат запасних частин

протягом аналізованого часового інтервалу, мати достатню гнучкість, необхідну для обліку та вирівнювання відхилень у прогностичних оцінках, що отримуються. Модель повинна мати емерджентність, тобто мати властивості, властиві моделі в цілому, які не є властивостями лише одного конкретного елемента моделі. Адекватність моделі – основна вимога, що визначає можливість використання побудованої моделі для прогнозування. Для адекватних моделей є сенс ставити завдання оцінки їх точності. Точність моделі характеризується величиною відхилення результату моделі від реального значення змінної, що моделюється.

Номенклатура запасних частин, що постійно витрачаються, на дилерському підприємстві автосервісу складає кілька тисяч найменувань. Проведення розрахунків потреби в запасних частинах можливе лише у разі застосування стандартних пакетів прикладних комп'ютерних програм.

На підставі викладених вимог для наступних розрахунків проводиться вибір стандартних пакетів прикладних комп'ютерних програм.

Повний аналіз математичних моделей можна провести лише після побудови моделі та отримання прогнозу потреби у запасних частинах. Проаналізуємо раніше розглянуті моделі на відповідність лише тим вимогам, які не передбачають побудови моделі витрати та проведення попередніх розрахунків потреби в запасних частинах. Результати аналізу моделі представлені у таблиці 2.1.

Формули для розрахунків потреби в запасних частинах, засновані на застосуванні нормативів (див. п. 1.2), не задовольняють більшості представлених вимог. Зарубіжні виробники автомобілів не встановлюють норм витрат запасних частин для дилерів. Кількість автомобілів, що обслуговуються, і структура парку за моделями, віком та пробігом постійно змінюються, і для конкретного підприємства автосервісу розробити норми витрати запасних частин неможливо.

Використання трендових моделей прогнозування можливе лише за наявності постійної тенденції у зміні витрати запасних частин. Якщо припустити, що зростання витрати запасних частин на прогнозованому проміжку часу зміниться витратами, вказана модель «не відчує» цієї зміни. Моделі, що ґрунтуються на

законах розподілу випадкової величини, також припускають відповідність змін витрати запасних частин кривої розподілу.

Таблиця 2.2 - Результат аналізу моделей

| Моделі та методи | Забезпечення характеристик прогнозу | Відповідальність вимогам вихідних даних | | Відповідальність вимогам моделей прогнозування | | | Відповідальність вимогам стандартних пакетів прикладних програм |
|-----------------------------------|--|---|--|--|----------------|---|---|
| | Відповідальність заданому часовому інтервалу | Об'єм результативних даних | Безперервність внутрішніх часових інтервалів | Адаптивність до зміни ряду спостережень | Емерджентність | Незалежність від випадкових коливань вихідних даних | Адекватність опису моделюючого процесу |
| Моделі тренду | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ |
| Регресійні моделі | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ |
| Адаптивна модель Брауна | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ |
| Моделі з використанням ряду Фур'є | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Нормативні методи планування | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ | ✓ |
| Нормативні методи планування | ✗ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✗ | ✗ |

Регресійні моделі дають можливість отримання короткострокового прогнозу, але потребують значного обсягу вихідних даних. Вони задовольняють вимогу емерджентності, і для них є стандартні пакети прикладних комп'ютерних програм, які адекватно описують процес моделювання.

Адаптивна модель прогнозування задовольняє всі розроблені принципи, але неадекватно реагує на випадкові коливання вихідних даних.

На підставі вищесказаного, для прогнозування потреби в запасних частинах може бути використана адаптивна модель прогнозування, а також, з певними припущеннями, регресійна модель прогнозування та модель прогнозування на основі гармоній ряду Фур'є.

2.3 Вибір пакетів прикладних комп'ютерних програм визначення потреби в запасних частинах

Для отримання кількісних характеристик прогнозування необхідно вибрати моделі, на основі яких буде розроблено методику розрахунків потреби в запасних частинах.

Перш ніж застосовувати вказану модель у практичних розрахунках, необхідний аналіз кривої витрати запасних частин.

У сучасній світовій практиці фірми широко застосовують статистичний апарат для аналізу результатів роботи підприємств. Ринок програмного забезпечення пропонує споживачам понад 1000 різних статистичних програм.

На автомобільному транспорті нині ці програми знайшли застосування, як складові програмного забезпечення підприємств. Деякі підприємства, застосовуючи пакети прикладних комп'ютерних програм (наприклад, 1С), використовують лише стандартний склад цих програм, який не дозволяє проводити всебічні дослідження процесів, що протікають, і здійснюють розрахунки тільки в рамках запропонованих розробниками функцій. Інші, особливо великі підприємства автосервісу, що входять до складу дилерської мережі, мають власне програмне забезпечення, здатне оперативно реагувати на зміни в умовах роботи підприємства. Зазвичай такі підприємства мають спеціальний відділ, який займається розробкою та вдосконаленням існуючого програмного забезпечення, розробкою додаткових модулів системи, потреба у яких виникає під час роботи інших підрозділів підприємства. Фахівці аналізують досвід роботи прикладних програм та використовують його при розробці власного програмного забезпечення.

Основну частину статистичних пакетів представляють спеціалізовані пакети та пакети загального призначення. Спеціалізовані пакети доцільно застосовувати у тих випадках, коли систематично потрібно вирішувати завдання у конкретній галузі діяльності. З пакетів цього типу можна виділити: REGRE, ЕВРИСТА, МЕЗОЗАВР,

ОЛІМП. Ці пакети містять методи з одного - двох розділів статистики або методи, які використовуються для аналізу конкретної сфери діяльності.

До статистичних пакетів загального призначення належать: STADIA, STATGRAPHICS, SPSS, STATISTICA. Такі пакети доцільно застосовувати на початковому етапі обробки інформації, виборі моделі для досліджень та навчання основ статистики. Відмінною рисою їх є зручний інтерфейс та широкий діапазон статистичних методів.

Необхідно відзначити, що внаслідок високої популярності статистичних методів при аналізі та обробці інформації відповідне математичне забезпечення почало включатися до табличних процесорів та баз даних. Зокрема, табличний процесор MS Excel містить у собі до 70 статистичних функцій. Тому, навіть не маючи під рукою статистичних пакетів та програмного забезпечення, яке дозволяє робити необхідний аналіз даних, спеціаліст відділу запасних частин підприємства автосервісу, який володіє Excel, може використовувати ці функції для прогнозування потреб у запасних частинах та обробки допоміжних даних. Обов'язковою умовою є сумісність програмного забезпечення підприємства з процесором Excel, тобто можливість здійснювати експорт/імпорт даних з однієї програми в іншу.

У цьому дослідженні для побудови моделей прогнозування та реалізації розрахунків потреби в запасних частинах з використанням розробленого математичного апарату пропонуються до використання засобу MS Excel. За допомогою електронних таблиць MS Excel побудуємо адаптивні моделі прогнозування та моделі, що базуються на застосуванні рядів Фур'є для відповідної номенклатури деталей.

Розрахунки потреби в запасних частинах з використанням методів кореляційно-регресійного аналізу через великий обсяг обчислень виконуємо за допомогою спеціалізованої програми Regre 2.81.

2.4 Висновки з другого розділу

1. Виконано аналіз попередніх факторів досліджень, що впливають на потреби в запасних частинах, необхідні для подальших досліджень.

2. Розроблено комплекс вимог, що пропонуються до вихідних даних, математичних моделей прогнозування, пакетів прикладних комп'ютерних програм з урахуванням забезпечення характеристик прогнозу.

3. На основі запропонованого комплексу вимог розроблено методичні принципи вибору математичних моделей, що використовуються для науково-технічного прогнозування потреб підприємств автосервісу в запасних частинах. За наявності інформації про фактори, що виявляють істотний вплив на потребу у запасних частинах, необхідно використовувати багатofакторну регресійну модель прогнозування. У разі відсутності інформації про зазначені фактори доцільніше застосовувати адаптивну модель прогнозування. При значних сезонних коливаннях витрат запасних частин для прогнозування рекомендується використовувати моделі, побудовані на основі гармонік ряду Фур'є.

Сформульовано вимоги до пакетів прикладних комп'ютерних програм щодо огляду можливості їх застосування для аналізу витрати запасних частин підприємства автосервісу. Відповідно до вимог зроблено вибір прикладних програм. Для побудови адаптивних моделей прогнозування та моделей прогнозування з використанням гармонік ряду Фур'є вибрано програму MS Excel. Для побудови регресійних моделей використовуватиметься програма Regre 2.81.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ У ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ НА ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОСЕРВІСУ

3.1 Розрахунки потреби в запасних частинах з використанням математичних моделей

3.1.1 Математичне моделювання системи

Прогнозування потреби в запасних частинах можливе лише за умови використання досліджуваної інформації про динаміку витрати підприємством запасних частин з урахуванням можливих змін найбільш значущих факторів, дає експертне опитування фахівців, які відповідають за забезпечення підприємства запасними частинами.

Для оцінки ступеня впливу факторів, що впливають на потребу в запасних частинах, розроблено анкету (див. додаток А), в якій пропонувалося оцінити вплив 33 факторів. Як було зазначено раніше, ці фактори поділяються на 7 груп:

1. Управління.
2. Парк автомобілів, що обслуговуються.
3. Умови експлуатації.
4. Персонал.
5. Організація технічного обслуговування та ремонту.
6. Виробничо-технічна база.
7. Організація матеріально-технічного забезпечення.

На запитання анкети відповіли 12 спеціалістів ТОВ «Джерман Центр» міста Вінниця, які організують забезпечення та реалізацію запасних частин на автосервісних підприємствах. Учасникам опитування було запропоновано оцінити значення факторів впливу за п'ятибальною шкалою. Чинник найбільшого впливу оцінювався в 5 балів, а найменш значущий – 1 бал.

З отриманих оцінок було складено матрицю відповідей учасників анкетування:

$$\begin{array}{cccc}
 x_{1.2} & x_{1.3} & \dots & x_{1.3} \\
 x_{2.2} & x_{2.3} & \dots & x_{2.3} \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 x_{12.} & x_{12.} & \dots & x_{12.}
 \end{array}$$

де x_y - Оцінка фактора, який розглядається (від 1 до 5); (3.1)

$t_a = 1...12$ – номер анкети;

$j = 1...33$ – номер фактора впливу.

Для безпосередньої оцінки ступеня впливу кожного з факторів підраховується коефіцієнт відносної значущості кожного фактора x_y окремо для кожного учасника опитування:

$$x_y = \frac{x_e}{\sum_{i=1}^{12} x_i}. \quad (3.2)$$

Розрахувавши цей коефіцієнт для кожного учасника опитування, розраховуємо відносну значущість кожного фактора за оцінками учасників опитування:

$$x_j = \frac{\sum_{i=1}^{33} x_i}{12} \quad (3.3)$$

де x_j - Коефіцієнт відносної значимості j-го фактора.

За результатами опитування виявлено, що максимально більший вплив на потребу в запасних частинах мають такі фактори (табл. 3.1): структура парку за віком та структура парку з пробігу автомобілів з початку їх експлуатації. Ці фактори належать до групи факторів: «Парк автомобілів, що обслуговуються». Приблизно 85% респондентів вважають, що ці фактори мають найбільший вплив на потребу запасних частин.

Таблиця 3.1 – Значення чинників, які впливають на витрату запасних частин

| Чинники | Групи | Місце в ранговому ряді | Коефіцієнти значимості |
|--|-------|---------------------------|---------------------------|
| Вікова структура парку | 2 | 1 | 0,0511 |
| Інтенсивність експлуатації | 3 | 2 | 0,0507 |
| Методика розрахунків потреби в запасних частинах | 7 | 3 | 0,0487 |
| Транспортні, дорожні та природно-кліматичні умови експлуатації | 3 | 4 | 0,0467 |
| Структура парку з пробігу з початку експлуатації | 2 | 5 | 0,045 |
| Потужність СТО | 6 | 6 | 0,0446 |
| Реклама | 1 | 7 | 0,044 |
| Ціни на запасні частини та послуги | 1 | 8 | 0,0431 |
| Якість запасних частин та матеріалів | 7 | 9 | 0,043 |
| Постійна клієнтура | 1 | 10 | 0,0429 |
| Модельний ряд | 2 | 11 | 0,0419 |
| Обсяг продажів нових автомобілів | 1 | 12 | 0,0412 |
| Швидкість постачання запасних частин | 1 | 13 | 0,0411 |
| Надійність | 2 | 14 | 0,0405 |
| Кількість автомобілів в експлуатації | 1 | 15 | 0,0387 |
| Спеціалізація СТО | 6 | 16 | 0,0356 |
| Оптимальний розмір запасу | 7 | 17 | 0,0350 |
| Методи поповнення запасу | 7 | 18 | 0,0347 |
| Обсяги продажів запасних частин минулих періодів | 1 | 19 | 0,0327 |
| Оснащеність обладнанням | 6 | 20 | 0,031 |
| Якість ТО та ремонту | 4 | 21 | 0,0285 |
| Система складів | 1 | 22 | 0,0263 |
| Кваліфікація виробничо -технічного персоналу | 5 | 23 | 0,0205 |
| Кваліфікація водія, який експлуатує автомобіль | 3 | 24 | 0,0185 |
| Обсяги ТО та ремонту минулих років (витрата запасних частин) | 1 | 25 | 0,0163 |
| Оптимальне використання приміщень складу | 7 | 26 | 0,0161 |
| Методи ТО та ремонту ремонту | 4 | 27 | 0,0152 |
| Швидкість задоволення заявок на ТО (час очікування) | 1 | 28 | 0,0144 |
| Рівень підготовки кадрів | 5 | 29 | 0,0133 |
| Рекламації | 4 | 30 | 0,013 |
| Уніфікація | 2 | 31 | 0,0126 |
| Складність конструкції | 2 | 32 | 0,0118 |
| Втрати через недосвідченість | 7 | 33 | 0,0113 |
| Всього | | | 1,0000 |

Інтенсивність експлуатації, транспортні, дорожні та природно-кліматичні умови експлуатації, що стосуються групи «Умови експлуатації», більше впливають на потребу в запасних частинах, на думку 55% фахівців. Серед інших груп факторів

експерти виділили групу факторів «Управління». Приблизно 80% респондентів вважають, що рівень цін на запасні частини та послуги, приналежності постійної клієнтури та реклами, мають сильний вплив на потребу підприємства автосервісу у запасних частинах.

Фактори, пов'язані з організацією матеріально-технічного забезпечення підприємства, значно впливають на потребу в запасних частинах – так вважають 67% фахівців.

Складність конструкції автомобіля, втрати через недосвідченість, уніфікацію та кількість рекламаций, на думку експертів, меншою мірою впливає на потребу в запасних частинах.

До факторів, що мають незначний вплив, експерти віднесли оптимальне використання складських приміщень.

Учасникам опитування було запропоновано також назвати фактори, які мають суттєвий вплив на потребу запасних частин. До таких факторів експерти віднесли: можливість продовження терміну служби або відновлення зношених запасних частин, а також популярність цієї марки автомобіля та репутація підприємства, названі фактори доцільно також вивчати у подальших дослідженнях.

Для зручності аналізу витрати запасних частин необхідно всю їхню номенклатуру поділити на групи за приналежністю до агрегатів та систем автомобіля. Найбільш зручно в цьому випадку використовувати заводське групування запасних частин (за каталогом виробника). Каталоги запасних частин включають чотири основні розділи:

1. Двигун.
2. Трансмісія, підвіска, ходова частина, механізми керування.
3. Кузов.
4. Електроустаткування.

Для цього дослідження було обрано запасні частини, які належать до 1 – 3 групи.

При виборі номенклатури деталей перевага надавалася тим, які не підлягають обов'язковій заміні під час технічного обслуговування. Зношування деталей цих груп

залежить від пробігу транспортного засобу та умов експлуатації. Крім того, ці деталі повинні належати до групи А (деталі високого попиту) або В (деталі середнього попиту) [30]. Для деяких запасних частин характерні заміни каталожного номера у зв'язку зі зміною конструкції, властивостей, матеріалу або виробника запасних частин.

Вибрано номенклатуру деталей другої групи. Їх витрати на 2021 – 2022 роки та розподіл між сервісною службою та магазином запасних частин наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Статистичні дані щодо витрат деталей найбільшого попиту та їх розподіл між сервісною службою та магазином запасних частин ТОВ «Джерман Центр».

| Назва деталей та їхній номер в каталозі | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------|----|--|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|---|---------------------------|----|
| | Рульова тяга 45503 – 05020 | | Диск гальмівний передній 43512-05030 | | Бампер передній 52119-02050 | | Бампер задній 52159 - 05070 | | Ремінь ГРМ 13568-09020 | |
| | з | м | з | м | з | м | з | м | з | м |
| | 14 | 10 | 0 | 2 | 15 | 14 | 2 | 0 | 8 | 15 |
| | 3 | 2 | 2 | 0 | 3 | 8 | 4 | 1 | 5 | 11 |
| | 13 | 9 | 2 | 1 | 12 | 20 | 4 | 1 | 6 | 19 |
| | 12 | 7 | 0 | 0 | 12 | 5 | 2 | 1 | 4 | 13 |
| | 17 | 8 | 0 | 0 | 17 | 15 | 2 | 0 | 9 | 16 |
| | 13 | 5 | 2 | 0 | 13 | 7 | 4 | 0 | 8 | 10 |
| | 12 | 6 | 4 | 0 | 14 | 24 | 1 | 2 | 11 | 10 |
| | 14 | 4 | 0 | 0 | 14 | 5 | 3 | 1 | 11 | 14 |
| | 11 | 10 | 4 | 0 | 9 | 27 | 4 | 0 | 9 | 11 |
| | 10 | 2 | 10 | 0 | 10 | 8 | 2 | 0 | 6 | 16 |
| | 9 | 4 | 6 | 0 | 11 | 15 | 0 | 2 | 7 | 13 |
| | 8 | 2 | 6 | 0 | 12 | 4 | 3 | 0 | 8 | 14 |
| | 6 | 6 | 10 | 0 | 17 | 3 | 0 | 1 | 8 | 12 |
| | 4 | 4 | 8 | 2 | 16 | 9 | 5 | 3 | 11 | 10 |
| | 8 | 6 | 6 | 12 | 14 | 17 | 8 | 4 | 6 | 17 |
| | 4 | 6 | 10 | 0 | 18 | 7 | 2 | 1 | 9 | 13 |
| | 5 | 3 | 14 | 2 | 27 | 5 | 2 | 2 | 4 | 19 |
| | 18 | 2 | 6 | 0 | 14 | 11 | 7 | 0 | 8 | 17 |
| | 8 | 8 | 20 | 2 | 19 | 8 | 8 | 0 | 7 | 21 |
| | 21 | 5 | 14 | 0 | 17 | 12 | 3 | 5 | 4 | 19 |
| | 7 | 7 | 2 | 0 | 16 | 9 | 3 | 3 | 9 | 13 |
| | 11 | 6 | 6 | 0 | 16 | 11 | 4 | 0 | 5 | 21 |
| | 10 | 8 | 8 | 2 | 12 | 18 | 2 | 3 | 8 | 10 |
| | 18 | 2 | 10 | 0 | 19 | 6 | 1 | 1 | 6 | 20 |

Витрата деталей по місяцям 2020 року та 2021 років, одиниця

При аналізі фактичних витрат деталей за 2021 – 2022 роки було збудовано графіки (рис. 3.1). На графіку 1 зображено середні витрати однотипних деталей кожної групи у магазині запасних частин за 2021 – 2022 роки. Коливання попиту запасні частини значні за всіма групами запасних частин, причому періоди коливань не збігаються.

Графік 2 (рисунок 3.2) ілюструє середню витрату запасних частин автосервісною службою. Заміна кількості витрачених деталей першої групи протікає без різких коливань. Для другої групи деталей необхідно виділити три очевидні максимуми витрат запасних частин. Ці максимуми припадають на весняні місяці, коли переважна більшість володарів автомобілів традиційно готують свій автомобіль до періоду літньої експлуатації, а також наприкінці осені перед початком зимового періоду експлуатації. Мінімальна витрата запасних частин по другій групі припадає на другу половину літа, що пов'язано з періодом відпусток. Коливання попиту на запасні частини третьої групи аналогічні коливанням другої групи.

В період жовтня – листопада зростає черга на кузовний ремонт і навіть нерідко виникає дефіцит кузовних запасних частин. Власники автомобілів у цьому випадку замовляють запасні частини в магазині, а для виконання ремонтних робіт звертаються до малопотужних СТО, де відремонтувати автомобіль можна в найкоротший термін.

Вищесказане підтверджується зростанням витрати запасних частин у магазині в листопаді – грудні. Така сама ситуація повторюється у квітні – травні у зв'язку зі збільшенням кількості автомобілів, що вводяться в експлуатацію.

Сумарний розподіл витрати запасних частин графік 3 (рисунок 3.3) ілюструє очевидну залежність між кількістю заїздів автомобілів на станцію та витратою запасних частин на автосервісі. Максимум витрат запчастин через магазин не збігається з максимумом витрати на сервісі. Замовлення запасних частин для підприємства здійснюється через невеликі проміжки часу протягом року, тому для розрахунків потреби в запасних частинах для магазину недоцільно використовувати жоден із відомих законів розподілу випадкових величин.

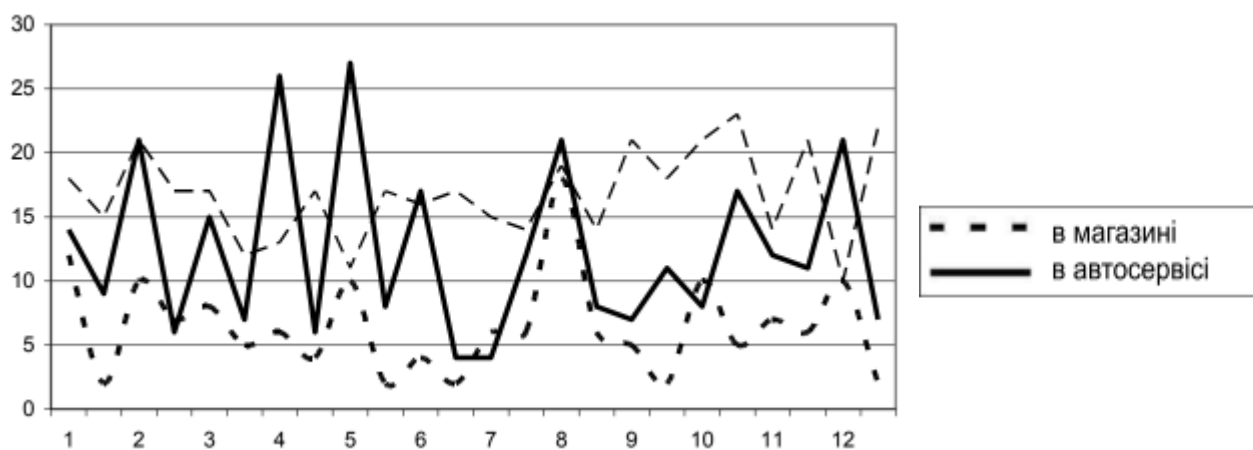


Рисунок 3.1 - Статистичні дані по витратам запчастин у магазині ТОВ “Джерман Центр” за 2021 - 2022 роки

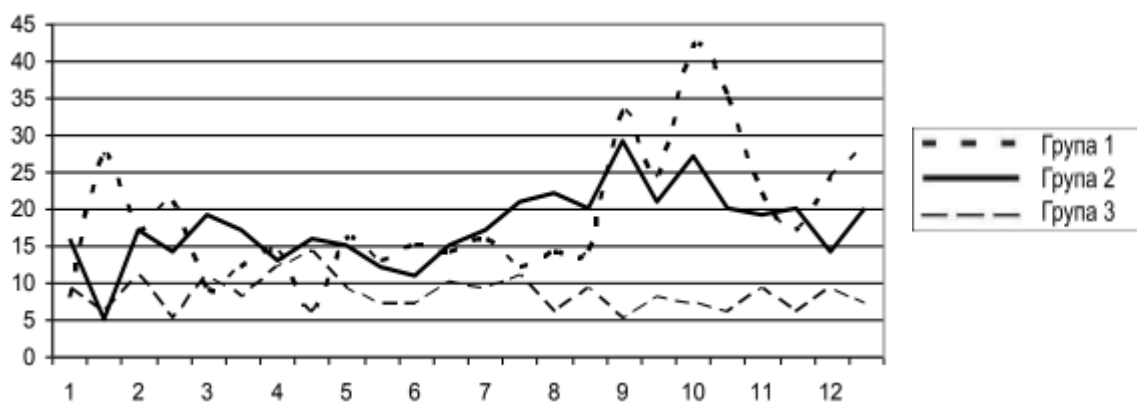


Рисунок 3.2 - Статистичні дані по витратам запчастин в автосервісі ТОВ “Джерман Центр” за 2021 - 2022 роки

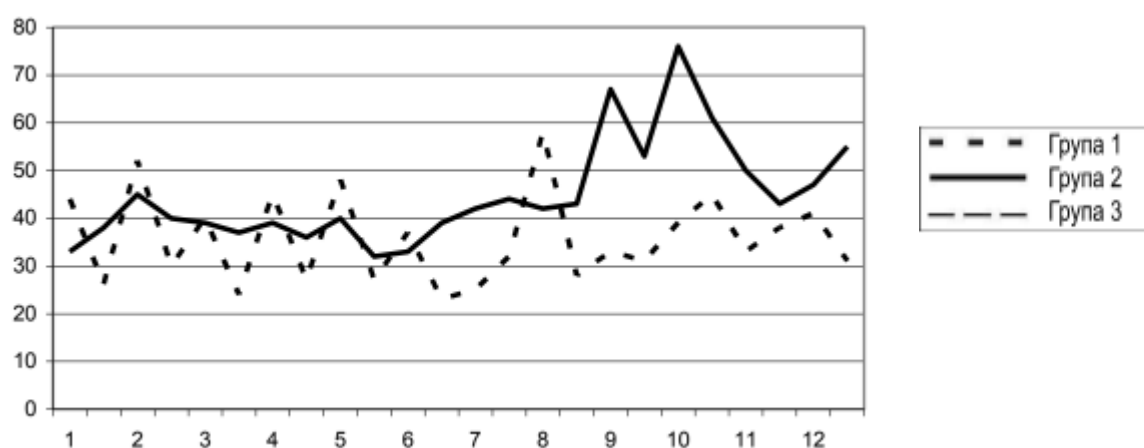


Рисунок 3.3 - Статистичні дані сумарних витрат деталей на ТОВ “Джерман Центр” за 2021 - 2022 роки

3.1.2 Адаптивні моделі прогнозування

Змоделюємо витрату запасних частин однієї номенклатури деталей з допомогою адаптивної моделі.

На початковому етапі моделювання необхідно ввести вихідні дані з баз даних, що існують на підприємстві, в табл. 3.2. Для побудови моделі використовуємо експериментальні дані щодо витрати рульових тяг з номером за каталогом 45503 – 05020 за 12 місяців 2021 року (таблиця 3.2).

Таблиця 3.3 - Оцінка початкових параметрів моделі

| t | Y(t) | $(t-t_{cp})^2$ | $Y(t)-Y_{cp}$ | $t-t_{cp}$ | $(t-t_{cp}) \cdot (Y(t)-Y_{cp})$ |
|---|------|----------------|---------------|------------|----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 14 | 4 | 0,60 | - 2 | - 1,2 |
| 2 | 13 | 1 | - 0,40 | - 1 | 0,4 |
| 3 | 17 | 0 | 3,60 | 0 | 0 |
| 4 | 12 | 1 | - 1,40 | 1 | - 1,4 |
| 5 | 11 | 4 | - 2,40 | 2 | - 4,8 |

У стовпець 1 проставляються номери точок тимчасового ряду (1...5). У стовпчик 2 проставляються перші п'ять значень запасних частин за попередній період часу ($T = 12$ міс). Параметри стовпців 4 – 6 розраховуються автоматично.

На наступному етапі моделювання складається таблиця 3.4. До таблиці проставляються значення витрати запасних частин за весь 2021 рік. Інші значення обчислюються автоматично, використовуючи формули, наведені у розділі 1.

Значення Y_p , A_0 , A_1 розраховуються за допомогою залежностей (2.25), (2.26).

Отримана модель на наступному етапі прогнозування має вигляд:

$$Y_p = 15,5 = 0,7k \quad (3.4)$$

де k – крок прогнозування

Таблиця 3.4 – Оцінка параметрів моделі

| t | Y(t) | A_0 | A_1 | $Y_p(t)$ | $e(t)$ |
|----|------|-------|--------|----------|--------|
| 0 | | 15,50 | - 0,70 | | |
| 1 | 14 | 14,67 | - 0,83 | 14,80 | - 0,80 |
| 2 | 13 | 13,84 | - 0,83 | 13,02 | - 0,02 |
| 3 | 17 | 13,91 | 0,07 | 11,35 | 5,65 |
| 4 | 12 | 13,63 | - 0,28 | 14,21 | - 2,21 |
| 5 | 11 | 13,16 | - 0,48 | 12,24 | - 1,24 |
| 6 | 9 | 12,47 | - 0,68 | 10,29 | - 1,29 |
| 7 | 6 | 11,52 | - 0,95 | 7,68 | - 1,68 |
| 8 | 8 | 11,22 | - 0,30 | 3,89 | 4,11 |
| 9 | 5 | 10,36 | - 0,87 | 8,56 | - 3,56 |
| 10 | 8 | 10,50 | 0,14 | 1,70 | 6,30 |
| 11 | 7 | 9,83 | - 0,67 | 12,06 | - 5,06 |
| 12 | 10 | 9,30 | - 0,53 | 9,16 | 0,84 |

Найкращий результат модель має забезпечувати на першому кроці прогнозування, на подальших кроках необхідний обов'язковий перерахунок коефіцієнтів A_0 та A_1 .

Результат математичного моделювання витрати інших запчастин з використанням значень їх фактичних витрат витрат 2021 року наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 - Математичне моделювання витрати запчастин

| Найменування запчастин | № за каталогом | Модель прогнозування |
|---------------------------|----------------|----------------------|
| Диск гальм | 45503-05020 | - 0,93 + 1,33 k |
| Бампер передній | 52512-05030 | - 3,47 + 1,33 k |
| Бампер задній | 52159-05070 | 3,75 – 0,25 k |
| Ремінь ГРМ | 13568-09020 | 1,7+0,75 k |
| Ремінь приводу генератора | 50200-50500 | 1+0,167 k |

Для оцінки точності побудованих моделей необхідне проведення розрахунків та порівняння отриманих прогнозних значень потреби в запасних частинах із фактичними значеннями витрати деталей.

3.1.3 Моделі з використанням рядів Фур'є

Скористаємося тригонометричними функціями для моделювання рульових тяг з використанням гармонік ряду Фур'є (таблиця 3.5).

Для досліджуваного ряду даних коефіцієнти рівняння (2.28) представляють:

$$a_0=10; a_1=-1,7; b_1=-2,79. \quad (3.5)$$

У точках 2, 5 та 10 відбувається різкий стрибок у значеннях фактичної витрати запасних частин, що не відповідає характеру тригонометричної кривої.

Таблиця 3.6 – Моделювання потреби в рульових тягах за допомогою гармонік Фур'є

| Місяць | t_i | $Y(t)$ | cost_i | sint_i | $y_i \text{cost}_i$ | $y_i \text{sint}_i$ | $Y(t_i)$ |
|--------|-------------------|--------|-----------------|-----------------|---------------------|---------------------|----------|
| 1 | 0 | 14 | 0,5 | 0 | 7,56 | 0 | 10,68 |
| 2 | $\frac{1}{6}\pi$ | 13 | - 0,4 | 0,5 | - 5,41 | 6,5 | 9,92 |
| 3 | $\frac{1}{3}\pi$ | 17 | - 1,0 | 0,87 | - 16,83 | 14,722 | 10,35 |
| 4 | $\frac{1}{2}\pi$ | 12 | - 0,7 | 1 | - 7,84 | 12 | 9,55 |
| 5 | $\frac{5}{6}\pi$ | 11 | 0,3 | 0,5 | 3,12 | 5,5 | 10,41 |
| 6 | π | 9 | 1,0 | 0 | 8,64 | 0 | 11,38 |
| 7 | $\frac{7}{6}\pi$ | 6 | 0,8 | - 0,5 | 4,52 | - 3 | 10,19 |
| 8 | $\frac{4}{3}\pi$ | 8 | - 0,1 | - 0,87 | - 1,16 | - 6,928 | 10,20 |
| 9 | $\frac{3}{2}\pi$ | 5 | - 0,9 | - 1 | - 4,56 | - 5 | 11,45 |
| 10 | $\frac{1}{6}\pi$ | 8 | - 0,8 | 0,5 | - 6,71 | 4 | 10,38 |
| 11 | $\frac{5}{3}\pi$ | 7 | 0,0 | - 0,87 | 0,03 | - 6,062 | 10,00 |
| 12 | $\frac{11}{6}\pi$ | 10 | 0,8 | - 0,5 | 8,44 | - 5 | 10,48 |
| Сума: | | 120 | | | - 10,197 | 16,732 | 124,99 |

Модель прогнозування потреби у запасних частинах з використанням гармонік ряду Фур'є виглядає так:

$$Y=10+(-1,7 \text{ cost} - 2,79 \text{ sint}) \quad (3.6)$$

де t - місячні періоди, виражені як частини кола.

Аналіз динаміки витрати запасних частин, розглянутий у п. 3.1, показав, що витрата кузовних деталей має значні сезонні коливання.

На підставі результатів аналізу динаміки витрат деталей кузова побудуємо для цієї групи деталей моделі на основі гармонік ряду Фур'є. У таблиці 3.7 наведено моделі витрати кузовних деталей, які побудовані з використанням статистичних даних за 2021 рік.

Таблиця 3.7 - Моделі витрати кузовних деталей

| Назва деталі | Номер по каталогу | Модель витрати |
|----------------------|-------------------|--|
| Бампер задній | 52159–05070 | $Y = 3,08 + (-1,02\cos t + 1,04 \sin t)$ |
| Фара права | 81170–05140 | $Y = 17,08 + (-0,79\cos t + 2,65\sin t)$ |
| Лобове скло | 56101–05030 | $Y = 21,33 + (0,62\cos t - 1,10\sin t)$ |
| Крило переднє праве | 53812–05020 | $Y = 10,92 + (1,56\cos t + 2,48\sin t)$ |
| Форсунка омивача фар | 85044–05020 | $Y = 32,17 + (-4,31\cos t + 1,46\sin t)$ |
| Бампер передній | 52119–02050 | $Y = 13,67 + (-2,08\cos t - 2,7\sin t)$ |

3.2 Розробка методики прогнозування витрати запасних частин на автосервісному підприємстві

Щоб зробити однозначний висновок про те, яку модель використовувати під час прогнозування, побудуємо модель витрати рульових тяг, використовуючи багатofакторну регресійну модель прогнозування.

Для побудови моделі використовуємо кореляційно-регресійний аналіз та прикладну програму Regre 2.81. Для цього розглянемо раніше виділені фактори, що впливають на потребу запасних частин. Перелік зазначених факторів наведено у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 складена на підставі виконаного ранжирування факторів, а також наявності інформації про зміну перерахованих вище факторів.

Таблиця 3.8 – Чинники, які впливають на потреби запасних частин

| Номер | Фактори | Одиниця виміру |
|-------|---|----------------|
| 1 | Фактичний витрата запасних частин у попередньому році | шт. |
| 2 | Середній пробіг автомобілів, що обслуговуються | тис.км. |
| 3 | Сезонність експлуатації (середньорічна температура) | 30 |
| 4 | Середній вік автомобілів, що обслуговуються | років |
| 5 | Виробництво нових автомобілів | шт. |
| 6 | Число заїздів автомобілів на станцію | шт. |
| 7 | Залишок деталей на складі | шт. |
| 8 | Кількість вихідних та святкових днів | дні |

На підприємстві ТОВ «Джерман Центр» є інформація про 8 факторів, зазначених фахівцями підприємства під час проведення анкетного опитування. Число факторів для кожного конкретного підприємства може бути різним залежно від специфіки підприємства та довкілля його функціонування. Витрата запасних частин у цьому випадку є результативною ознакою, тому що його прогнозне значення є потребою у запасних частинах.

У випадку рівняння регресії для прогнозування потреби у запасних частинах виглядає так:

$$Y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_4 x_4 + a_5 x_5 + a_6 x_6 + a_7 x_7, \quad (3.7)$$

де змінні $x_1 \dots x_n$ є факторними ознаками.

Результати спостережень протягом 2021 року роботи підприємства наведено у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Результати спостережень протягом 2021 року роботи підприємства ТОВ «Джерман Центр»

| Місяць | Витрата запчастин | Пробіг | Кількість заїздів на СТО | Вік автомобіля | Сезонність експлуатації | Залишок на складі | Продаж нових автомобілів | Кількість вихідних та святкових днів |
|--------|-------------------|--------|--------------------------|----------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 17 | 55 | 85 | 4 | - 10 | 32 | 115 | 11 |
| 2 | 24 | 65 | 105 | 4,5 | - 9 | 43 | 110 | 8 |
| 3 | 16 | 52 | 81 | 5 | 4 | 35 | 124 | 11 |
| 4 | 14 | 50 | 92 | 4,5 | 4 | 52 | 141 | 10 |
| 5 | 21 | 60 | 98 | 5,5 | 12 | 40 | 154 | 12 |
| 6 | 12 | 48 | 85 | 5 | 16 | 51 | 142 | 10 |
| 7 | 11 | 50 | 96 | 3,5 | 18 | 38 | 115 | 8 |
| 8 | 13 | 42 | 82 | 3,5 | 16 | 36 | 134 | 10 |
| 9 | 21 | 61 | 95 | 5 | 10 | 45 | 172 | 8 |
| 10 | 29 | 69 | 102 | 6 | 4 | 64 | 194 | 8 |
| 11 | 26 | 60 | 97 | 4,5 | - 2 | 38 | 185 | 11 |
| 12 | 23 | 64 | 101 | 5 | - 8 | 62 | 166 | 9 |

На першому етапі роботи в побудовану таблицю вводиться число результативних ознак (у нашому випадку 8) та кількість спостережень (N=12). Вихідні дані витрати запасних частин для проведення кореляційного аналізу (рис. 3.1):

Y - Витрата запасних частин, шт.;

X_1 - середній пробіг автомобіля, тис. км;

X_2 – кількість заїздів на СТО, прим.;

X_3 - середній вік автомобілів, рік;

X_4 - сезонність експлуатації (середньорічна температура), С0;

X_5 - залишок на складі, шт.;

X_6 - продаж нових автомобілів, шт.;

X_7 – кількість вихідних та святкових днів, дн.

Щоб побудувати багатофакторну регресійну модель результативної ознаки, що характеризує витрату запасних частин, попередньо необхідно відібрати факторні ознаки у модель. Для цього він знаходимо матрицю парних коефіцієнтів кореляції (рис. 3.5).

| Признак | Описание признака | Ед. изм. |
|---------|---|----------|
| Y | расход запасных частей | шт |
| X1 | средний пробег автомобиля | тыс. км. |
| X2 | количество звезд на СТО | шт. |
| X3 | средний возраст автомобилей | год. |
| X4 | сезонность эксплуатации (среднегодовая температура) | С0 |
| X5 | остаток на складе | шт. |
| X6 | продажа новых автомобилей | ед. |
| X7 | количество выходных и праздничных дней | дн. |

У першому рядку цієї матриці записані коефіцієнти R_{yx} , що характеризують тісноту взаємозв'язку результативної ознаки з кожною факторною ознакою.

Усі коефіцієнти кореляції вищі за заданий рівень значущості (рівного 0,05), крім $R_{yx4} = -0,55684$, $R_{yx7} = -0,17486$.

Рисунок 3.4 – Вихідні дані щодо кореляційного аналізу за допомогою програми кореляційного аналізу Regre 2.81

Чинники X4, X7 впливають результативний ознака. Отже, X4, X7 в регресійну модель вводити не будемо. Інші коефіцієнти кореляції характеризують тісноту взаємозв'язку між кожною парою факторних ознак.

Серед них є коефіцієнти $|R_{xixj}| \geq 0,8$ так: $R_{yx1} = 0,92277$.

Отже, факторні ознаки Y1 та X2 є мульти колінеарними.

Результаты расчетов

Корреляционный анализ: ""

ИНФОРМАЦИЯ О ПЕРЕМЕННЫХ

| Обозначение признака | Признак | Единица измерения |
|----------------------|--|-------------------|
| Y | расход запасных частей, | шт. |
| X ₁ | средний пробег автомобиля, | тыс. км. |
| X ₂ | количество заездов на СТО, | шт. |
| X ₃ | средний возраст автомобилей, | год. |
| X ₄ | сезонность эксплуатации (среднегодовая температура), | С0 |
| X ₅ | остаток на складе, | шт. |
| X ₆ | продажа новых автомобилей, | ед. |
| X ₇ | количество выходных и праздничных дней. | дн. |

ПАРНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕЛЯЦИИ

Чтобы построить многофакторную регрессионную модель результативного признака расход запасных частей, предварительно необходимо отобрать факторные признаки в модель. С этой целью находим матрицу парных коэффициентов корреляции:

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

Рисунок 3.5 - Матрица парних коефіцієнтів кореляції

У регресійну модель вводимо фактори Y, X1, X3, X6. Далі знову подаємо матрицю значень ознак Y, X1, X3, X6 та проводимо подальші розрахунки. Результати розрахунків, виконаних програмою, наведено на рис. 3.6.

Результаты расчетов

Файл Параметры Дополнительно Справка

| Y | X1 | X3 | X6 |
|----|----|-----|-----|
| 17 | 55 | 4 | 115 |
| 24 | 65 | 4,5 | 110 |
| 16 | 52 | 5 | 124 |
| 14 | 50 | 4,5 | 141 |
| 21 | 60 | 5,5 | 154 |
| 12 | 48 | 5 | 142 |
| 11 | 50 | 3,5 | 115 |
| 13 | 42 | 3,5 | 134 |
| 21 | 61 | 5 | 172 |
| 29 | 69 | 6 | 194 |
| 26 | 60 | 4,5 | 185 |
| 23 | 64 | 5 | 166 |

| Признак | Описание признака | ед. изм. |
|---------|------------------------------|----------|
| Y | расход запасных частей, | шт. |
| X1 | км. | км. |
| X3 | средний возраст автомобилей, | тыс. км. |
| X6 | продажа новых автомобилей, | С0 |

Рисунок 3.6- Аналіз тісноти взаємозв'язків результативного та факторних ознак

Далі аналізуємо множинну регресійну модель, яка має вигляд:

$$Y = -20,563 \times x_1 - 1,08 \times x_2 + 0,06341 \times x_3. \quad (3.8)$$

Перевіряємо важливість цієї моделі за рівня значущості 0,01.

Висуваємо гіпотези: H_0 : регресійна модель незначна ($H_0: A_1 = A_2 = \dots = A_p = 0$),

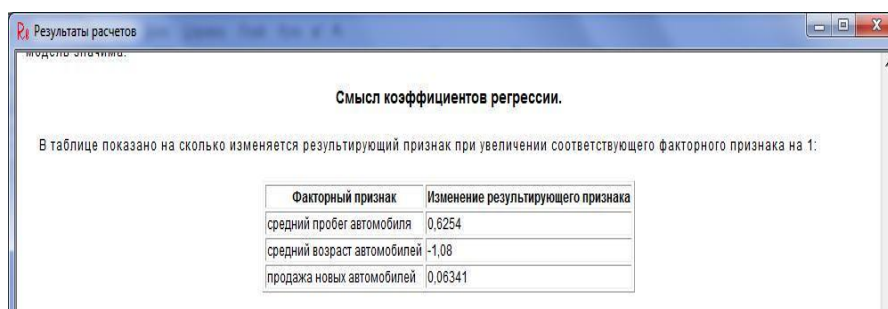
H_1 : регресійна модель значуща (H_1 : хоча б $A_1 \neq 0$ і змінюється від 1 до p).

Перевіряємо нульову гіпотезу за допомогою випадкової величини F , що має розподіл Фішера – Снедекору.

Знаходимо $F_{\text{набл}} = 25,449$, $F_{\text{крит}}(0,01; 3; 8) = 7,59$.

Оскільки $F_{\text{набл}} > F_{\text{крит}}(0,01; 4; 7)$, нульову гіпотезу відкидаємо, справедлива конкуруюча гіпотеза, тобто багатofакторна регресійна модель значуща.

Економічний зміст коефіцієнтів регресії полягає у наступному: у таблиці (рисунок 3.7) показано, наскільки змінюється результуючий ознака зі збільшенням відповідного факторного ознаки на 1.



| Факторный признак | Изменение результирующего признака |
|-----------------------------|------------------------------------|
| средний пробег автомобиля | 0,6254 |
| средний возраст автомобилей | -1,08 |
| продажа новых автомобилей | 0,06341 |

Рисунок 3.7. - Зміна результуючої ознаки

Порівнюючи коефіцієнти еластичності за абсолютною величиною, можна відзначити, що результативна ознака «витрата запасних частин» найбільш чутлива до зміни факторної ознаки.

Складемо рівняння регресії в стандартизованому масштабі та розрахуємо його коефіцієнти b_1 :

$$Y = 20,8 \times x_1 - 2,99 \times x_2 - 5,52 \times x_3. \quad (3.9)$$

Порівнюючи коефіцієнти b_i за абсолютною величиною, робимо висновок, що найбільший вплив на результуючу ознаку надає витрата запасних частин найбільш впливає фактор «середній вік автомобіля». Загалом одержуємо наступну таблицю (рисунок 3.8) за ступенем впливу.

| Ранг впливляния | Признак |
|-----------------|-----------------------------|
| 1 | средний пробег автомобиля |
| 2 | продажа новых автомобилей |
| 3 | средний возраст автомобилей |

ТАБЛИЦА ОСТАТКОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ ЗАВИСИМОЙ ПЕРЕМЕННОЙ

| ЗАДАННОЕ ЗНАЧЕНИЕ | ВЫЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ | ОСТАТОК | % ОТКЛОНЕНИЯ |
|-------------------|----------------------|---------|--------------|
| 17 | 16,8 | 0,163 | 0,967 |
| 24 | 22,2 | 1,77 | 7,94 |
| 16 | 14,5 | 1,55 | 10,7 |
| 14 | 14,8 | -0,819 | -5,53 |
| 21 | 20,8 | 0,183 | 0,88 |
| 12 | 13,1 | -1,09 | -8,34 |
| 11 | 14,3 | -3,25 | -22,8 |
| 13 | 10,5 | 2,55 | 24,4 |
| 21 | 23,1 | -2,12 | -9,18 |
| 29 | 28,4 | 0,559 | 1,96 |
| 26 | 23,9 | 2,14 | 8,96 |
| 23 | 24,6 | -1,62 | -6,58 |

Рисунок 3.8 – Таблиці ступеня впливу та залишків обчислення залежною змінною

3.3 Оцінка адекватності математичних моделей

Адекватність – основна вимога, яка пред'являється до моделі прогнозування, яка визначає можливість використання її в прогнозах. Оскільки в регресійній моделі враховується сезонна компонента, а її величина $\varepsilon < 1\%$, то здійснимо оцінку адекватності цієї моделі прогнозування потреби в ремнях ГРМ (13568–09020), побудованої на основі моделі регресійного аналізу. Ремінь ГРМ відноситься до групи запасних частин двигуна.

Якщо моделі прогнозування правильно відображають систематичні компоненти часового ряду, їх можна визнати адекватними. Ця вимога еквівалентна вимоги, щоб залишковий компонент ε_t задовольняв властивостям випадкового

компонента часового ряду [30], наприклад, випадковості коливань рівнів залишкової послідовності. Для перевірки цієї вимоги використовуємо таблицю 3.10.

Таблиця 3.10 - Фактичні та розрахункові значення витрати рульових тяг (13568-09020) у 2021 р. методом кореляційного аналізу на ТОВ «Джерман Центр»

| | | | | | | | | | | | | |
|--|------|-----|-------|-------|------|------|------|-------|------|-------|-------|------|
| Фактичний розхід кермових тяг | 17 | 24 | 16 | 14 | 21 | 12 | 11 | 13 | 21 | 29 | 26 | 23 |
| Розрахункове значення витрати рульових тяг | 17,4 | 22 | 15,3 | 13,9 | 21,8 | 12,5 | 13,9 | 10,4 | 23,6 | 27,9 | 24,9 | 23,4 |
| Відхилення (ε) | 0,4 | - 2 | - 0,7 | - 0,1 | 0,8 | 0,5 | 2,9 | - 2,6 | 2,6 | - 1,1 | - 1,1 | 0,4 |
| Точки піків | - | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | - |

Перевірку випадковості рівнів низки залишків проведемо з урахуванням критерію піків (поворотних точок) [5]. Рівень послідовності ε_t є максимумом, якщо він більше двох рівнів, які стоять поруч, тобто $\varepsilon_{t-1} < \varepsilon_t > \varepsilon_{t+1}$, або мінімумом, якщо він менший за обидва сусідні рівні, тобто $\varepsilon_{t-1} > \varepsilon_t < \varepsilon_{t+1}$.

В обох випадках ε_t є поворотною точкою. Загальна кількість поворотних точок позначимо через p . Критерієм випадковості з довірчою ймовірністю 95% є виконання нерівності:

$$p > \left[\bar{p} - 1,96 \sqrt{\sigma_p^2} \right], \quad (3.9)$$

де \bar{p} – математичне очікування числа точок повороту;

σ_p^2 - дисперсія числа точок повороту.

$$\bar{p} = \frac{2}{3} (n - 2); \quad \sigma_p^2 = \frac{16n-29}{90}$$

(3.10)

Квадратні дужки в нерівності (3.9) означають “цілу частину числа”. Якщо нерівність виконується, то модель прогнозування вважається адекватною.

Кількість точок піків моделі Брауна дорівнює п'яти ($p = 5$), $p = 6,67, \sigma_p^2 = 1,81$.

Нерівність (3.9) $5 > [6,67 - 1,96 \sqrt{1,81}]$, $5 > 4,04$ виконується. Модель регресійного аналізу прогнозування потреби у ременях ГРМ є адекватною.

3.4 Економічна ефективність розробленої методики прогнозування витрат запасних частин підприємствами автосервісу на прикладі ТОВ «Джерман Центр»

Таблиця 3.11 – Порівняння показників роботи відділу запасних частин за вересень 2021 року

| Показник | Позначення | До використання моделі кореляційного аналізу, грн. | Після використання моделі кореляційного аналізу, грн. |
|--|------------|--|---|
| Об'єм продажу | Qп | 193 103,81 | 195 726,285 |
| Обсяг замовлень | Qзам | 140 447,72 | 142 126,762 |
| Витрата на здійснення замовлення та зберігання | S | 7553,946 | 7778,715 |

Розрахуємо річний приріст доходу відділу запасних частин (3.11) автосервісного підприємства за підсумками 2021 роки, який складає:

$$S_{\text{скл.}} = (Q_{\text{п2}} - Q_{\text{п1}}) + (Q_{\text{зам2}} - Q_{\text{зам1}}) + (S_2 - S_1) = 436836 \text{ грн.} \quad (3.11)$$

$$B = S_{\text{скл.}} \cdot 12 = 436836 \text{ грн.}$$

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

Таким чином, описано основні інструменти для реалізації математичного моделювання процесу прогнозування потреби у запасних частинах на підприємстві автосервісу для 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 урахуванням у прогнозі багатьох факторів, особливо сезонної компоненти.

Отримано результати прогнозування потреби в запасних частинах для їх закупівлі з використанням стандартних пакетів прикладних комп'ютерних програм. У рамках розв'язання задачі кореляційно-регресійного аналізу прикладна комп'ютерна програма Regre 2.81 із пакету 1С найбільш повно відповідає вимогам програмного забезпечення для розрахунків потреби в запасних частинах.

Методика розрахунків потреби в запасних частинах є важливим науковим інструментом процесу планування та управління запасами на підприємствах автосервісу.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз умов праці

Шкідливі виробничі фактори, що можуть виникнути на робочих місцях АТП:

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

Небезпечні виробничі фактори, що можуть виникнути на робочих місцях АТП:

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

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що можуть бути на дільниці:

– нервово-психічні перевантаження (так як спеціалізація оброблених деталей широка і від робітника вимагається необхідна установка та зняття деталей з робочого стола верстату, виконання і контроль необхідних для кожної деталі режимів різання, що веде до розумових перевантажень);

- фізичні перевантаження (статичні).

Біологічні шкідливі виробничі фактори на дільниці відсутні.

4.2. Організаційно-технічні рішення щодо безпечних умов праці

4.2.1 Мікроклімат

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

Таблиця 4.1 - Мікроклімат в приміщенні

| Період року | Категорія робіт | Температура, С | | Відносна вологість повітря, % | | Швидкість руху повітря, м/с | |
|-------------|-----------------|----------------|--------|-------------------------------|--------|-----------------------------|---------|
| | | Факт. | Допус. | Факт. | Допус. | Факт. | Допус. |
| Хол. | Пб | 15-18 | 21-15 | 70-75 | 75 | 0,3-0,4 | <0.4 |
| Тепл. | Пб | 20-24 | 27-26 | 70-80 | 75 | 0,4-0,5 | 0,2-0,5 |

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

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

Шкідливі речовини, які забруднюють повітря, значення їх ГДК, агрегатний стан, клас небезпеки та особливості дії на організм людини згідно ГОСТ 12.1.005-88 наведені в табл.4.2

Дотримання гранично допустимих значень забезпечується за допомогою загальнообмінної приточно-витяжної та місцевої вентиляції.

Таблиця 4.2 – Шкідливі речовини в робочій зоні

| Назва шкідливої речовини | ГДК, мг/м ³ | Агрегатний стан | Клас небезпеки | Особливості дії на організм |
|--------------------------|------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------|
| Азота оксид | 5 | П | II | О |
| Акролеїн | 0,2 | П | II | - |
| Бензин паливний | 100 | П | IV | - |
| Бенз(а)пірен | 0,00015 | А | I | К |
| Пил мінеральний | 4 | А | III | А,Ф |
| Тетраетил свинець | 0,005 | П | I | О |

Умовні позначення: п-пари (або газу); а - аерозолі; п+а - суміш парів та аерозолу; А - речовини, здатні викликати алергічні захворювання в виробничих умовах; К-канцерогени; О - речовини з гостронаправленим механізмом дії, які потребують автоматичного контролю за їх вмістом в повітрі; ф - аерозолі фіброгенної дії.

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

Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинна перевищувати встановлених норм.

Для вилучення шкідливих викидів від місць їх виникнення необхідно встановити місцеві відсмоктувачі. Аварійна вентиляція повинна забезпечувати кратність повітрообміну не нижче загальнообмінної. Забороняється працювати у виробничих приміщеннях де виділяються шкідливі речовини при несправній або відключеній вентиляції.

ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.005-88 приведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Гранично допустима концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони

| Назва речовини | ГДК, мг/м ³ | Клас небезпеки | Агрегатний стан |
|------------------------|------------------------|----------------|-----------------|
| Бензин-розчинник | 100 | 4 | П |
| Окис титану | 10 | 4 | А |
| Сірчана кислота | 12 | А | А |
| Свинець та його сплави | 0,01 | 1 | А |
| | 600 | 4 | П |

Кількість повітря, необхідного для розчинення шкідливих аерозолів до ГДК повинна бути не менше 38700 м³/кг при швидкості руху створюваного місцевими витягами $\geq 1,3$ м/с. У зоні ТО використовується приточно-витяжні системи вентиляції й місцеві витяги. Повітроводи повинні систематично очищатися від пилу, щоб кількість зваженого в повітрі й осілого пилу не могли створити вибухонебезпечні повітряні суміші в об'ємі більш 1% від об'єму приміщення.

Виробничі приміщення повинні бути обладнані опаленням та загальнообмінною вентиляцією відповідно до вимог СНіП 2.04.05-91, ВСА 01-90; забезпечувати стан повітря згідно з ГОСТ 12.1.005-88.

Для обігріву і створення у приміщеннях показників мікроклімату повинно застосовуватись опалення. Передбачається парова система опалення, яка повинна забезпечувати рівномірне прогрівання повітря в приміщеннях, можливість місцевого регулювання або вимикання, зручність у експлуатації і доступ до ремонту.

4.2.2 Освітленість

Освітлення приміщення відбувається як природним, так і штучним методами. Природне освітлення є боковим. Штучне комбіноване - загальне і місцеве освітлення здійснюється газорозрядними лампами.

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

$$e^{IV} = e^{III} * m * C_k;$$

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

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

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

Норми і нормовані значення освітленості відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Норми і нормовані значення освітленості

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

4.2.3 Розрахунок загального штучного освітлення

Визначимо висоту підвісу світильників.

$H_{п} = 4,5$ м;

Визначимо відстань між рядами вітрильників:

$$L = 1,655 \cdot H_{п} ;$$

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

Встановлюємо світильники в два ряди.

Визначимо відстань між стінкою та рядом світильників;

$$I = 0,31 \cdot L ;$$

$$I = 0,31 \cdot 7,45 = 2,3 \text{ м}$$

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

Визначимо світловий потік однієї лампи

$$\Phi_c = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot k}{N_{cn} \cdot \eta \cdot N_{лп}} ;$$

де: E_n – нормована величина штучного загального освітлення, визначається зі СНІП.

$$E_n = 200 \text{ лк}$$

$$S = A \cdot B \quad S = 18 \cdot 12 = 216 \text{ м}^2$$

S – площа приміщення, м^2

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

K – коефіцієнт запасу. $K = 1,8$

η – коефіцієнт світлового потоку, залежить від:

- індексу приміщення:

$$\rho_c = 0.7$$

$$\rho_{cm} = 0.5$$

$$\rho_n = 0,3$$

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

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

коефіцієнт відбиття стелі, стін та підлоги – прийmemo фарбування стелі в білий колір, стін – в світло-зелений; підлогу в сірий: –типу світильника – встановлюємо світильник з люмінесцентними лампами типу ЛПП-01 (в світильнику 4 лампи).

N - кількість світильників

$$N = 12 \text{ шт.}$$

n - кількість ламп в світильнику

$$n = 4 \text{ шт.}$$

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

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

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

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

Проводимо перевірочний розрахунок.

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

4.2.4 Шум

В робочій джерелами шуму є працюючі двигуни автомобілів та технологічного обладнання.

Допустимі рівні звукового тиску для широкосмугового шуму в октавних смугах частот і дійсні значення рівня звукового тиску в зоні згідно ГОСТ 12.1.003-83 наведені в таблиці 5.4.

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

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

Необхідно використовувати шумопоглинаючі матеріали або конструкції для зменшення рівня шуму. Кращий спосіб знизити рівень звуку — це використовувати суміш матеріалів в конструкції, що дозволяє поглинати і відбивати всі звукові хвилі. Цілісний цегляний паркан або аналогічний матеріал буде відбивати високочастотні звуки, але передавати низькочастотні звуки. Звукопоглинаюче облицювання стін та стелі дозволяє знизити рівень шуму на 6-8 дБ. Звукоізоляційною огорожею є всі корпуси машин та агрегатів.

4.2.5. Вібрація

Для попередження негативного впливу вібрацій на працюючих відповідно до ГОСТ 20815-93 допускаються такі граничні величини, які наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 4.5 – Санітарні норми одно чисельних показників вібраційного навантаження оператора при тривалості зміни 8 год.

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

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

4.3. Техніка безпеки

Приміщення повинно відповідати таким вимогам :

- підлога виготовляється з неіскроутворюючих вогнетривких матеріалів;
- двері повинні бути вогнетривкими і відкриватися на зовні;
- стіни приміщення також будуються з вогнестійких матеріалів;
- опалення повинно бути водяне або парове;
- вентиляція застосовується припливно-витяжна та місцева;

–дроти освітлювальної та силової ліній повинні бути в трубах з герметичною арматурою;

–розетки для переносних ламп повинні мати напругу 36 В.

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

Усе електрообладнання занулюється,

Робітники мають здавати один раз в три місяці екзамен.

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

Не допускається виконувати роботу на несправному інструменті.

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

4.3.1 Електробезпека

Згідно ДСТУ 12.1.013 - 78 необхідно щоб:

– струмопроводжучі частини повинні бути ізольовані, огороженні або розміщені в місцях, недоступних до дотикання до них;

–світильники загального освітлення, приєднанні до джерела живлення (електромережі) напругою 127 і 220 В, повинні встановлюватися на висоті не менше 2,5 м. від рівня землі, підлоги. При висоті підвісу менше 2,5 м. світильники повинні приєднатись до мережі напругою не більше 42 В;

–електроустановки повинні бути зануленні.

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

4.3.2. Пожежна безпека

Забороняється обслуговування на СТО автотранспорту з протіканням масла або пального. Відпрацьовані паливно-мастильні матеріали необхідно зливати тільки в спеціально призначені для цього ємності і тару. ПММ необхідно зливати і зберігати тільки в спеціально відведених для цього місцях. У разі чого більшість приміщень віднесені до категорії Д, а будівля, де вони розміщуються, має 1-й ступінь вогнестійкості – незгораємі стіни, перегородки і покриття з межею вогнестійкості не менше 1 години (таблиця 5.6).

Таблиця 4.6 – Межі вогнестійкості будівельних конструкцій

| Ступінь вогнестійкості | Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій, год | | | | | | | |
|------------------------|---|------------|--------------------|------------------|--------|--------------------------|--------------------|--------------|
| | Стіни | | | | Колони | Плити, настили, покриття | Елементи покриттів | |
| | Несучі клітини, сходи | Самонесучі | Зовнішні та несучі | Внутрішні несучі | | | Плити, настили | Балки, ферми |
| 1 | 2.5 | 2.0 | 2.5 | 2.5 | 1.5 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |

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

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

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

Для захисту від блискавок, застосовують металеві стержні, які розташовані вище даху приміщення та з'єднані із землею дротом,

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У роботі вирішено важливе науково-практичне завдання, яке полягає у розробці методики прогнозування витрати запасних частин на автосервісних підприємствах. Запропонована методика дозволяє формалізувати процеси визначення потреб підприємств у запасних частинах, підвищити ефективність існуючих систем матеріально-технічного забезпечення.

2. Розроблено класифікацію та проведено дослідження факторів, які впливають потреба підприємств автосервісу в запасних частинах. Було виявлено, що найбільший вплив на потребу в запасних частинах мають такі фактори:

- Середній вік автомобілів, що заїжджають на станцію;
- Середній пробіг автомобілів;
- Обсяг продажів нових автомобілів.

3. З використанням апарату регресійного аналізу, адаптивних методів та рядів Фур'є побудовані математичні моделі прогнозування потреби автосервісу в деталях кузова, підвіски та двигуна автомобіля Volkswagen. Побудовані моделі адекватно відображають досліджувані процеси.

4. Розроблено методичні засади вибору математичних моделей для прогнозування потреби 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.

5. Дані для розрахунку було взято на автосервісному підприємстві «Джерман Центр» м. Вінниця. Практичні розрахунки були зроблені з використанням пакетів прикладних програм MS Excel та Regre 2.81.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буренніков Ю.Ю. Напрямки підвищення мотивації трудового колективу підприємств автомобільного транспорту / Ю.Ю. Буренніков, Я.Р. Пасека //X Міжнародної науково-практичної конференції “Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту”, 23 - 25 жовтня 2019: тези доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2021. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt2021/paper/view/12745/1071>
2. Костромин Г. Управління матеріальними ресурсами : навчальний посібник. Кропивницький: КНТУ. 2007. 233 с.
3. Курніков І.П. Управління запасами автосервісів в умовах невизначеності попиту *Автошляховик України*. 2002. №1. С. 15-17
4. Управління матеріальними ресурсами на підприємстві (логістичний та реінжиніринговий підхід): автореф. дис. на здобуття канд. екон. наук: 08.00.04, Харків, 2009. 20 с.
5. Кірсанов Є. А. Удосконалення методу визначення потреби запасних частинах для системи «автообслуговування» / Є. А. Кірсанов, Толкачов В. К. // Збірник наукових праць МАДІ «Прогресивні форми організації технічного обслуговування автомобілів». - М.: 1983.
6. Андрусенко С.І., Бугайчук О.С. Моделювання бізнес-процесів підприємства автосервісу: монографія. Київ: Кафедра. 2014. 328 с.
7. Войтків Л.С. Управління матеріальними ресурсами у період реструктуризації підприємства: дис... канд. екон. наук: 08.06.01 / Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. Івано-Франківськ, 2005. 210 с.
8. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.

9. Чернета О.Г. Основи технологічного виробництва при виготовленні та ремонту автомобілів / О.Г. Чернета, О.М. Коробочка, О.О. Сасов // – Кам'янське: ДДТУ, 2018. – 196 с
10. Положення про технічне обслуговування та ремонт дорожніх транспортних засобів. ДЕРЖАВГОТРАНСНДІГТРОЕКТ Міністерство транспорту України, Київ 2001. – 33 с.
11. Коробочка О.М. Основи розрахунків, проектування і експлуатації технічного обладнання для автомобільного транспорту. / О.М. Коробочка, Е.С. Скорняков, О.О. Сасов. – Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2007 р. – 252 с.
12. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кропивницький: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
13. Митко М. В. Підвищення ефективності роботи автотранспортних підприємств удосконаленням структури виробничих підрозділів: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Митко Микола Васильович. – К., 2019. – 251 с
14. Митко М. В. Удосконалення структури виробничих підрозділів з обслуговування та ремонту автомобілів. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Науковий журнал. Вінниця: ВНТУ, 2018. №6 (141). С. 104–110.
15. Савін Ю. Х., Митко М. В. Методичні основи удосконалення структури виробничих підрозділів автотранспортних підприємств. Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. Київ: НТУ, 2019. №1(43). С. 159–166.
16. Савін Ю. Х., Митко М. В. Визначення економічно доцільних відстаней доставки автомобілів на підприємства автосервісу. Вісник Вінницького політехнічного інституту. Науковий журнал. Вінниця: ВНТУ, 2019. №2(143). С. 99–104.
17. Mytko M. V. Determination of economic advisable distances of automobile delivery on autoservice enterprise. Техніка, енергетика, транспорт АПК, Вінниця ВНАУ, № (1) 108 / 2020. – С. 58-64.
18. Краснокутська Н.С. Потенціал підприємства: формування та оцінка: Навчальний посібник. – Київ: Центр навчальної літератури, 2005. – 352 с.

19. Сабриченко А. Шляхи та заходи залучення іноземних інвестицій у дорожнє господарство України / Сабриченко А. // Держава та регіони. –2009. – № 6. – с. 184 – 188.
20. Проблемні аспекти розвитку транспортної інфраструктури
21. України / Гудима Р.Р. // Проблеми і перспективи розвитку національної економіки в умовах євроінтеграції та світової фінансово-економічної кризи. Чернівці / МФУ, БДФА та ін. гол. ред. В.В.Прядко – Чернівці, 2009. – с.238 – 239.
22. DENYSOVA, K.O.; ANISIMOVA, O.M. Інтернет-технології на підприємствах автомобільного транспорту.. Вісник студентського наукового товариства ДонНУ імені Василя Стуса, [S.l.], v. 1, n. 9, p. 88-92, jan. 2018. ISSN 2617–0922.
23. Буренніков Ю. А., Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Рухомий склад автомобільного транспорту: робочі процеси та елементи розрахунку. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 267 с.
24. Білоконь Я. Ю. Спеціалізований рухомий склад автомобільного транспорту : навчальний посібник / Я. Ю. Білоконь, А. І. Окоча. - К. : "Аграр Медіа Груп", 2011. - 249 с.
25. Транспортні енергетичні установки (традиційні, нетрадиційні та альтернативні), принцип роботи та особливості будови : навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Л.П. Мержиєвська, О.В. Сирота, Д.М. Тріфонов. – К. : НТУ, 2015. – 244 с.
26. Наказ від 08.04.2014 № 248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/topiccatalogua/laborprotection/14._nakazy_t_a_rozpor_183575/248+58074-detail.html

27. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. - [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/41/41131.shtml>

28. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id_doc=65395

29. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/docpage.html?id_doc=79885

30. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://document.ua/sanitarninormi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infravzuku-nor4878.html>

31. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. - [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>

32. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги - [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002..pdf

33. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек [Електронний ресурс] - Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759

ДОДАТКИ

Додаток А

АНКЕТА

1. Оцінка впливу факторів, що впливають на потребу у запасних частинах на підприємствах автосервісу.

| | | | | | |
|--------|-----------------|--------|---------|------|-------------|
| Оцінка | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Вплив | Найбільш сильно | Сильно | Середнє | Мало | Не вплинуло |

Найбільш значущому фактору присвоїти найвищий бал – 5, менш значущому – 4 бали тощо.

1. Оцінка впливу сукупності факторів на потребу у запасних частинах.

Групи факторів, що впливають на потребу у запасних частинах:

- управління;
- парк автомобілів, що обслуговуються;
- умови експлуатації;
- персонал;
- організація технічного обслуговування та ремонту;
- виробничо-технічна база;
- організація матеріально-технічного забезпечення;

2. Оцінка впливу управління підприємством автосервісу на потребу у запасних частинах.

| Чинники групи «Управління» | | |
|----------------------------|---|--|
| Маркетинг | 1. Кількість автомобілів в експлуатації | |
| | 2. Обсяг продажів нових автомобілів | |
| | 3. Обсяг ТР та ремонту минулих років | |
| | 4. Обсяг продажів запасних частин минулих років | |
| Менеджмент | 5. Реклама | |
| | 6. Постійна клієнтура | |
| | 7. Система складів | |

| | | |
|--|--|--|
| | 8. Швидкість постачання запасних частин | |
| | 9. Швидкість задоволення заявок на ТР (час очікування) | |
| | 10. Ціни на запасні частини та послуги | |

3. Оцінка впливу автомобілів, що обслуговуються, на потребу в запасних частинах.

| Фактори групи «Парк автомобілів, що обслуговуються» | |
|---|--|
| 1. Модельний ряд | |
| 2. Структура парку за віком | |
| 3. Структура парку з пробігу з початку експлуатації | |
| 4. Надійність | |
| 5. Складність конструкції | |
| 6. Уніфікація | |

4. Оцінка впливу умов експлуатації автомобілів на потребу в запасних частинах.

Чинники групи «Умови експлуатації»:

- інтенсивність експлуатації;
- транспортні, дорожні та кліматичні умови;
- кваліфікація водія, що експлуатує автомобіль.

5. Оцінка впливу організації технічного забезпечення (ТО) та ремонту на потребу у запасних частинах

Фактори організації ТО та ремонту:

- якість ТО та ремонту;
- методи ТО та ремонту;
- рекламації.

6. Оцінка впливу персоналу автосервісного підприємства на потрібність у запасних частинах.

Чинники існуючої виробничої бази:

- кваліфікація виробничо-технічного персоналу;
- рівень підготовки кадрів;

7. Оцінка впливу виробничої бази автосервісного підприємства на потребу у запасних частинах.

| Чинники існуючої виробничої бази | |
|---|--|
| 1. Потужність автосервісного підприємства | |
| 2. Спеціалізація | |
| 3. Оснащеність обладнанням | |
| 4. Кількість заїздів на ремонт | |

8. Оцінка впливу організації матеріально-технічного забезпечення автосервісного підприємства на потребу в запасних частинах

| Чинники системи матеріально-технічного забезпечення | |
|---|--|
| 1. Оптимальний розмір запасу | |
| 2. Методика розрахунків потреби у запасних частинах | |
| 3. Методи поповнення запасів | |
| 4. Оптимальне використання приміщень складу | |
| 5. Якість запасних частин та матеріалів | |

9. Вкажіть фактори, які на вашу думку необхідно внести до цього списку

**ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ**

Назва роботи: Організація процесу забезпечення запасними частинами станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Джерман-Центр» місто Вінниця

Тип роботи: Магістерська дипломна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unichesk

Оригінальність 98 % Схожість 2 %

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.

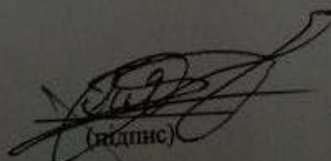
Особа, відповідальна за перевірку


(підпис)

Цимбал О.В.
(прізвище, ініціали)

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

Автор роботи


(підпис)

Паска Я.Р.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Буренніков Ю.Ю.
(прізвище, ініціали)