

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування
автомобілів «Bus & Car» місто Вінниця удосконаленням функціонування
зони технічного обслуговування і поточного ремонту

Виконав: студент 2-го курсу, групи 2АТ-23м
спеціальності/274 – Автомобільний
транспорт


Гриб І.О.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ


Кукурудзяк Ю.Ю.

« 12 » 12 2024 р.

Опонент: к.т.н., доцент каф. ГМ


Шенфельд В.Й.

« 16 » 12 2024 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ


к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 16 » 12 2024 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 Нимбала С.В.

«18» 03 2024 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Грибу Івану Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування автомобілів «Bus & Car» місто Вінниця удосконаленням функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту

керівник роботи Кукурудзяк Юрій Юрійович, к.т.н., доцент,

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

затверджені наказом ВНТУ від «17» вересня 2024 року № 310.

2. Строк подання студентом роботи: 06.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до параметрів функціонування виробничих підрозділів автотранспортного підприємства (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови); законодавство України в галузі автомобільного транспорту, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; об'єкт дослідження – процес організації робіт ТО і ПР в умовах станції технічного обслуговування. Похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%

4. Зміст текстової частини:

1 Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування автомобілів «BUS & CAR».

2 Визначення параметрів функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту.

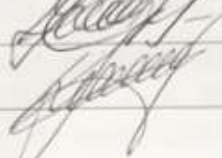
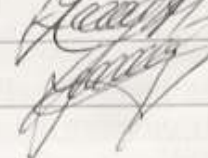
3 Підвищення ефективності виробничого процесу обслуговування автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.

4 Визначення економічної ефективності.

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

- 1-3 Тема, мета та завдання дослідження.
- 4 Аналіз виробничої діяльності СТО Bus & Car»
- 5-6 Технологічний розрахунок СТО
- 7 Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО.
- 8 Технологічне обладнання зони ТО і ПР автомобілів на СТО
- 9 Схема системи масового обслуговування та показники ефективності
- 10 Ймовірність появи заданого числа заявок на ТО і ПР.
- 11 Тривалість обслуговування одного автомобіля
- 12 Середня довжина черги
- 13 Визначення числа постів ТО і ПР за критерієм оптимальності
- 14 Блок-схема оптимізації кількості постів ТО і ПР
- 15 Висновки

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання-давав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Кукурудзяк Ю.Ю., доцент кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Цимбал С.В., доцент кафедри АТМ		

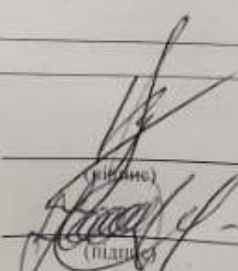
7. Дата видачі завдання «18» вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	18.09-22.09.2024	Викон.
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	23.09-20.10.2024	Викон.
3	Обґрунтування методів досліджень	23.09-20.10.2024	Викон.
4	Розв'язання поставлених задач	21.10-03.11.2024	Викон.
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	04.11-17.11.2024	Викон.
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	18.11-01.12.2024	Викон.
7	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	02.12-06.12.2024	Викон.
8	Нормоконтроль МКР	09.12-11.12.2024	Викон.
9	Попередній захист МКР	12.12-16.12.2024	Викон.
10	Рецензування МКР	17.12.2024-20.12.2024	Викон.
11	Захист МКР	18.09-22.09.2024	Викон.

Здобувач

Керівник роботи


(підпис)

Гриб І.О.

Кукурудзяк Ю.Ю.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.113

Гриб І.О. Підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування автомобілів «Bus & Car» місто Вінниця удосконаленням функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 –Автомобільний транспорт, освітня програма – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2024. 82 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 25 назв; рис.: 21; табл. 13.

В магістерській кваліфікаційній роботі пророблено питання підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування автомобілів «Bus & Car» місто Вінниця удосконаленням функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту. В роботі розглянуті такі основні питання: 1 Науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування автомобілів «BUS & CAR». 2 Визначення параметрів функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту. 3 Підвищення ефективності виробничого процесу обслуговування автомобілів в умовах станції технічного обслуговування. 4 Визначення економічної ефективності.

Графічна частина складається з 15 слайдів.

Ключові слова: станція технічного обслуговування, організація робіт, кількість постів, система масового обслуговування, оптимізація

ABSTRACT

UDC 629.113

Hryb I.O. Increasing the efficiency of the car service station "Bus & Car" city of Vinnytsia by improving the functioning of the maintenance and repair area. Master's qualification work in the specialty 274 - Motor transport, educational program - Motor transport. Vinnytsia: VNTU, 2024. 82 p.

In Ukrainian. Bibliography: 25 titles; Fig.: 21; Table. 13.

The master's qualification work deals with the issue of increasing the efficiency of the car service station "Bus & Car" city of Vinnytsia by improving the functioning of the maintenance and repair area. The following main issues are considered in the work: 1 Scientific and technical justification for increasing the efficiency of the car service station "BUS & CAR". 2 Determination of the parameters of the maintenance and repair area. 3 Increasing the efficiency of the production process of car service in the conditions of a maintenance station. 4 Determination of economic efficiency.

The graphic part consists of 15 slides.

Keywords: service station, work organization, number of posts, queue system, optimization

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	6
НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ «BUS & CAR»	
1.1 Аналіз діяльності станції технічного обслуговування автомобілів.....	6
1.2 Дослідження ринку послуг СТО.....	8
1.3 Аналіз стану виробничо-технічної бази СТО	12
1.4 Основні висновки і задачі проектування	18
РОЗДІЛ 2	20
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ	
2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних.....	20
2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ	22
2.3 Розрахунок чисельності робітників.....	30
2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ.....	32
2.5 Організація робіт в зоні технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів.....	35
2.6 Організація робочих місць в зоні технічного обслуговування та поточного ремонту.....	37
РОЗДІЛ 3	41
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	
3.1 Обґрунтування періодичності технічного обслуговування.....	41
3.2 Застосування системи масового обслуговування для організації ТО і ПР автомобілів.....	50
3.3 Показники ефективності організації обслуговування і ремонту	54

3.4 Параметри вхідного потоку вимог обслуговування та середній час обслуговування одного автомобіля	58
3.5 Оптимізація кількості постів обслуговування і ремонту	63
РОЗДІЛ 4	71
ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	71
4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень	71
4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань	75
4.3 Розрахунок економічної ефективності.....	79
ВИСНОВКИ	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	81
Додаток А – Ілюстративна частина МКР	84
Додаток Б – Результати перевірки МКР на плагіат	98



ВСТУП

Актуальність теми.

На даний час в Україні функціонує досить велика кількість станцій технічного обслуговування автомобілів. Функціонування кожної станції технічного обслуговування відповідає вимогам автосервісу щодо забезпечення клієнтів необхідним пакетом послуг по діагностуванню обслуговування та поточному ремонту автомобілів.

Розвиток станцій технічного обслуговування автомобілів відіграє досить важливу роль в забезпеченні технічної підтримки автомобілів індивідуальних власників. Також досить важливим є вплив технічного стану автомобілів на безпеку дорожнього руху.

Технічний стан автомобілів індивідуальних власників може підтримуватися різними способами. Частина власників автомобілів самі відповідають за те в якому технічному стані знаходиться їхній автомобіль і в більшості самі виконують роботи з обслуговування автомобіля. Але з часом таких власників автомобілів стає все менше. На даний час переважна кількість індивідуальних власників автомобілів є клієнтами станцій технічного обслуговування де виконуються всі необхідні роботи з підтримання автомобілів у технічно справному стані.

Досить важливим фактором забезпечення можливості обслуговування автомобілів індивідуальних власників є організація функціонування виробничих підрозділів станції технічного обслуговування автомобілів. В залежності від організаційних факторів пропускна здатність робочих постів у виробничих підрозділах станції технічного обслуговування може змінюватися. Такими організаційними факторами є підбір технологічного обладнання у виробничі підрозділи підприємства, організації робочих місць з розташуванням виробничого обладнання та підбором фахівців для виконання певних видів робіт.

З описаного вище можна зробити висновок що питання удосконалення функціонування виробничих підрозділів станції технічного обслуговування автомобілів, зокрема удосконалення функціонування зони технічного

обслуговування і поточного ремонту є досить актуальним на даний час.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконувалась у відповідності з напрямками наукових досліджень кафедри автомобілів та транспортного менеджменту.

Мета і завдання дослідження. Підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування автомобілів удосконаленням функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту.

Поставлена мета може бути досягнута вирішенням таких задач:

1. Виконати попередній аналіз організації діагностування та обслуговування автомобілів індивідуальних власників на станції технічного обслуговування «Bus & Car» місто Вінниця.

2. Визначити трудомісткість виконання робіт технічного обслуговування та поточного ремонту на станції технічного обслуговування. Розробити організаційні заходи щодо формування робочих місць у виробничих підрозділах.

3. Запропонувати науковий підхід та розробити модель удосконалення функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на основі системи масового обслуговування.

4. Визначити економічну ефективність впроваджених заходів.

Об'єкт дослідження – процеси функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів індивідуальних власників на станції технічного обслуговування автомобілів.

Предмет дослідження – методи і алгоритми підвищення ефективності функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів.

Методи досліджень. Розрахункові алгоритми, теорія масового обслуговування, математичне моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Запропоновано науковий підхід щодо підвищення функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на основі теорії масового обслуговування.

2. Отримав подальший розвиток підхід щодо визначення оптимальної

кількості робочих постів обслуговування на станції технічного обслуговування.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено практичний алгоритм визначення оптимальної кількості постів у виробничих підрозділах станції технічного обслуговування автомобілів.

Достовірність теоретичних положень підтверджена незначними відхиленнями між теоретичним моделюванням та практичними дослідженнями.

Апробація результатів роботи. Деякі положення та результати роботи висвітлені на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи", Вінниця: ВНТУ, 2024.

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікації [12].



РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ «BUS & CAR»

1.1 Аналіз діяльності станції технічного обслуговування автомобілів

СТО «BUS & CAR» знаходиться у м. Вінниця, вулиця Об'їзне шосе, 5 і зареєстроване як суб'єкт бізнесу з 2016 року. Мета діяльності СТО це надання якісних послуг, що охоплюють обслуговування, діагностику, ремонт та модернізацію автомобільної техніки. Основні цілі автообслуговуючого підприємства включають:

- досягнення високої якості обслуговування та проведення ремонтних робіт;
- забезпечення безпечної експлуатації автомобілів, що включає в себе регулярну діагностику та своєчасний ремонт;
- забезпечення довговічності та надійності автомобілів шляхом залучення новітніх технологій, що допомагають підтримувати високу продуктивність і ефективність автомобільної техніки.

Цих цілей СТО «BUS & CAR» досягає шляхами:

- використання сучасного технічного потенціалу (обладнання для діагностики і ремонту);
- наявність кваліфікованого виробничого та управлінського персоналу;
- дотримання критичних точок контролю у відповідності до стандартів якості.

Таблиця 1.1 – Юридичний паспорт СТО

Рік заснування	2016
Юридична адреса підприємства	Вінницька обл., місто Вінниця, вул. Об'їзде шосе, 5
Вид діяльності:	45.20. Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів: - механічні ремонт; - ремонт електричних систем автотранспортних засобів; - ремонт електронних систем упорскування палива; - поточне обслуговування; - ремонт кузовів; - ремонт запчастин автотранспортних засобів; - миття, полірування тощо; - напилення та фарбування; - ремонт лобового скла та вікон; - ремонт сидінь автотранспортних засобів; - ремонт шин і камер, їх установлення або заміну; - антикорозійне оброблення; - установлення деталей і приладдя, яке не є складовою процесу виробництва автотранспортних засобів.

СТО «BUS & CAR» виконує такі види послуг:

- заміна газорозподільного механізму: ременів, ланцюгів, роликів;
- ремонтні роботи коробки передач: ручної або автоматичної;
- заміна мастил в двигуні, фільтри салону повітряний, паливний, масляний;
- діагностика ходової частини автомобіля, ремонт за необхідності;
- діагностика, ремонт кермових рейок;
- обслуговування та ремонт кондиціонерів;
- замовлення запасних частин, підбір, консалтингові послуги.

СТО «BUS & CAR» функціонує з дотриманням регламентів прописаних у Наказі від 18.11.2014 року «Правила надання послуг з технічного

обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів». Документ забезпечує регламент і комунікацію між власником автомобіля та СТО щодо діагностики, ремонту автомобіля, його агрегатів, або окремих систем.

1.2 Дослідження ринку послуг СТО

Вінницький регіон має достатньо високий рівень конкуренції серед станцій технічного обслуговування, сервісних центрів та підприємств малого і середнього бізнесу, що надають послуги з технічного обслуговування та ремонту автомобілів. СТО «BUS & CAR» обслуговує легкові автомобілі, але спеціалізується на обслуговуванні мікроавтобусів. За період 2023 маркетингового року в Україні було придбано 239 мікроавтобусів та автобусів. За останніх десять років зростання попиту на мікроавтобуси відбулось вдвічі, в порівнянні з минулим періодом 2022 року цей сегмент автобусів також зріс вдвічі. Найвищим попитом користувались автобуси українського виробника «Еталон».

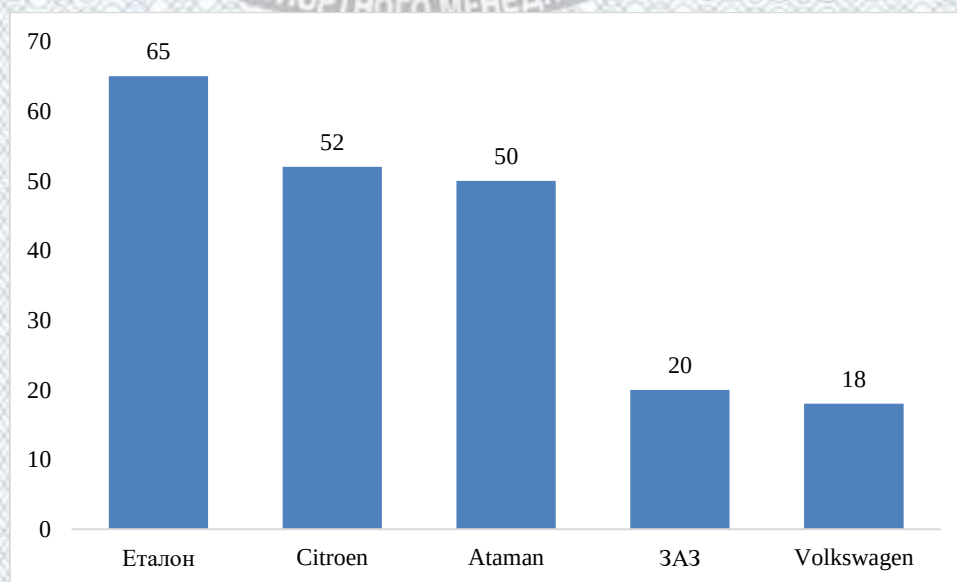


Рисунок 1.1 – ТОП-5 попиту на автобуси та мікроавтобуси в Україні у 2023 році

У 2022 році в Україну було імпортовано 1272 одиниць автобусів та мікроавтобусів на загальну митну вартість 38,9\$ млн. У порівнянні з 2021 роком

імпорт автобусів зменшився на 31%, а загальна митна вартість 25%. Питома вага нових автобусів в імпорті 2022 року склала 16%. Найбільшу питому вагу понад 70% нових автобусів було завезено з Туреччини – 132 шт. на загальну митну вартість близько 7\$ млн. Серед постачальників вживаних автобусів і мікроавтобусів була Німеччина – 456 одиниць, загальною митною вартістю понад 9,5\$млн.

СТО «BUS & CAR» в своєму виробничому арсеналі має 15 робочих постів, що забезпечує оперативне реагування на запити клієнтів, магазин автозапчастин та постійно діюча комунікація з партнерами щодо підбору оригінальних запасних частин або кращих аналогів.

Щодо безпосередньо Вінницького регіону то тут прослідковується зростаючий попит на мікроавтобуси. За даними з відкритих інфо-джерел на сьогоднішній день попит складає 75 одиниць, а пропозиція 54 одиниці. Спостерігаємо незадоволений попит на 38,8%. Значна частина попиту понад 75% складає попит на мікроавтобуси з вторинного ринку, що говорить про зростання попиту на послуги СТО.

У вересні 2024 року було придбано 695 нових та вживаних автобусів. У порівнянні з періодом 2023 року на 13,5% менше. В розрізі комерційного транспорту: причепи, напівпричепи, вантажівки, зростання відбувалось лише в позиції – автобуси. Комерційний транспорт для пасажирських перевезень в Україні не є великим за обсягом, але тендерні закупівлі для міських перевезень показало тенденцію зростання попиту на автобуси вітчизняного виробництва.

Переважна кількість автобусів була придбана на внутрішньому ринку України – 516 одиниць, що складає 73,9% від загальної кількості, привезено з-за кордону 8,7% зі вторинного ринку, або 62 одиниці рухомого складу.

На рисунку 1.3 наведена структура попиту на автобуси у 2024 році в розрізі марок.

Аналізуючи ринок перепродаж перші ТОП -3 позиції займають:

- Mercedes-Benz Sprinter 153 одиниці;
- Богдан/Ataman A-092 62 одиниці;
- БАЗ «Еталон» А079 – 32 одиниці.

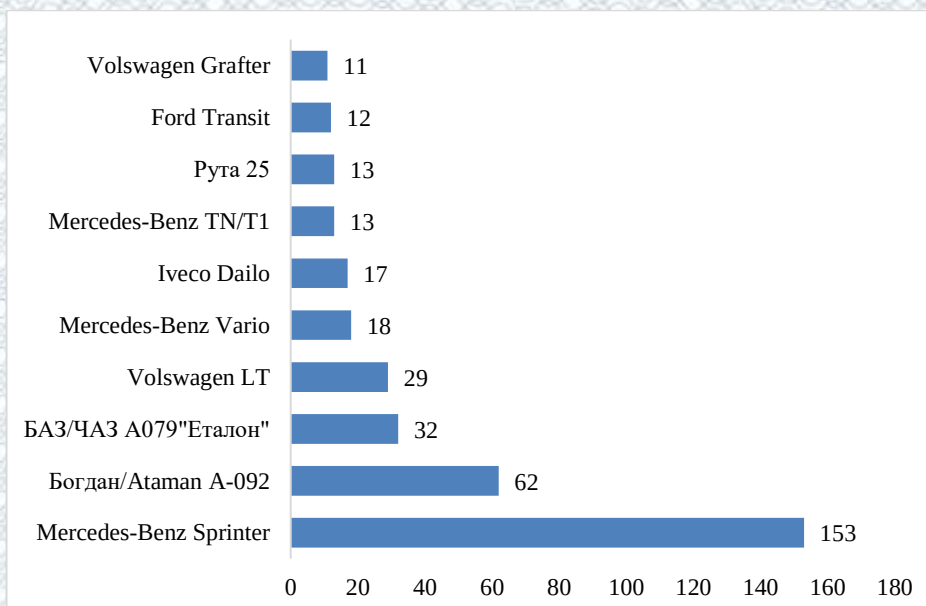


Рисунок 1.2 – Структура попиту на автобуси в Україні 2024 року в розрізі марок

Щодо найпопулярніших автобусів ввезених з-за кордону, то найпоширенішими стали:

- Mercedes-Benz Sprinter – 12 одиниць;
- Volkswagen Crafter – 8 одиниць;
- MAN Lion`s City – 5 одиниць.

Більш детальну інформацію у даному сегменті наведемо на рисунку 1.3.

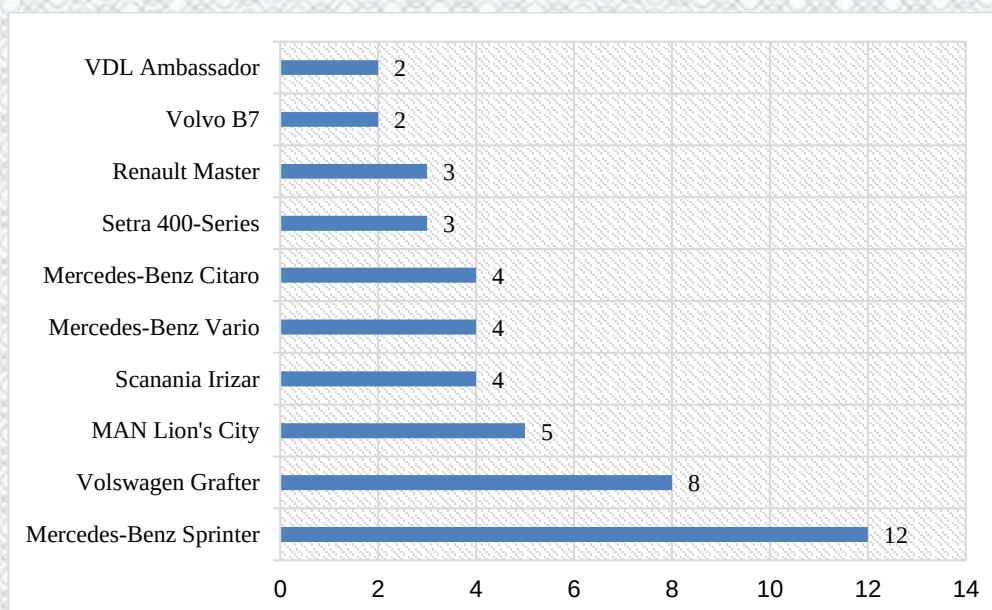


Рисунок 1.3 – Структура продаж автобусів і мікроавтобусів у версені 2024 року в розрізі марок.

У сегменті нових автобусів для пасажирських перевезень лідерські позиції займають вітчизняні виробники:

- БАЗ А081 «Еталон» - 57 одиниць;
- ЗАЗ А-08 – 24 одиниці;
- Богдан/Ataman А-093 – 12 одиниць.

Задоволення попиту на послуги з технічного обслуговування та ремонту автобусів, мікроавтобусів стає критично важливим фактором у умовах зростаючої конкуренції, особливо в комерційній сфері автоперевезень. Важливість утримання клієнтів та залучення нових зростає, адже сучасний споживач має широкий вибір, тому на авторемонтних підприємствах особливо важливо враховувати ключові критерії, якими користуються клієнти при виборі сервісу:

1. Якість отриманої послуги: Клієнти прагнуть бути впевненими у високому рівні виконання робіт. Надійність та довговічність ремонту, а також дотримання стандартів якості є ключовими аспектами, на які звертають увагу споживачі. Досвід фахівців і використання сучасних технологій також впливають на це.
2. Середній чек послуги: Вартість послуг є важливим фактором, що впливає на рішення споживачів на користь того чи іншого сервісу. Клієнти очікують справедливую і прозору цінову політику, а також можливість обирати між різними рівнями обслуговування, які можуть варіюватися за вартістю.
3. Часовий параметр обслуговування: Швидкість, з якою проводяться роботи, теж має велике значення для багатьох клієнтів. Надмірне очікування може стати причиною незадоволення, тому авторемонтні підприємства повинні оптимізувати свої процеси для швидкого та ефективного обслуговування.

Успішне комбінування цих критеріїв дозволяє підприємствам не лише залучати нових клієнтів, а й підтримувати лояльність існуючих, зменшуючи ймовірність їх переходу до конкурентів.

1.3 Аналіз стану виробничо-технічної бази СТО

Аналіз виробничо-технічної бази суб'єктів бізнесу автосервісу є процесом, що дає можливість вдосконалити виробничий потенціал підприємства, метою якого є підвищення рівня послуг автосервісу.

Формування ключових векторів розвитку виробничого потенціалу ТО і ремонту автомобілів передбачає:

- ріст індикаторів якості послуг СТО через застосування технологій нового покоління в обслуговуванні та ремонті автомобілів та навчання протягом життя працівників – інтелектуальний капітал підприємства;
- сприяння зниженню рівня трудовитрат на технологічні операції, через використання інноваційного і високотехнологічного обладнання;
- використання у системі менеджменту прогресивних систем управління виробничим процесом.

Для розробки стратегії і визначенні ключових векторів розвитку виробничого процесу СТО необхідно здійснити оцінку ключових показників безпосереднього впливу:

- ефективність використання трудового потенціалу;
- ефективність використання виробничого потенціалу;
- співвідношення активної та пасивної частини основних засобів.

Рівень придатності пасивної частини основних засобів будівель і споруд розраховуємо за формулою:

$$n = \frac{B_3}{B_{\Pi}}, \quad (1.1)$$

де B_3 – залишкова вартість пасивної частини основних засобів, тис. грн.;

B_{Π} – первісна вартість пасивної частини основних засобів, тис. грн.

$$n = \frac{21683}{45324} = 0,47.$$

Рівень зносу та придатності обладнання та виробничого устаткування суб'єкта бізнесу може бути оцінений з використанням підходу співвідношення між активною і пасивною частинами основних засобів. Оптимальне співвідношення цих частин свідчить про раціональний та ефективний підхід до управління виробничим потенціалом підприємства.

$$C_a = \Phi_{\text{ВТБ}}^a / \Phi_{\text{ВТБ}}, \quad (1.2)$$

$$C_{\text{п}} = \Phi_{\text{ВТБ}}^{\text{п}} / \Phi_{\text{ВТБ}}, \quad (1.3)$$

де $\Phi_{\text{ВТБ}}^a$ – активна частина фондів ВТБ, тис. грн.;

$\Phi_{\text{ВТБ}}^{\text{п}}$ – пасивна частина фондів ВТБ, тис. грн..

$$C_a = (23514/45197) \cdot 100\% = 52,02 \%;$$

$$C_{\text{п}} = (21683/45197) \cdot 100\% = 47,97 \%;$$

Фондоозброєність виробничого потенціалу:

$$\Phi_{\text{ор}} = \frac{\Phi_{\text{ФТБ}}^a}{K_{\text{рр}}}, \quad (1.4)$$

де $K_{\text{рр}}$ – середньооблікова кількість ремонтних робітників, чол.

2023 рік

$$\Phi_{\text{ор}} = \frac{23514}{16} = 1469,62 \text{ (тис. грн.)}.$$

2022 рік

$$\Phi_{\text{ор}} = \frac{21018}{12} = 1751,5 \text{ (тис. грн.)}$$

2021 рік

$$\Phi_{\text{ор}} = \frac{20100}{14} = 1435,71 \text{ (тис. грн.)}$$

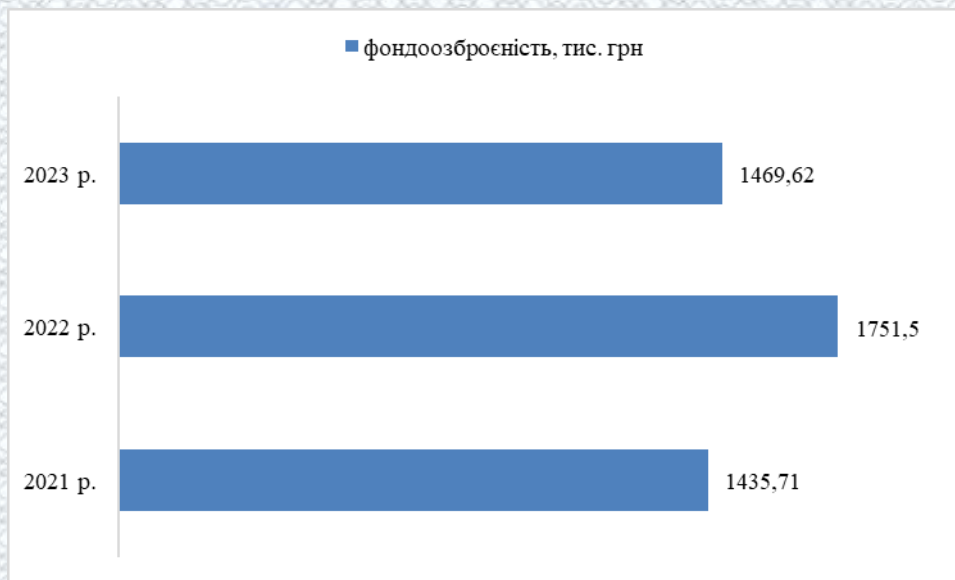


Рисунок 1.4 – Динаміка рівня фондоозброєності СТО «BUS & CAR» за період 2021-2023рр.

Як видно із інфографіки, що на СТО прослідковується тенденція до підвищення рівня такого індикатора ефективності виробничого потенціалу як фондоозброєність, що є позитивним явищем в системі управління і оперативного господарювання.

Фондовіддача виробничого потенціалу СТО розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{в}} = \frac{\text{ОП}}{\text{ОЗ}}, \quad (1.5)$$

де ОП – обсяг наданих послуг СТО у вартісному вираженні, тис. грн.;

ОЗ – залишкова вартість основних засобів виробничого призначення, тис. грн.

2023 рік

$$\Phi_B = \frac{72359}{23514} = 3,07 \text{ (грн.)}$$

2022 рік

$$\Phi_B = \frac{61200}{21018} = 2,91 \text{ (грн.)}$$

2021 рік

$$\Phi_B = \frac{54112}{20100} = 2,69 \text{ (грн.)}$$

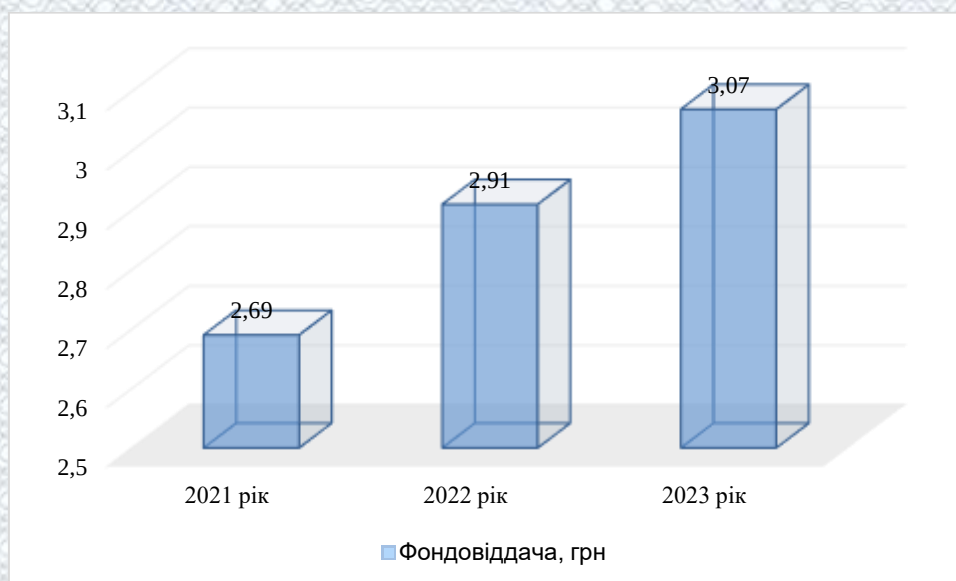


Рисунок 1.5 – Динаміка рівня фондовіддачі СТО «BUS & CAR» за період 2021-2023рр.

Фондовіддача за період дослідження зростає, що свідчить про підвищення ефективності використання основних засобів виробничого призначення, окрім того показник фондовіддачі вище однієї гривні, що свідчить про позитивну динаміку.

Розрахуємо основні показники використання обладнання. Одним із них є коефіцієнт змінності. Економічно-технічний зміст коефіцієнта змінності відображається у вивченні рівня використання виробничих потужностей підприємства. Суть даного індикатора у інтенсивності експлуатації обладнання, який підсвідчує нерівномірність використання обладнання його рівень ризику, що пов'язаний з перевантаженням, або використання виробничих потужностей з

недостатньою віддачею. Коефіцієнт змінності виробничо-технічного потенціалу визначається як:

$$K_z = G_{\text{во}}/G_{\text{ко}}, \quad (1.5)$$

де $G_{\text{во}}$ – кількість обладнання, що відпрацювало зміну, одиниць;

$G_{\text{ко}}$ – кількість встановленого обладнання, одиниць.

$$K_z = 16/20 = 0,8.$$

Коефіцієнт використання ресурсного потенціалу свідчить про те, у якому обсязі ресурсний потенціал використовується у виробничому процесі. Даний індикатор використовується для оцінки ефективності використання виробничого потенціалу підприємства та планування їхнього оптимального рівня. Коефіцієнт використання устаткування визначається як:

$$K_v = T_{\text{ф}}/T_{\text{д}}, \quad (1.6)$$

де $T_{\text{ф}}$ – фактичний час роботи устаткування, год.;

$T_{\text{д}}$ – дійсний фонд часу роботи устаткування, год.

$$K_v = 7,5/16 = 0,46.$$

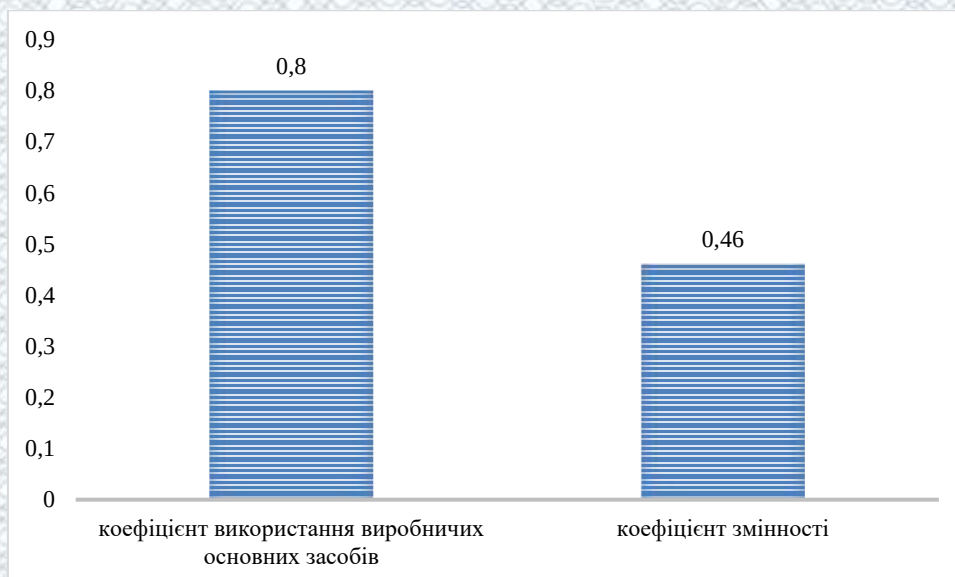


Рисунок 1.6 – Рівень використання виробничого потенціалу СТО «BUS & CAR» за 2023 рік

Аналіз стану СТО «BUS & CAR» показує, що:

- рівень забезпечення виробничим потенціалом достатньо високий і підприємство має резерв у зростанні обсягів надання послуг з технічного обслуговування та ремонту автомобілів різного класу;
- в динаміці відбувається зниження залишкової вартості обладнання, але це є закономірним явищем у діяльності всіх суб'єктів бізнесу;
- індикатор ефективності використання виробничого обладнання в динаміці зростає, що свідчить про ефективне використання обладнання, інструменту та оснастки.

Аналіз техніко-економічних показників СТО показує:

- 1) кількість працюючих ремонтних і допоміжних робітників менша нормативної на 10 %, що вказує на необхідність збільшення чисельності персоналу, або підвищені продуктивності праці робітників за рахунок засобів механізації та автоматизації праці. При підвищенні продуктивності праці з'явиться можливість обслуговування більшого числа автомобілів інших організацій і приватних осіб;

2) Виробничо-технічна база забезпечена площами ТО і ПР на 102,53 %, що показує необхідність оптимізації роботи зони ТО і ПР. Площі виробничих приміщень дещо більші від нормативного значення, але не значно;

3) Площа земельної ділянки, яку займає СТО трохи більша нормативного значення, але не значно;

4) Адміністративно-побутові приміщення дещо менші від нормативних, але не значно;

5) Зони і ділянки СТО в цілому укомплектовані устаткуванням, але частина устаткування є фізично спрацьованим і морально застарілим, воно підлягає оновленню.

Таким чином доцільно на підприємстві провести організаційно-технологічні заходи з вирішенням таких питань: поліпшити вікову структуру устаткування, збільшити вагу ВТБ в загальній вартості ОВФ за рахунок введення в експлуатацію нової прогресивної техніки, підвищити рівень механізації процесів ТО і ПР, вдосконалити діючі засоби праці.

1.4 Основні висновки і задачі проектування

Метою даної роботи є підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування автомобілів удосконаленням функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту.

Поставлена мета може бути досягнута вирішенням таких задач:

1. Виконати попередній аналіз організації діагностування та обслуговування автомобілів індивідуальних власників на станції технічного обслуговування «Bus & Car» місто Вінниця.

2. Визначити трудомісткість виконання робіт технічного обслуговування та поточного ремонту на станції технічного обслуговування. Розробити організаційні заходи щодо формування робочих місць у виробничих підрозділах.

3. Запропонувати науковий підхід та розробити модель удосконалення

функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на основі системи масового обслуговування.

4. Визначити економічну ефективність впроваджених заходів.



РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ

2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних

Особливістю розрахунку виробничої програми станцій технічного обслуговування є те, що заїзди автомобілів на СТО для виконання всіх видів робіт носять імовірнісний характер.

Середньорічний пробіг L_{c-p} автомобілів індивідуального користування залежить від кліматичного району, в якому експлуатуються автомобілі. Для районів, в яких середньорічна кількість днів із плюсовою температурою становить 230 днів: $L_{c-p} = 12500$ км.

Виробнича програма як міської так і дорожньої СТО характеризується трудомісткістю ТО і ПР автомобілів. Для міської СТО трудомісткість ТО і ПР залежить від марки автомобіля. Оскільки парк індивідуальних автомобілів, що експлуатуються на даний час в Україні, досить різноманітний, то рекомендується всі автомобілі, що обслуговуються на міській СТО, поділити на три групи: особливо малого класу, малого класу і середнього класу.

Розподіл автомобілів на групи виконується згідно із статистичними даними, зібраними за минулі роки.

Тип СТО – міська, універсальна.

Існуюча загальна кількість постів на СТО: $X_{п-існ}^{СТО} = 4$.

Визначимо кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО, статистичним способом. Згідно з статистичними даними за минулий рік було зареєстровано $N_{ТО і ПР}^p = 2140$ (авт./рік) автомобілів на СТО для виконання робіт ТО і ПР.

Згідно з ОНТП-01-91 частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР: $n_{ТО і ПР}^p = 2$ (рази/рік).

Кількість обслуговуваних автомобілів $A_{авт}$ буде меншою, оскільки один автомобіль заїжджає на СТО кілька разів:

$$A_{\text{авт}} = \frac{N_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}}{n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}}, \quad (2.1)$$

де $n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$ – частота заїздів одного автомобіля на СТО для виконання ТО і ПР на протязі року.

$$A_{\text{авт}} = \frac{2140}{2} = 1070 \text{ (авт.)}.$$

Для міської СТО необхідно виконати розподіл автомобілів на групи. Згідно з середньостатистичними даними за минулий рік та даними інших однотипних СТО міста, розподіл автомобілів може бути виконаний таким чином:

автомобілі особливо малого класу – 22 %;

автомобілі малого класу – 42 %;

автомобілі середнього класу – 36 %.

Середньорічний пробіг автомобілів приймаємо $L_{\text{с-р}} = 12500$ (км), як для регіону в якому середньорічна кількість днів із плюсовою температурою становить 230 днів. Вихідні дані до розрахунку виробничої програми зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані до розрахунку виробничої програми міської СТО

Параметр	Ум. позн.	Од. вим.	Значення
Існуюча кількість постів	$X_{\text{п-існ}}^{\text{СТО}}$	од.	4
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів	2140
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	$n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів в рік	2
Частота заїздів одного автомобіля для виконання антикорозійної обробки	$n_{\text{а-к}}^{\text{р}}$	заїздів в рік	1

Продовження таблиці 2.1

1		2	3	4
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:		$A_{\text{авт}}$	авт.	1070
в тому числі:				
- автомобілів I групи:		$A_{\text{авт}}^I$	авт.(%)	376
- автомобілів II групи:		$A_{\text{авт}}^{II}$	авт.(%)	718
- автомобілів III групи:		$A_{\text{авт}}^{III}$	авт.(%)	616
Середньорічний пробіг автомобілів		$L_{\text{с-р}}$	км	12500
Спосіб миття автомобілів		-	-	Ручний
Кліматичний район		ПКЗ	-	Помірно-теплий
Режим роботи сто				
Кількість робочих днів СТО		D_p	дні	305
Тривалість зміни		$\tau_{\text{зм}}$	год.	7
Кількість робочих змін	ТО і ПР	с		1
	миття і прибирання	с		1
	приймання і видачі	с		1
	передпродажна підготовка	с		1
	антикорозійного захисту	с		1

2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ

Нормативи трудомісткості ТО і ПР автомобілів індивідуального користування вибираються в залежності від типу СТО, класу автомобілів та виду робіт, що виконуються на СТО.

Розрізняють два види нормативів ТО і ПР на СТО:

- питому трудомісткість на 1000 км пробігу, люд·год/1000;
- разову трудомісткість на один заїзд автомобіля на СТО, люд·год.

Для міських СТО характерні як перший так і другий види нормативів ТО і ПР, для дорожніх – тільки другий.

Питома трудомісткість ТО і ПР коректується з використанням коефіцієнтів коректування:

$$t_{\text{ТО і ПР}} = t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{н}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{з}}, \quad (2.2)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт коректування в залежності від кількості робочих постів (потужності) СТО. При проектуванні нового СТО кількість робочих постів приймається орієнтовно – на основі планової потужності СТО;

$K_{\text{з}}$ – коефіцієнт коректування в залежності від природно-кліматичних умов.

Разова трудомісткість на один заїзд автомобіля на СТО не коректується.

Нормативи ТО і ПР та інших видів робіт для міської СТО вибираємо згідно ОНТП-01-91.

Нормативи питомої трудомісткості ТО і ПР необхідно скоректувати за допомогою коефіцієнтів коректування:

– в залежності від кількості робочих постів СТО. На СТО 4 робочих пости. $K_{\text{п}} = 0,95$;

– в залежності від природно-кліматичних умов. СТО знаходиться в помірно-теплій кліматичній зоні. $K_{\text{з}} = 0,90$.

Визначаємо питому трудомісткість для кожної групи автомобілів за формулою (2.2):

для 1 групи: $t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{I}} = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,71$ (люд · год/1000);

для 2 групи: $t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{II}} = 2,3 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,97$ (люд · год/1000);

для 3 групи: $t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{III}} = 2,7 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 2,31$ (люд · год/1000).

Результати розрахунків трудомісткості ТО і ПР зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Нормативи трудомісткості ТО і ПР для міської СТО

Нормативи трудомісткості та коефіцієнти коригування		Ум. позн.	Один. вим.	Для автомобілів:		
				1 групи	2 групи	3 групи
Коефіцієнт коригування в залежності від кількості постів СТО		$K_{\text{п}}$	—	0,95	0,95	0,95
Коефіцієнт коригування в залежності від природно-кліматичних умов		K_3	—	0,9	0,9	0,9
Питома ТО і ПР на 1000 км пробігу (нормативна)		$t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{н}}$	люд·год/1000	2,0	2,3	2,7
Питома ТО і ПР на 1000 км пробігу (скоректована)		$t_{\text{ТО і ПР}}$	люд·год/1000	1,71	1,97	2,31
Разова на один заїзд:	миття і прибирання	$t_{\text{п-м}}$	люд·год	0,15	0,20	0,25
	приймання і видачі	$t_{\text{п-в}}$	люд·год	0,15	0,20	0,25
	передпродажної підготовки	$t_{\text{п-п}}$	люд·год	3,5	3,5	3,5
	антикорозійної обробки	$t_{\text{а-к}}$	люд·год	3,0	3,0	3,0

Річний обсяг робіт, що виконуються на міській СТО, визначається окремо для кожної групи легкових автомобілів і складається з таких видів робіт:

$T_{\text{ТО і ПР}}$ – роботи ТО і ПР автомобілів;

$T_{\text{п-м(ТО)}}$ – роботи прибирання і миття автомобілів перед виконанням ТО і ПР;

$T_{п-м}$ – роботи косметичного прибирання і миття автомобілів, як окремої послуги;

$T_{а-к}$ – роботи антикорозійної обробки автомобілів;

$T_{п-в}$ – роботи приймання і видачі автомобілів;

$T_{доп}$ – допоміжні роботи.

На даному СТО не передбачені роботи прибирання і миття автомобілів, тому трудомісткість робіт прибирання і миття автомобілів перед виконанням ТО і ПР та трудомісткість косметичного прибирання і миття автомобілів, як окремої послуги не розраховуються і в загальну трудомісткість робіт на СТО не включаються.

Річний обсяг робіт ТО і ПР для однієї групи автомобілів визначається по питомій трудомісткості ТО і ПР автомобілів цієї групи на 1000 км пробігу:

$$T_{ТО і ПР}^i = \frac{A_{авт}^i \cdot L_{с-р} \cdot t_{ТО і ПР}^i}{1000}, \quad (2.3)$$

де $A_{авт}^i$ – кількість автомобілів даної групи;

$L_{с-р}$ – середньорічний пробіг автомобілів, км;

$t_{ТО і ПР}^i$ – скоректована питома трудомісткість ТО і ПР автомобілів даної групи, люд·год/1000.

$$T_{ТО і ПР}^I = \frac{376 \cdot 12500 \cdot 1,71}{1000} = 8037 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{ТО і ПР}^{II} = \frac{718 \cdot 12500 \cdot 1,97}{1000} = 17649,34 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{ТО і ПР}^{III} = \frac{616 \cdot 12500 \cdot 2,31}{1000} = 17775,45 \text{ (люд} \cdot \text{год)}.$$

Річний обсяг робіт антикорозійної обробки визначається одночасно для всіх груп автомобілів на основі разової трудомісткості цього виду робіт за один заїзд на СТО:

$$T_{a-k} = A_{авт} \cdot n_{a-k}^p \cdot t_{a-k}, \quad (2.4)$$

де n_{a-k}^p – частота заїздів одного автомобіля, що обслуговується на СТО, для виконання робіт антикорозійної обробки автомобілів протягом року;

t_{a-k} – разова трудомісткість антикорозійних робіт одного автомобіля (однакова для всіх груп автомобілів), люд·год.

$$T_{a-k} = 1710 \cdot 1 \cdot 3 = 5130 \text{ (люд} \cdot \text{год)}.$$

Річний обсяг робіт приймання і видачі для однієї групи визначається на основі загальної кількості заїздів автомобілів на СТО для виконання різних видів робіт:

$$T_{п-в}^i = A_{авт}^i \cdot (n_{ТО i пр}^p + n_{a-k}^p) \cdot t_{п-в}^i, \quad (2.5)$$

де $t_{п-в}^i$ – разова трудомісткість робіт приймання-видачі одного автомобіля даної групи, люд·год.

$$T_{п-в}^I = 376 \cdot (2 + 1) \cdot 0,15 = 169,2 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{п-в}^{II} = 718 \cdot (2 + 1) \cdot 0,20 = 430,8 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{п-в}^{III} = 616 \cdot (2 + 1) \cdot 0,25 = 462,0 \text{ (люд} \cdot \text{год)}.$$

Річна трудомісткість робіт T_i кожного виду для всіх груп автомобілів, що обслуговуються на СТО, визначається як сума трудомісткості робіт кожної окремої групи:

$$T_i = T_i^I + T_i^{II} + T_i^{III}. \quad (2.6)$$

$$T_{\text{ТО і ПР}} = 8037 + 17649,34 + 17775,45 = 43461,79 (\text{люд} \cdot \text{год});$$

$$T_{\text{п-в}} = 169,2 + 430,8 + 462 = 1062 (\text{люд} \cdot \text{год}).$$

Річний обсяг допоміжних робіт на СТО визначається як частина від загального обсягу робіт на СТО:

$$T_{\text{доп}} = (T_{\text{ТО і ПР}} + T_{\text{п-м(ТО)}} + T_{\text{п-в}} + T_{\text{а-к}} + T_{\text{п-п}}) \cdot \frac{C_{\text{доп}}}{100}, \quad (2.7)$$

де $C_{\text{доп}}$ – доля (%) допоміжних робіт від загальної трудомісткості (приймається рівним 15...20);

$T_{\text{ТО і ПР}}, T_{\text{п-м(ТО)}}, T_{\text{п-в}}, T_{\text{а-к}}, T_{\text{п-п}}$ – річна трудомісткість відповідно робіт ТО і ПР, прибирання-мийних робіт перед ТО і ПР, приймання-видачі автомобілів, робіт антикорозійної обробки та передпродажної підготовки;

$$T_{\text{доп}} = (43461,79 + 708 + 1062 + 5130 + 840) \cdot \frac{20}{100} = 10594,36 (\text{люд} \cdot \text{год}).$$

Орієнтовна трудомісткість всіх постових робіт на СТО:

$$T^{\text{пост}} = T_{\text{ТО і ПР}} \cdot \frac{C_{\text{ПР}}^{\text{пост}}}{100} + T_{\text{пм(ТО)}} + T_{\text{пм}} + T_{\text{пв}} + T_{\text{пп}} + T_{\text{ак}}, \quad (2.8)$$

де $C_{\text{ПР}}^{\text{пост}}$ – частка (%) постових робіт від загальної трудомісткості робіт ТО і ПР. Орієнтовно для попередніх розрахунків приймається рівною: 74% – для СТО, в яких існуюча або планова кількість робочих постів менше п'яти; 69% – для більших СТО;

$$T^{\text{пост}} = 43461,79 \cdot \frac{74}{100} + 708 + 1062 + 5130 + 840 = 52971,79 \text{ (люд} \cdot \text{год)}$$

Орієнтовна кількість робочих постів, яка залежить від трудомісткості постових робіт:

$$X_{\text{п}}^{\text{СТО}} = \frac{T^{\text{пост}} \cdot K_{\text{н}}}{D_{\text{р}} \cdot c \cdot \tau_{\text{зм}} \cdot P_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \quad (2.9)$$

де $T^{\text{пост}}$ – річна трудомісткість постових робіт, люд.-год;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів (приймається рівним 1,15);

$D_{\text{р}}$ – число днів роботи СТО;

c – число робочих змін протягом доби;

$\tau_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год;

$P_{\text{п}}$ – середнє число робітників, що одночасно працюють на посту (приймається рівним 1,6...1,9);

$\eta_{\text{п}}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста (приймається рівним: при однозмінній роботі – 0,95; при двозмінній – 0,94).

$$X_{\text{п}}^{\text{СТО}} = \frac{52971,79 \cdot 1,15}{305 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 1,5 \cdot 0,95} = 14,14 \approx 14 \text{ (постів)}$$

Результати розрахунків зводимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Річна трудомісткість робіт на СТО

Вид робіт	Ум. позн.	Один. вим.	Для автомобілів:			Всього
			1-ої групи	2-ої групи	3-ьої групи	
Роботи ТО і ПР автомо- білів	$T_{\text{ТО і ПР}}$	люд.- год	8037	17649	17775	43461,7
Роботи приймання і ви- дачі	$T_{\text{п-в}}$	люд.- год	169,2	430,8	462	1062
Роботи антикорозійної обробки	$T_{\text{а-к}}$	люд.- год	—	—	—	5130
Всього робіт СТО	T_{Σ}	люд.- год	—	—	—	52971, 7

Основну частину загальної трудомісткості робіт на СТО займають роботи ТО і ПР автомобілів $T_{\text{ТО і ПР}}$, які можуть виконуватись як на постах ТО і ПР так і у виробничих дільницях. Річний обсяг цих робіт необхідно додатково розділити за видами робіт ТО і ПР. Розподіл трудомісткості ТО і ПР виконується згідно ОНТП-01-91 в відсотковому відношенні:

$$T_{\text{в.р}} = T_{\text{ТО і ПР}} \cdot \frac{C_{\text{в.р}}}{100}, \quad (2.10)$$

де $T_{\text{в.р}}$ – розрахункова трудомісткість окремого виду робіт, люд·год;

$T_{\text{ТО і ПР}}$ – річна трудомісткість робіт ТО і ПР, люд·год;

$C_{\text{в.р}}$ – відсоткова доля окремого виду робіт від річної трудомісткості робіт ТО і ПР, %.

Величина $C_{\text{в.р}}$ залежить від кількості робочих постів (потужності) СТО. Для існуючих СТО може бути прийнята наявна кількість робочих постів.

Результати розподілу зводимо в таблицю 2.6.

2.3 Розрахунок чисельності робітників

Розрізняють явочну чисельність виконавців робіт $P_{\text{я}}$, потрібну для виконання добової виробничої програми, і штатну чисельність $P_{\text{ш}}$, потрібну для виконання річної виробничої програми.

Явочна і штатна чисельність ремонтно-обслуговуючих робітників залежить від обсягу робіт на даній ділянці (зоні, посту) і фонду робочого часу:

$$P_{\text{я}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{р.м.}}}; \quad P_{\text{ш}} = \frac{T_i}{\Phi_{\text{в.р.}}}, \quad (2.11)$$

де T_i – річний обсяг робіт на ділянці (зоні, посту), люд-год;

$\Phi_{\text{р.м.}}$ – річний фонд часу робочого місця ремонтно-обслуговуючих робітників, год;

$\Phi_{\text{в.р.}}$ – річний ефективний фонд часу робітника з урахуванням трудових втрат, спричинених хворобою, виконанням державних обов'язків, відпусткою тощо, год.

Фонд часу робочого місця $\Phi_{\text{р.м.}}$ залежить від кількості вихідних і святкових днів у році і визначається за формулою:

- при 5-ти денному робочому тижні:

$$\Phi_{\text{р.м.}} = D_{\text{р.з.}} \cdot \tau_{\text{зм}} - D_{\text{пс}}, \quad (2.12)$$

де $D_{\text{р.з.}}$ – кількість робочих днів у році відповідної зони чи ділянки, дні;

$\tau_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год;

$D_{\text{пс}}$ – кількість передсвяткових днів, в які тривалість робочої зміни скорочується на одну годину ($D_{\text{пс}}$ рівна кількості святкових днів $D_{\text{св}}$);

Річний ефективний фонд часу робітника $\Phi_{в.р.}$ залежить від кількості днів основної та додаткової відпусток та кількості пропусків по хворобі та інших поважних причинах:

$$\Phi_{в.р.} = \Phi_{р.м.} - (D_{від}^{осн} + D_{від}^{доп} + D_{пов}) \cdot t_{зм}, \quad (2.13)$$

де $D_{від}^{осн}$, $D_{від}^{доп}$ – кількість днів основної та додаткової відпусток;

$D_{пов}$ – кількість пропусків по хворобі та інших поважних причинах.

Чисельність виробничих робітників визначаємо для кожного виду дільничних робіт ПР. Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників

Професія робітників	Основна відпустка, дні	Додаткова відпустка, дні	Пропуски з хвороби та ін. причин, дні	при 5-ти денному робочому тижню	
				Фонд часу робочого місця, год	Фонд часу робітника, год
	$D_{від}^{осн}$	$D_{від}^{доп}$	$D_{пов}$	$\Phi_{р.м.}$	$\Phi_{в.р.}$
Мийники і прибиральники рухомого складу	15	4	6	1998	1798
Слюсарі з ТО і поточного ремонту агрегатів, вузлів, устаткування, мотористи, електрики, шиномонтажники, слюсарі-верстатники, столяри, оббивальники, арматурники, жерстяники	18	5	5		1774
Слюсарі з ремонту приладів системи живлення, акумуляторники, ковалі, мідники, зварювальники, вулканізаторники	24	6	4		1726
Малярі	24	6	4		1726

Фонд робочого часу робочого місця та ефективний фонд часу робітника:

$$\Phi_{\text{р.м.}} = (365 - 52 - 10) \cdot 7 - 10 \cdot 1 = 2111 \text{ (год);}$$

$$\Phi_{\text{в.р.}} = 2111 - (18 + 6 + 5) \cdot 7 = 1908 \text{ (год).}$$

Для всіх видів робіт і груп ДТЗ розрахунки виконуються однаково. Результати визначення чисельності робітників для кожного виду робіт ТО і ПР зводимо в таблицю 2.7 (п. 2.1.6).

2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ

Розрахункова мінімальна кількість постів ТО і ПР (діагностування, ТО, регулювальних, розбирально-складальних, кузовних, фарбувальних та ін.), прибирання-мийних постів без застосування механізованих мийних установок, постів приймання-видачі, антикорозійної обробки та передпродажної підготовки автомобілів визначається за формулою:

$$X_i = \frac{T_i \cdot K_n}{D_p \cdot c \cdot \tau_{\text{зм}} \cdot P_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}}, \quad (2.14)$$

де T_i – річна трудомісткість робіт відповідного виду, люд.-год;

K_n – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів;

D_p – число днів роботи СТО, дні;

c – число робочих змін протягом доби;

$\tau_{\text{зм}}$ – тривалість робочої зміни, год;

$P_{\text{п}}$ – середнє число робітників, що одночасно працюють на посту;

$\eta_{\text{п}}$ – коефіцієнт використання робочого часу.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
контрольно-діагностичні (двигун, гальма, електроустаткування, аналіз вихлопних газів)	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	—	—	—	—
технічне обслуговування в повному обсязі	15	6519,27	100	6519,27	3,16	3,48	1,85	—	—	—	—
мастильні	3	1303,85	100	1303,85	0,63	0,70	0,37	—	—	—	—
регулювання кутів керованих коліс	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	—	—	—	—
ремонт і регулювання гальм	3	1303,85	100	1303,85	0,63	0,70	0,37	—	—	—	—
електротехнічні	4	1738,47	80	1390,78	0,67	0,74	0,39	20	347,69	0,17	0,19
роботи за системою живлення	4	1738,47	70	1216,93	0,59	0,67	0,34	30	521,54	0,25	0,29
аккумуляторні	2	869,24	10	86,92	0,04	0,05	0,02	90	782,31	0,38	0,43
шинні	2	869,24	30	260,77	0,13	0,14	0,07	70	608,47	0,29	0,33
ремонт вузлів, систем і агрегатів	8	3476,94	50	1738,47	0,84	0,93	0,49	50	1738,47	0,84	0,93
кузовні й арматурні	25	10865,4	75	8149,09	3,95	4,47	3,08	25	2716,36	1,32	1,49
фарбувальні	16	6953,89	100	6953,89	3,37	3,81	2,63				
оббивні	3	1303,85	50	651,93	0,32	0,35	0,25	50	651,93	0,32	0,35
слюсарно-механічні	7	3042,33						100	3042,33	1,47	1,62
Разом робіт ТО і ПР	100	43461,7	76	33052,6	16,0	17,8	10,8	23	10409,1	5,05	5,62
Прибирання і миття автомобілів			100	708,00	0,34	0,37	0,20				
Приймання і видачі автомобілів			100	1062,00	0,51	0,57	0,60				
Передпродажної підготовки			100	840,00	0,41	0,45	0,40				
Антикорозійної обробки автомобілів			100	5130,00	2,49	2,74	2,42				
Всього робіт СТО				42562,6	20,6	22,9	14,9		10409,1	5,05	5,62

2.5 Організація робіт в зоні технічного обслуговування та поточного ремонту автомобілів

Зона технічного обслуговування і поточного ремонту на станції технічного обслуговування автомобілів призначено для виконання робіт сервісного обслуговування автомобілів під час їх експлуатації. На підприємстві зона технічного обслуговування і поточного ремонту займає окреме приміщення. Тут виконуються роботи гарантійного та післягарантійного обслуговування автомобілів індивідуальних власників.

Умови експлуатації та умови обслуговування і підтримання автомобілів у роботоздатному стані для індивідуальних власників має свої певні особливості. Ці особливості в певній мірі впливають на організацію робіт на станції технічного обслуговування автомобілів.

Перш за все необхідно враховувати те що власники індивідуальних автомобілів можуть звертатися на станцію технічного обслуговування в будь-який час. В переважній більшості легкові автомобілі обслуговуються згідно сервісної документації яка розроблена заводом-виробником. Але багато власників автомобілів не дотримуються вимог сервісної документації і не завжди вчасно звертаються на станції технічного обслуговування для виконання необхідного комплексу робіт з діагностування чи інших профілактичних та ремонтних робіт.

У зв'язку з цим потік заявок який поступає на станцію технічного обслуговування від індивідуальних власників вносить ймовірнісний характер. Для того щоб забезпечити всі вимоги власників індивідуальних автомобілів з надання їм послуг які вони потребують зона технічного обслуговування і поточного ремонту повинна відповідати певному рівню потужності та певному рівню організації робочих місць.

Загальна схема технологічного процесу робіт діагностування обслуговування та поточного ремонту автомобілів відповідає організації виробничих підрозділів на даному підприємстві.

6. Перевірка системи випуску. Перевірка стану системи випуску, виявлення та усунення можливих протікань чи пошкоджень.

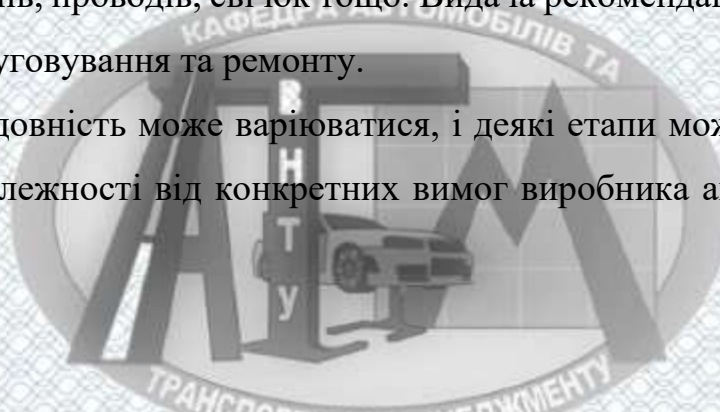
7. Перевірка паливної системи. Перевірка стану паливного фільтра, доповнення паливного бака.

8. Перевірка та заміна повітряного фільтра. Перевірка стану повітряного фільтра, його заміна при необхідності.

9. Перевірка стану акумулятора. Перевірка рівня та стану акумуляторної батареї, її заміна при необхідності.

10. Інші роботи та рекомендації. Виконання інших необхідних робіт, таких як заміна ременів, проводів, свічок тощо. Видача рекомендацій клієнту щодо подальшого обслуговування та ремонту.

Ця послідовність може варіюватися, і деякі етапи можуть бути додані чи виключені в залежності від конкретних вимог виробника автомобіля чи інших факторів.



2.6 Організація робочих місць в зоні технічного обслуговування та поточного ремонту

У кожному виробничому підрозділі підприємства формуються робочі місця для виконання відповідних робіт на кожному з них. Одне робоче місце являє собою окреме місце чи частину приміщення для виконання робіт із застосуванням приблизно однакового обладнання.

Процес організації робочих місць у виробничих підрозділах заключається в розподілі всіх робіт які повинні виконуватися у цьому приміщенні між робочими місцями та виконавцями. Такий розподіл можна виконати у наступному порядку.

Перш за все необхідно визначитися які роботи будуть виконуватися у даному виробничому підрозділі, а які недоцільно виконувати. Знаючи перелік робіт необхідно попередньо визначити яке технологічне обладнання потрібне для їх виконання. Підбір технологічного обладнання є досить важливим етапом

проектування. Номенклатура та кількість технологічного обладнання залежить від технології робіт які будуть виконуватися на робочих місцях а також від систем та агрегатів автомобілів які необхідно обслуговувати або ремонтувати.

Підбір технологічного обладнання та організації робочих місць повинні виконуватися паралельно. Для кожного робочого місця спершу визначається які роботи необхідно виконувати на даному робочому місці та яким технологічним обладнанням. Одне робоче місце повинно забезпечуватися технологічним обладнанням до якого буде зручний доступ під час виконання робіт. Це обладнання повинно забезпечити всі роботи які планується виконувати На даному робочому місці.

Під час формування робочих місць також необхідно враховувати загальну трудомісткість робіт які планується виконувати. Це враховується з метою того щоб у одному виробничому підрозділі трудомісткість робіт на кожному робочому місці була приблизно однаковою. Робітники які будуть працювати на робочих місцях закріплюються або за одним робочим місцем або за декількома робочими місцями. Трудомісткість виконання робіт для кожного робітника також повинна бути приблизно однаковою протягом одної робочої зміни.

Технологічне обладнання робочих місць може бути стаціонарне пересувне або переносне. Стаціонарне обладнання закріплюється тільки за одним робочим місцем і робітники які будуть виконувати роботи на цьому робочому місці. Пересувне або переносне технологічне обладнання може бути закріплене як за одним робочим місцем так і за двома і більше робочими місцями. Це пояснюється тим що дороговартісне обладнання недоцільно дублювати для кожного робочого місця на якому передбачено виконання робіт із застосуванням даного обладнання.

Також важливим є застосування різних комплектів інструментів для виконання робіт технічного обслуговування і поточного ремонту. У більшості випадків комплекти інструментів повинні бути на кожному робочому місці. Але якщо застосовується дороговартісні пересувні візки з повним набором необхідних ключів та інструментів то такі комплекти можуть також закріплюватися за

декількома робочими місцями. В такому випадку візок перетягується до місця виконання роботи за необхідністю.

Підібране технологічне обладнання формується в загальну відомість технологічного обладнання (табл. 2.7) яка передбачає весь перелік стаціонарного пересувного та переносного обладнання а також приладів пристроїв та інструментів. У відповідності з відомістю технологічного обладнання виконується технологічне планування виробничого підрозділу яке передбачає розташування всього обладнання у приміщенні виробничого підрозділу з дотриманням необхідних норм та відстаней між обладнанням та дотриманням санітарних норм.

В зоні технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів можуть існувати як універсальні пости, так і спеціалізовані пости, кожен з яких призначений для виконання певних видів робіт. Розподіл робіт між універсальними і спеціалізованими постами може залежати від конкретної організаційної структури та потреб сервісу.

Таблиця 2.7 – Відомість технологічного обладнання

Обладнання, прилади, пристрої, інструмент	Мо- дель, тип	К-сть, шт.	Габари- тні розміри, мм	Площа, м ²		Потуж- ність, кВт
				Оди- ниці	За- га- льна	
3	4	5	6	7	8	9
Підіймач електромеханічний	ПЕМ-4,5	4	—	—	—	6,6
Мотор-тестер	MT-800	1	550×600	0,33	0,33	0,25
Стенд геометрії ходової час- тини	RAV TD 5080	1	980 x 940	0,92	0,92	0,7
Підіймач-візок для зняття і ус- тановки агрегатів	—	2	1170 x 730	0,85	1,7	—
Пересувний пост електрика	—	2	1100 x 600	0,66	1,32	—
Пересувний пост мастильних робіт	—	2	1200×800	0,96	1,92	—
Стелаж-вертушка для кріпиль- них деталей	—	2	D 700	0,38	0,38	—

Пересувний пост слюсаря-авторемонтника	—	4	700 x 500	0,35	1,75	
Верстак слюсарний	—	2	1200×700	0,84	0,84	—
Ящик для відходів	—	2	500×500	0,25	0,25	—
Шафа для інструменту	—	2	800×400	0,32	0,32	—
Бак для зливу моторного масла	—	1	500×600	0,3	0,3	—
Бак для зливу трансмісійного масла	—	1	500×600	0,3	0,3	—
Ящик для обтиральних матеріалів	—	2	500×500	0,25	0,25	—



РОЗДІЛ 3

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

3.1 Обґрунтування періодичності технічного обслуговування

Система обслуговування автомобілів передбачає певні інтервали між різними видами обслуговування. В залежності від способу визначення цих інтервалів системи обслуговування автомобілів можна поділити на дві великі групи.

Перша група передбачає те що інтервали між певними видами обслуговування визначаються через фіксований визначений пробіг автомобіля. Такий підхід має свої переваги і свої недоліки. Переваги цієї системи полягають в тому що вона прозора і має деякі прості підходи щодо планування обслуговування автомобілів на підприємствах. Якщо відомий пробіг автомобілів то можна визначити на кожний період часу скільки автомобілів будуть потребувати того чи іншого виду обслуговування. Пробіги автомобілів розраховується виходячи із статистичних даних минулих років або на основі середньодобового пробігу та кількості робочих днів на рік. Такий підхід більш властивий для автотранспортних підприємств які на своєму балансі мають певну кількість одиниць рухомого складу і кожен автомобіль підприємства має певний пробіг з початку експлуатації і характеризується середньодобовим пробігом. Основним недоліком цієї системи є те що незалежно від технічного стану автомобіля через певний пробіг йому в обов'язковому порядку будуть виконуватися певні профілактичні або ремонтні роботи. Якщо автомобіль знаходиться у технічно справному стані то втручання в його функціонування на якомусь етапі може бути зайвим.

Друга група передбачає те що певний вид обслуговування автомобіля виконується не через визначений пробіг а в залежності від технічного стану цього автомобіля. Такий підхід є значно складнішим у плані формування виробничої програми підприємства. Технічний стан будь-якого автомобіля може бути в

деякій степені прогнозованим, але він не може бути точно визначеним на якийсь конкретний період часу. Така система також має свої недоліки і переваги. Перевагами цієї системи є те що автомобілі будуть виконуватися певні технічні втручання тільки в тому випадку якщо цей автомобіль потребує таких втручань. Якщо автомобіль знаходиться в технічно справному стані то йому не потрібно проводити ремонтні роботи. Основним недоліком цієї системи є її складність в реалізації планування робіт які можуть виконуватися на підприємстві.

При плануванні діагностичних та профілактичних робіт щодо автомобілів основним аспектом повинна бути оптимізація щодо мінімальних витрат на обслуговування і ремонт. Мінімізація витрат є одною стороною цільової функції. Іншою стороною є забезпечення певного рівня надійності автомобіля. Якщо значно зменшувати витрати на профілактичні роботи по підтриманню автомобіля в технічно справному стані то це може призвести до зниження його надійності у процесі експлуатації. Такий підхід є недопустимим. Рівень надійності автомобіля повинен відповідати певним вимогам.

На станціях технічного обслуговування автомобілів обслуговується автомобілі індивідуальних власників. Тому для таких автомобілів практично нереально визначити пробіг під час експлуатації. Періодичність обслуговування автомобілів може бути визначена на основі їх контрольного огляду під час виконання контрольно-оглядових робіт. Періодичність виконання тих чи інших робіт для легкових автомобілів визначається сервісною документацією у якій виробники чітко прописують який комплекс робіт необхідно виконувати через певний період часу або через певний пробіг автомобіля

Для деяких окремих робіт виробники рекомендують періодичність їх виконання в залежності від часу незалежно від пробігу автомобіля. Інші роботи виконуються строго в залежності від пробігу. Наприклад заміна моторного масла заміна фільтрів як масляних так і паливних і повітряних. Технічний стан цих елементів не залежить від терміну їх служби залежить тільки від пробігу. В цьому випадку необхідно також враховувати умови експлуатації. Якщо автомобіль експлуатується у середовищі яке агресивно впливає на перелічені елементи то

періодичність їх заміни повинна бути зменшена. Це також необхідно враховувати при плануванні робіт на станції технічного обслуговування.

Оптимізація сервісного обслуговування автомобілів на підприємствах може розглядатися з різних точок зору. Можна охарактеризовувати підвищення ефективності обслуговування автомобілів з точки зору зменшення виробничих витрат. У такому разі будуть враховуватися інтереси підприємства. З іншого боку необхідно враховувати інтереси клієнтів станції технічного обслуговування. Вони будуть полягати у постійній підтримці їхніх автомобілів у технічно справному стані. Клієнт станції технічного обслуговування повинен у будь-який момент часу звернутися на станцію і отримати весь комплекс потрібних йому на даний час робіт.

Для можливості забезпечення вимог і потреб власників індивідуальних автомобілів на станції технічного обслуговування необхідно постійно удосконалювати організацію виконання як діагностичних так і профілактичних і відновлювальних робіт.

Важливим аспектом на сучасному етапі розвитку автосервісу є врахування індивідуальних особливостей кожного автомобіля. Це досить прогресивний підхід щодо співпраці станції технічного обслуговування з власниками індивідуальних автомобілів. Автомобілі однієї і тієї ж самої марки і однієї і тієї ж самої моделі можуть мати різну інтенсивність зношування окремих систем чи деталей. Це означає що один і той самий автомобіль попадаючи у різні умови експлуатації буде потребувати різного комплексу робіт через один і той самий період експлуатації.

Станція технічного обслуговування може створювати свою базу даних автомобілів у якій буде відслідковувати технічний стан кожного автомобіля протягом всього його життєвого циклу.

Якщо розглядати етапи експлуатації автомобіля починаючи від стану нового автомобіля і до його списання, то можна виділити деякі окремі відрізки які є специфічними для будь-якого автомобіля.

Перший етап досить короткий він відповідає стану нового автомобіля. Цей

етап називається при працюванні. На цьому етапі відбувається інтенсивне зношування деталей внаслідок того що нові деталі притираються одна до другої. У цей період необхідно проводити додаткові профілактичні роботи автомобілю.

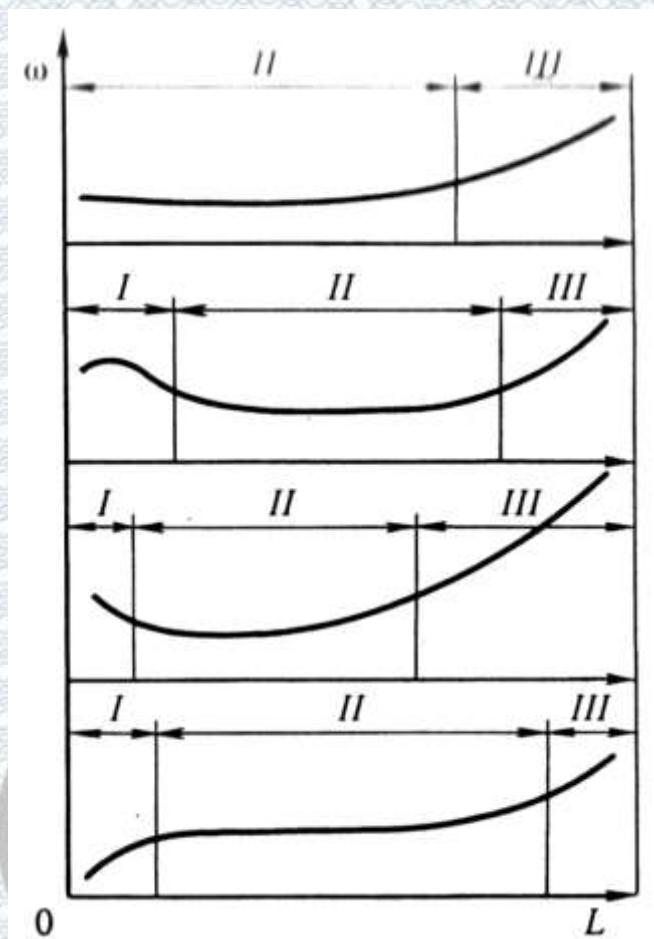
Другий етап найбільш тривалий. Це етап нормальної експлуатації автомобіля який починається після припрацювання і триває аж до закінчення терміну експлуатації автомобіля. На цьому етапі всі деталі та елементи автомобіля мають стає зношування яке підтримується протягом тривалого періоду.

Третій етап наступає тоді коли починається інтенсивне зношування деталей та елементів автомобіля. Цей етап свідчить про те що в автомобілі виникає досить велика кількість поломок і затрати на відновлення роботоздатності такого автомобіля стають недоцільними.

Одним із показників надійності автомобіля є величина яка називається параметр потоку відмов. Параметр потоку відмов в автомобільних системах визначає ймовірність виникнення відмови або поломки протягом певного періоду часу. Потік від може вимірюватися у кількості відмов на одиницю часу або у відсотках відмов за одиницю часу.

Параметр потоку відмов можна охарактеризувати як інтенсивність появи відмов конкретного автомобіля. Потік відмов являє собою якусь певну кількість відмов яка появилася за певну одиницю часу. Виходячи з цього можна сказати що якщо потік відмов має високе значення то такий автомобіль є ненадійним. З другого боку якщо параметр потоку відмов досить низький то такий автомобіль вважається досить надійним але затрати на його виготовлення і на його обслуговування будуть надто високими. Тому параметр потоку відмов - це є величина яка визначає якусь оптимальну середину між витратами на утримання та надійністю автомобіля.

Потік відмов не є сталою величиною він змінюється у процесі експлуатації автомобіля і в залежності від умов експлуатації автомобіля. На рисунку 3.1 зображена закономірність зміни параметра потоку відмов.



I-III – періоди відповідно припрацювання, нормальної експлуатації та інтенсивного спрацьовування і старіння.

Рисунок 3.1 – Закономірність зміни параметра потоку відмов автомобілів

Ще одною характеристикою надійності автомобіля є ймовірність його безвідмовної роботи. Ймовірність безвідмовної роботи є досить важливим критерієм який дає можливість оптимізувати та визначити найкращу періодичність виконання тих чи інших профілактичних або відновлювальних робіт.

Ймовірність безвідмовної роботи є величиною яка обернена параметру потоку відмов. Якщо інтенсивність відмов велика і параметр потоку відмови високий то відповідно ймовірність безвідмовної роботи буде низькою. І навпаки, якщо ймовірність безвідмовної роботи висока то параметр потоку відмов буде мати малі значення.

При дослідженні ймовірності безвідмовної роботи вважається що відмова яка виникає у одній деталі є такою яка не спричиняє відмови інших деталей. Це так звана умова ординарності. Ця умова є досить важливою з точки зору дослідження ймовірності безвідмовної роботи (рис. 3.2).

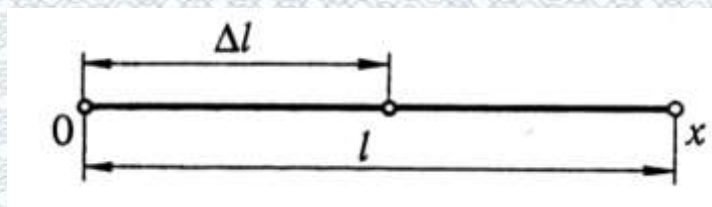


Рисунок 3.2 – Схема виникнення відмов автомобіля

Враховуючи такі припущення можна сказати що ймовірність безвідмовної роботи може бути описана на основі закону Пуасона. Цей закон застосовується для дослідження процесів які носять випадковий характер але які не впливають один на другого:

$$P_n = \frac{(\omega l)^n}{n!} e^{-\omega l} \quad (3.1)$$

Ще одна величина характеризує ймовірність виникнення відмови на певному визначеному проміжку часу або певному інтервалі пробігу.

$$\omega = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{P_1(l, \Delta l) + P_{>1}(l, l + \Delta l)}{\Delta l} \quad (3.2)$$

де $P_1(l, \Delta l)$ — ймовірність відмови за інтервал $l, \Delta l$; $P_{>1}(l, l + \Delta l)$ — ймовірність двох і більше відмов за інтервал пробігу $l, l + \Delta l$.

Ймовірність:

$$P_{>1}(l, \Delta l) = \sum_{K=2}^{\infty} P_K(l, \Delta l) = 1 - [P_0(l, \Delta l) + P_1(l, \Delta l)] \quad (3.3)$$

де $P_0(l, \Delta l)$ — ймовірність, що відмова не появиться за інтервал пробігу

$l, l + \Delta l$. Для ординарного потоку відмов

$$\lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{P_{>1}(l, \Delta l)}{\Delta l} = 0 \quad (3.4)$$

Для параметра потоку відмов рівняння одинарних потоків можна використовувати експоненційний закон відмов або, в інших випадках, більш загальні закони розподілу:

$$\omega = \lim_{\Delta l \rightarrow 0} \frac{P_{>1}(l, \Delta l)}{\Delta l} = \frac{1}{N_0} \frac{dn(1)}{dl} \quad (3.5)$$

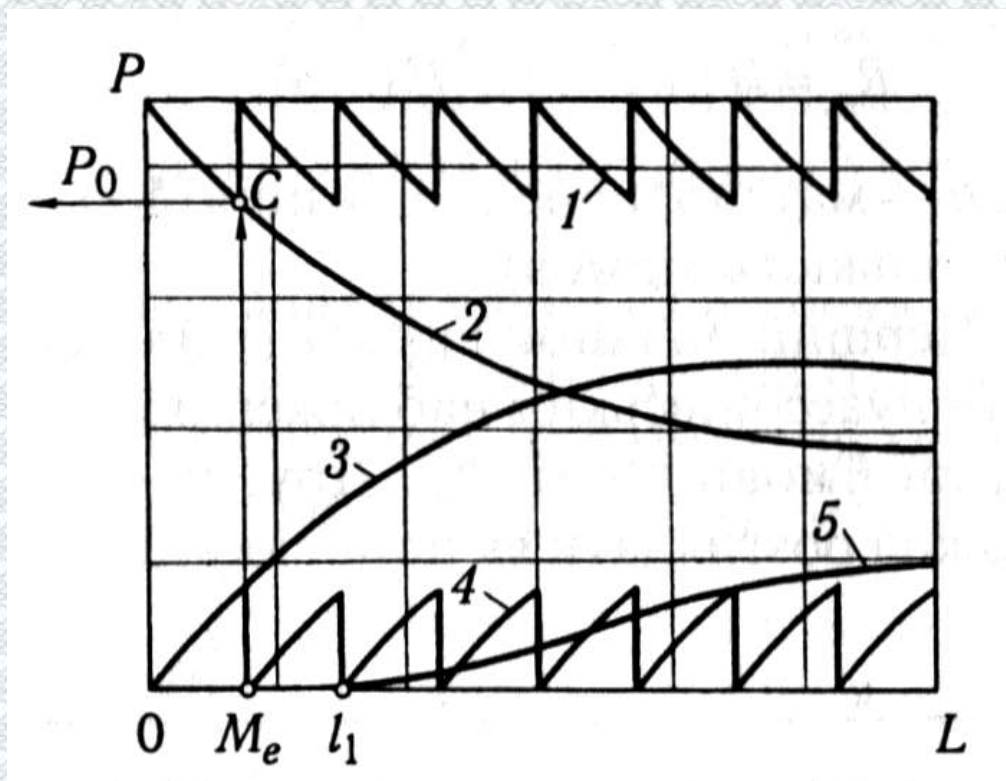
Ще одною характеристикою є імовірність справного стану. Ця величина характеризує імовірність того чи перебуває автомобіль у справному стані на деякому визначеному інтервалі пробігу або інтервалі часу.

Поняття справний автомобіль можна охарактеризувати як те що основні параметри які визначають придатність автомобіля до експлуатації знаходяться в допустимих межах:

$$P_t = K_r + (1 - K_r) \exp \left[-\frac{t}{K_r T_b} \right], \quad (3.6)$$

де K_r , T_b — відповідно коефіцієнт готовності і час відновлення автомобіля.

Ймовірність безвідмовної роботи безпосередньо пов'язана із періодичністю обслуговування та із затратами на підтримання автомобілів у технічно-справному стані. Ймовірність безвідмовної роботи може бути закладена на етапі Проектування та виготовлення автомобіля. Чим вища ймовірність безвідмовної роботи тим дорожчим буде виготовлення такого автомобіля. Але у процесі експлуатації будуть зменшені витрати на його діагностування та на виконання робіт щодо підтримання автомобіля в роботоздатному стані. (рис. 3.3).



1,2 – імовірності безвідмовної роботи автомобіля (1 враховується профілактика 2 не враховується профілактика); 3,4 – імовірності виникнення однієї відмови автомобіля (1 враховується профілактика 2 не враховується профілактика); 5 - імовірність виникнення двох відмов. Профілактика при цьому не враховується.

Рисунок 3.3 – Залежність періодичності обслуговування від імовірності безвідмовної роботи

Ймовірність безвідмовної роботи, ймовірність справного стану та періодичність обслуговування повинні бути збалансовані між собою. Значне підвищення ймовірності безвідмовної роботи призводить до необґрунтованого збільшення витрат на виготовлення такого автомобіля. Якщо автомобіль має допустиму ймовірність безвідмовної роботи але періодичність обслуговування досить низька то це призводить до надлишкових витрат на утримання такого автомобіля.

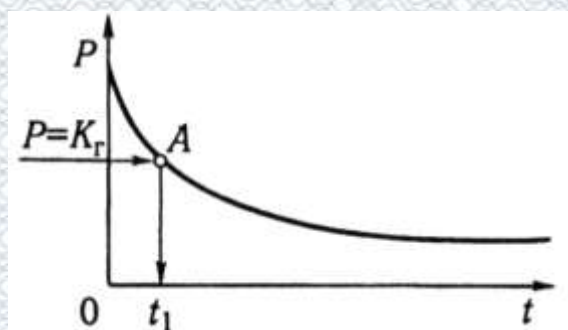
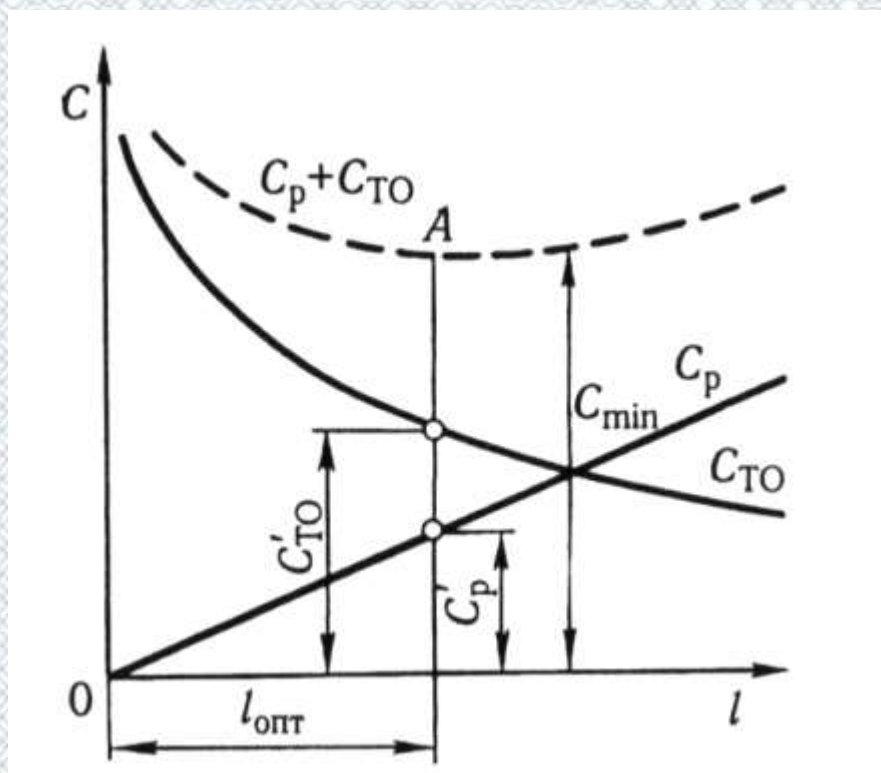


Рисунок 3.4 – Залежність періодичності обслуговування автомобіля від імовірності справного стану

Одним із відомих методів визначення такого співвідношення є так званий техніко-економічний метод визначення періодичності обслуговування. Цей метод дає можливість вибрати найбільш оптимальну періодичність виходячи із балансу витрат на обслуговування автомобіля та можливих втрат які можуть виникнути в залежності від того що автомобіль буде деякий період часу знаходитися у несправному стані. (рис. 3.5).



$C_p, C_{уд}$ — питомі вартості робіт на ремонт і на ТО автомобіля відповідно;
 $C_p + C_{ТО}$ — сумарна питома вартість ремонтних і профілактичних робіт автомо-
 біля; l_{opt} — оптимальна періодичність ТО автомобіля.

Рисунок 3.5 – Залежність витрат на обслуговування і ремонт автомобіля від періодичності їх виконання

3.2 Застосування системи масового обслуговування для організації ТО і ПР автомобілів

Система масового обслуговування (СМО) - являє собою певну математи-
 чну модель яка призначена для того щоби оптимізувати процеси обслуговування
 в тому випадку коли потік заявок на обслуговування набуває масового характеру.

Система масового обслуговування може бути використано в різних галузях
 в тому числі і в галузі транспорту.

Якщо розглядати станцію технічного обслуговування як об'єкт який отри-
 мує заявки від клієнтів на виконання певного виду робіт то таку станцію можна
 також розглядати як систему масового обслуговування.

Потік заявок який поступає на станцію технічного обслуговування від клі-
 єнтів носить ймовірнісний характер. Тому чітко визначити скільки автомобілів
 поступить на обслуговування в якийсь визначений період часу досить важко.

За таких умов доцільно використати модель яка буде визначати ймовір-
 ність поступання певної кількості заявок для того щоби більш оптимально орга-
 нізувати роботу виробничих підрозділів станцій технічного обслуговування.

Теорія масового обслуговування передбачає те що кількість клієнтів які
 повинні знаходитися у черзі на обслуговування повинна бути мінімальною.
 Тобто мається на увазі що клієнт який прибув на станцію технічного обслугову-
 вання не повинен чекати своєї черги і тратити на це час. Для того щоб забезпе-
 чити Такий процес необхідно створити певну кількість робочих постів які будуть

у змозі обслуговувати всіх клієнтів які прибули на станцію технічного обслуговування. З іншого боку значне збільшення кількості робочих постів призводить до значних матеріальних витрат. А у випадку коли потік клієнтів зменшиться робочі пости будуть не задіяні.

Структура системи масового обслуговування має досить просту архітектуру. На вході в систему є вхідний потік який знаходиться перед чергою. У черзі будуть знаходитися всі клієнти які поступили на станцію технічного обслуговування. Потужність станції технічного обслуговування буде визначена кількістю обслуговувальних апаратів які можуть забезпечити виконання робіт для всіх хто знаходиться в черзі.

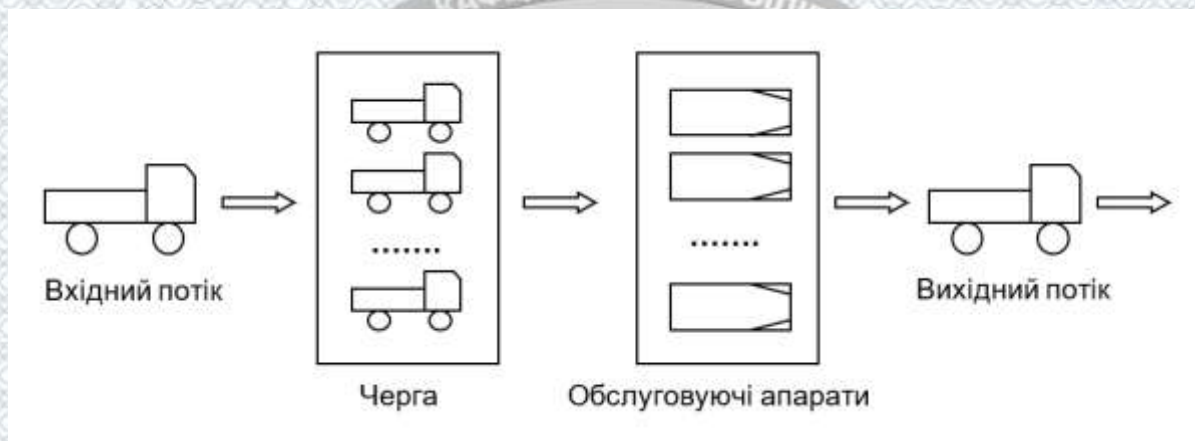


Рисунок 3.6 – Схема системи масового обслуговування

Вхідний потік системи масового обслуговування характеризує наявність клієнтів станції технічного обслуговування які можуть потребувати обслуговування на даний момент часу. Це не ті клієнти які прибули на станцію технічного обслуговування, а це потенційні клієнти які можуть в будь-який момент часу потребувати послуг станції технічного обслуговування. Вхідний потік є ймовірнісною величиною її досить важко точно визначити тому що потреби клієнтів станції технічного обслуговування не залежать від самої станції.

Черга являє собою певну кількість клієнтів які прибули на станцію технічного обслуговування і чекають часу коли система зможе їх прийняти. Величина черги звісно безпосередньо пов'язана із вхідним потоком. Але величина черги -

це є фактично визначена кількість автомобілів які перебувають на станції технічного обслуговування. Величина черги з одного боку залежить від величини вхідного потоку. Чим більший вхідний потік тим більшою може бути величина черги. З другого боку величина черги залежить від можливостей і потужності станції технічного обслуговування. Якщо станція у змозі одночасно прийняти більшу кількість клієнтів то величина черги буде малою або вона буде відсутня взагалі. Якщо ж потужність станції технічного обслуговування невисока а кількість клієнтів які потребують обслуговування велика то відповідно і величина черги збільшиться.

Тут ще необхідно врахувати такий фактор що не всі клієнти мають бажання перебувати в черзі. Якщо станція технічного обслуговування не в змозі надати послуги всім бажаючим клієнтам то частина клієнтів покине чергу і перейде на іншу станцію технічного обслуговування. Тому будь-яка станція технічного обслуговування зацікавлена в тому щоб створити такі потужності які будуть забезпечити всі вимоги клієнтів.

Потужність станції технічного обслуговування визначається можливістю обслуговуючих апаратів системи масового обслуговування. Збільшення кількості обслуговуючих апаратів приводить до того що величина черги зменшується або вона взагалі стає відсутньою. З другого боку необґрунтоване збільшення кількості обслуговуючих апаратів призводить до надмірного збільшення матеріальних витрат.

Вихідний потік системи масового обслуговування по своїй суті повинен співпадати із вхідним потоком. Мається на увазі що кількість автомобілів які прибули на станцію технічного обслуговування для надання певних послуг повинна відповідати кількості автомобілів яка виїхала із станції технічного обслуговування.

Виходячи з проведеного аналізу архітектури системи масового обслуговування можна зробити висновок що найбільш важливим елементом цієї системи є обслуговуючі апарати, які по своїй суті являють виробничі підрозділи та пости станції технічного обслуговування автомобілів. Мета розробки системи масової

обслуговування та її цілі полягають саме в тому щоб визначити оптимальну кількість постів які потрібні для даної станції технічного обслуговування. Кожен пост який створюється на станції технічного обслуговування потребує певних матеріальних затрат. Оптимальною кількістю постів буде така яка забезпечує потреби клієнтів в обслуговуванні автомобілів і не є надлишковою.

Ще одним важливим параметром системи масового обслуговування по відношенню до клієнтів станції технічного обслуговування є час який затрачає система на обслуговування одного клієнта. Тут знову ж таки можна охарактеризувати ефективність роботи обслуговуючих апаратів тобто робочих постів станції технічного обслуговування. Для того щоб збільшити швидкість обслуговування одного клієнта не обов'язково збільшувати кількість робочих постів. Можна підвищити пропускну здатність одного поста. Для збільшення пропускну здатності поста також потрібно впровадити певні нововведення і затратити якусь кількість коштів. Матеріальні витрати які при цьому будуть реалізовуватися можуть бути спрямовані на придбання нового більш ефективного обладнання постів обслуговування і ремонту автомобілів, а також забезпечення робочих постів фахівцями високої кваліфікації.

Ще один фактор який обов'язково потрібно враховувати При проектуванні системи масового обслуговування - це є фактор випадкового збільшення кількості клієнтів які попадають в чергу. Випадково не вважаються клієнти які не є постійними для даної станції технічного обслуговування, а в якийсь момент часу можуть прибути на станцію для виконання якогось певного виду робіт. Якщо таких клієнтів буде велика кількість то ймовірно таке що в якийсь період часу на станції технічного обслуговування утвориться черга. Утворення такої черги не означає що обов'язково потрібно збільшувати пропускну здатність постів виробничих підрозділів. Клієнти які є випадковими не можуть постійно створювати чергу і це є тимчасове явище.

Отже виходячи із описаної структури та функціонування систем масового обслуговування на станції технічного обслуговування необхідно розробити таку модель яка оптимізує кількість робочих постів на станції технічного

обслуговування з урахуванням того що кількість клієнтів які закріплені за даною станцією буде відповідати можливостям та потужності виробничих підрозділів цієї станції.

3.3 Показники ефективності організації обслуговування і ремонту

Для визначення потужності і пропускної здатності виробничих підрозділів станції технічного обслуговування впроваджений такий показник який називається інтенсивність обслуговування автомобілів. Цей показник характеризує те як обслуговуючі апарати можуть справлятися з потоком заявок за певну одиницю часу.

Формально інтенсивність обслуговування може бути визначена як обернена величина середнього часу обслуговування, де - математичне сподівання часу обслуговування.

Цей показник є ключовим для розуміння пропускної здатності системи. Чим вища інтенсивність обслуговування, тим більше клієнтів або заявок може бути обслужено за одиницю часу, що свідчить про більшу продуктивність системи.

Інтенсивність обслуговування - це величина яка характеризує час на обслуговування одного клієнта на станції технічного обслуговування.

Цей показник є основним для розрахунку можливостей виробничих підрозділів на підприємстві.

Інтенсивність обслуговування - це величина яка може змінюватися в часі. На інтенсивність обслуговування може впливати певна кількість факторів. Основним із таких факторів є те що автомобілі які прибувають на робочі пости можуть мати різні потреби і час на їхнє обслуговування також буде різний. Цей час носить ймовірнісний характер, тому що практично неможливо наперед спрогнозувати з якою несправністю прибуде автомобільна станцію технічного обслуговування і скільки часу потрібно на визначені цієї несправності і на усунення

причин несправностей.

Інтенсивність визначається за формулою:

$$\mu = \frac{1}{t_d}, \quad (3.7)$$

де t_d – тривалість обслуговування однієї вимоги;

Ще одним параметром є щільність потоку. Величина може бути визначена за формулою:



$$\rho = \frac{\omega}{\mu}, \quad (3.7)$$

де ω – параметр потоку вимог;

Кількість вимог за одиницю часу може бути визначена за формулою:

$$A = \omega \cdot g, \quad (3.8)$$

де g – відносна пропускна здатність.

Параметр втрат характеризує кількість клієнтів які не змогли потрапити на обслуговування на дану станцію у зв'язку з тим що потужність станції не дає можливості забезпечити виконання робіт для всіх потенційних клієнтів. Показник втрат є кількісною величиною. Вона може бути визначена відношенням кількості тих клієнтів які не змогли потрапити на обслуговування до загальної кількості клієнтів які закріплені за даною станцією технічного обслуговування.

Визначення показників ефективності функціонування системи масового обслуговування є типовим і визначається за формулами в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники ефективності СМО з втратами ($r = 0$)

Тип СМО	Відносна пропускна здатність g	Ймовірність того, що всі пости вільні P_0	Ймовірність відмови в обслуговуванні $P_{\text{відм}}$	Число зайнятих апаратів обслуговування $n_{\text{зайн}}$
Одноканальна ($n = 1$)	$g = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$P_0 = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$P_{\text{відм}} = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$n_{\text{зайн}} = \frac{\mu}{\omega + \mu}$
Багатоканальна ($n > 1$)	$g = 1 - \frac{P_0^n}{n!}$	$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!}}$	$P_{\text{відм}} = \frac{P_0^n}{n!}$	$n_{\text{зайн}} = \rho g$
Багатоканальна з взаємодопомогою ($n > 1; \mu_{\text{бр}} = n\mu$)	$g = \frac{\mu_{\text{бр}}}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$P_0 = \frac{\mu_{\text{бр}}}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$P_{\text{відм}} = \frac{\omega}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$n_{\text{зайн}} = \frac{\omega}{\omega + n\mu}$

Якщо система масового обслуговування не передбачає втрат, тобто показник втрат рівний нулю, то характеристики системи можуть визначатися як для одноканальної системи.

Середній час перебування в черзі визначається за формулою:

$$t_{\text{черг}} = \frac{r}{\omega}, \quad (3.9)$$

Потенційна кількість заявок на обслуговування може бути визначено за формулою:

$$K = r + n_{\text{зайн}}, \quad (3.10)$$

де $n_{\text{зайн}}$ – число зайнятих апаратів обслуговування;

Досить важливим є визначення ймовірності того що обслуговуючий апарат на даний момент часу вільний і може прийняти клієнта на обслуговування:

$$P_0 = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{m+2}}, \quad (3.11)$$

де m – обмеження черги по довжині;

Також важливим є ймовірність утворення черги яка у свою чергу визначається за формулою:

$$P = \rho^2 P_0, \quad (3.12)$$

Ймовірність того що клієнту буде відмовлено в обслуговуванні також є можливим параметром і він може бути визначений таким чином:

$$P_{\text{відм}} = \frac{\rho^{m+1}(1 - \rho)}{1 - \rho^{m+2}}, \quad (3.13)$$

Для характеристики обслуговуючих апаратів системи масового обслуговування вводиться поняття відносної пропускної здатності яка може визначатися так:

$$g = 1 - P_{\text{відм}} \quad (3.14)$$

Також визначається середня кількість постів які зайняті обслуговуванням клієнтів на даному проміжку часу:

$$n_{\text{зайн}} = \frac{\rho - \rho^{m+2}}{1 - \rho^{m+2}}, \quad (3.15)$$

Для характеристики черги введено поняття середньої кількості клієнтів які перебувають в черзі на обслуговування:

$$r = \frac{\rho^2 \cdot [1 - \rho^m(m + 1 - m\rho)]}{(1 - \rho^{m+2}) \cdot (1 - \rho)}, \quad (3.15)$$

3.4 Параметри вхідного потоку вимог обслуговування та середній час обслуговування одного автомобіля

Вхідний потік автомобілів на станції технічного обслуговування носить ймовірнісний характер. Це обґрунтовується тим що переважна більшість клієнтів станції технічного обслуговування не завжди дотримуються графіків згідно яких їхньому автомобілю потрібно виконувати певні види робіт.

Сервісна документація автомобіля передбачає те що через визначений пробіг автомобіль повинен прибути на станцію технічного обслуговування для виконання того комплексу робіт який прописаний в сервісній документації. При дотриманні всіх таких норм і якщо на підприємстві є перелік клієнтів які закріплені за даною станцією технічного обслуговування, то планування черги клієнтів не складає ніяких труднощів. Можна в середньому визначити через який час той чи інший клієнт прибуде на станцію технічного обслуговування. Для цього необхідно мати статистику яка характеризує скільки той чи інший клієнт проїжджає кілометрів на своєму автомобілі за певний період часу.

Тут треба врахувати те що практично майже нереально визначити ту кількість клієнтів які можуть прибути на станцію технічного обслуговування. Це визначається тільки статистичними даними за певний період часу.

Практично якщо умови на станції технічного обслуговування є

стабільними, то в залежності від пори року на станцію кожний день прибуває приблизно однакова кількість автомобілів. Ця кількість може дещо змінюватися але не суттєво. Тому вона може вважатися як такою що характеризує вхідний потік системи масового обслуговування.

Річна кількість автомобілів які заїжджають на станцію технічного обслуговування визначена статистичним шляхом приймається як основний параметр для розрахунку параметрів системи масового обслуговування:

$$a = \frac{N_{\text{ТО і ПР}}^p}{D_p}, \quad (3.34)$$

де $N_{\text{ТО і ПР}}^p$ - кількість заїздів для ТО і ПР на СТО за рік.

D_p - кількість робочих днів СТО.

$$a = \frac{5200}{303} = 17,16$$

Потрібно визначити імовірність подання заявок на обслуговування у кількісному вираженні. Визначимо ймовірність появи десяти заявок ($k = 10$):

$$P_{10} = \frac{17,16^{10}}{10!} e^{-17,16} = 0,14.$$

Результати розрахунків приведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Ймовірність появи числа заявок при середньому значенні 17,16

Число заявок	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Ймовірність появи	0,02	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,1	0,1	0,09	0,08	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02

Виходячи з того що величина подачі заявок є імовірнісною величиною то необхідно визначити закон розподілу ймовірнісної величини. Знаючи такий закон можна прогнозувати яка кількість заявок буде поступати на обслуговування

автомобілів на станції технічного обслуговування у певний період часу.

Якщо вважати що закон розподілу ймовірнісної величини потоку заявок від відомий, То в такому випадку можна проектувати і задавати пропускну спроможність робочих постів та кількість обслуговуючих апаратів системи масового обслуговування.

Таким чином можна оптимізувати кількість робочих постів та оптимізувати роботу виробничих підрозділів станції технічного обслуговування з точки зору створення нових постів і введення їх в експлуатацію

При визначенні кількості робочих постів необхідно обов'язково враховувати пікове навантаження при якому можливо максимальна кількість клієнтів які знаходяться в черзі.

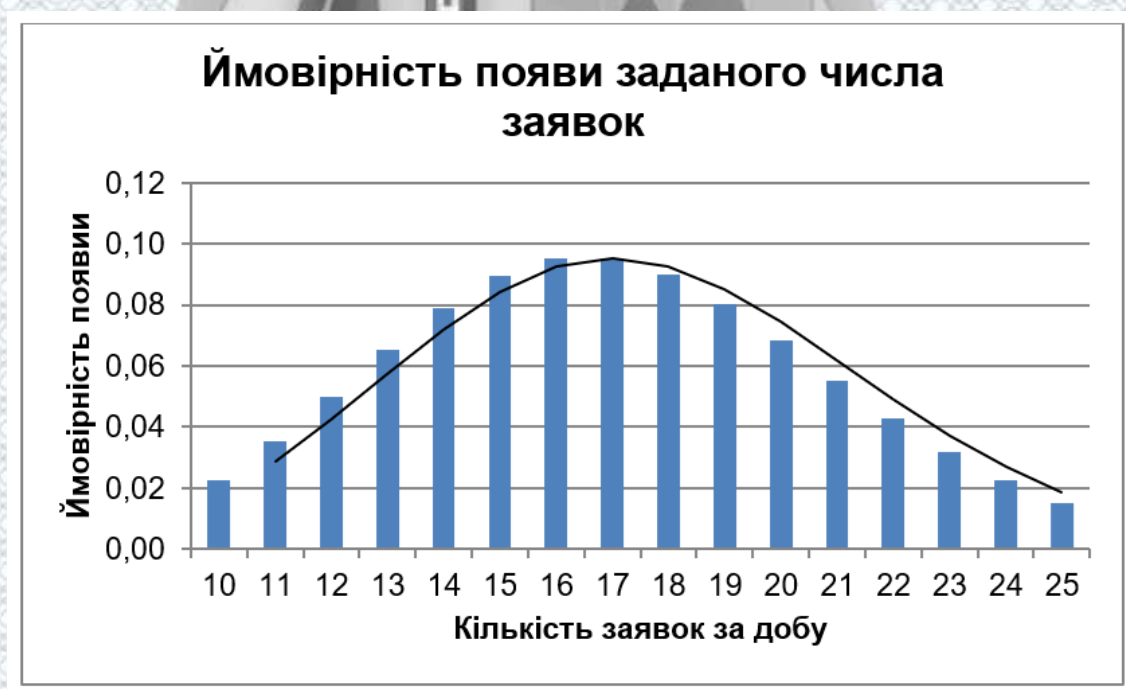


Рисунок 3.10 – Ймовірність появи заданого числа заявок на ТО і ПР

Ймовірність появи заданого числа заявок яка відображена гістограмою на рисунку дає можливість охарактеризувати і визначити потрібну кількість робочих постів виходячи з умови пікового завантаження та з умови того що кількість робочих постів не повинна бути зайвою.

Коли автомобіль перебуває в зоні ТО і ПР, необхідно визначити відносну ймовірність часу – P_j в заданому інтервалі часу Δt та щільність розподілу $f(t)$ випадкової величини.

За розрахунковий інтервал часу кількість автомобілів, що поступили на СТО: $N = 44$.

Статистичні інтервали часу перебування в ТО і ПР, год: 6,2; 11,5; 10,2; 6,8; 8,5; 9,5; 9,6; 10,9; 6,0; 7,6; 8,7; 11,9; 8,6; 8,4; 4,2; 7,1; 9,0; 7,5; 10,1; 8,3; 7,6; 9,7; 9,9; 6,1; 9,3; 6,2; 6,8; 7,1; 7,5; 13,0; 9,7; 8,4; 8,7; 7,1; 9,0; 8,3; 4,2; 6,0; 7,6; 7,6; 9,7; 6,1; 9,3; 7,1; 7,5; 9,9; 7,5; 10,1; 13,0; 6,2; 6,8; 9,7; 8,6; 5,2; 7,3; 10,9; 8,3; 9,6; 8,8

Найбільшим інтервалом є 13 годин. Для визначення частоти появи вимог виберемо інтервал часу одна година. Відносна ймовірність P_j визначається за формулою: $P_j = v_j / N\Delta t$. Тривалість перебування в кожному інтервалі визначена підрахунками. Результати приведені на рис 3.11.

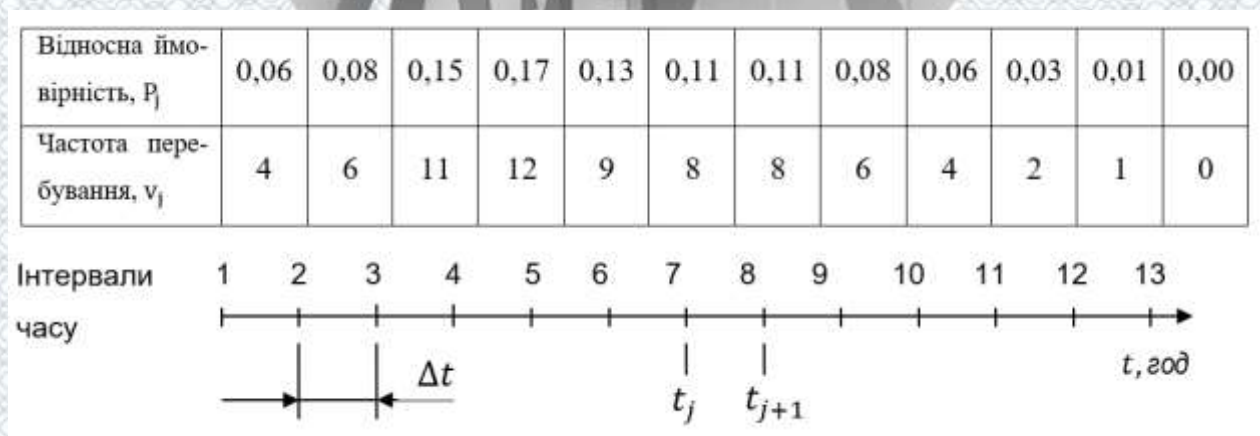


Рисунок 3.11 – Вибір інтервалів часу Δt та відносна ймовірність P_j

Тривалість перебування автомобіля на станції технічного обслуговування під час виконання певних робіт також носить ймовірнісний характер. Цю тривалість також можна показати у вигляді гістограми. Як видно з цієї гістограми тривалість перебування автомобіля найбільш ймовірна становить в межах чотирьох годин. Мала тривалість перебування малоймовірна з причини того що після прибуття автомобіля на станцію технічного обслуговування йому будуть

виконуватися якісь певні роботи. Таких автомобілів які прибувають на станції технічного обслуговування на період часу менше одної години досить мало. Тривалість обслуговування яка переважає 6 годин також мало ймовірна. Хоча такі автомобілі в дійсності є, але їх мало з причини того що велика тривалість перебування автомобілів на станції технічного обслуговування обумовлена тим що даному автомобілю потрібно виконувати якісь складні види ремонту..



Рисунок 3.12 – Розподіл часу перебування автомобілів в ТО і ПР

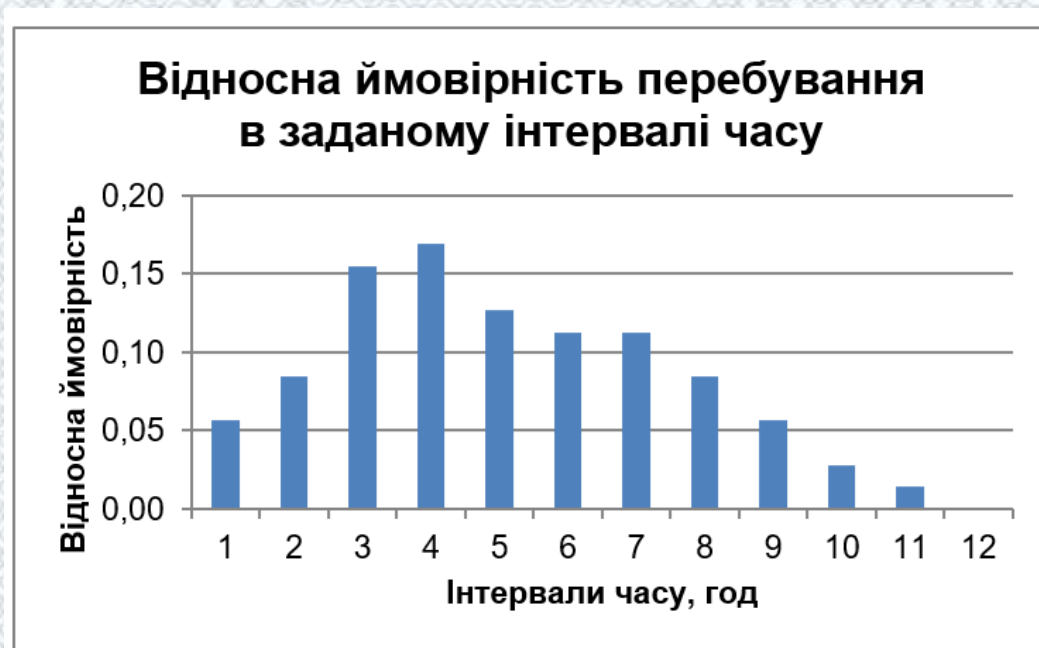


Рисунок 3.13 – Відносна ймовірність перебування в заданому інтервалі часу

3.5 Оптимізація кількості постів обслуговування і ремонту

Для оптимізації кількості робочих постів на станції технічного обслуговування для виконання робіт обслуговування та поточного ремонту автомобілів можна розглянути декілька підходів.

Одним із таких підходів є обмеження системи за довжиною черги. Тобто мається на увазі що кількість клієнтів які знаходяться в черзі повинна не перевищувати якогось певного значення. Це обумовлюється тим що якщо довжина черги велика то певна кількість клієнтів покине станцію технічного обслуговування з причини того що клієнт не бажає довго знаходитися в черзі. Такий підхід доречний але для того щоби при певному значенні ймовірності довжини черги забезпечити можливість обслуговування всіх клієнтів які прибули на станцію технічного обслуговування потрібно створити необхідну кількість робочих постів та забезпечити певну виробничу потужність підприємства.

Другим підходом є підхід який отримав назву система із втратами. Такий підхід передбачає те що довжина черги не регламентується. Якщо на станції технічного обслуговування прибула більша кількість клієнтів і вони знаходяться в черзі, то підприємство розраховує на те що частина клієнтів залишиться в черзі чекати, а частина клієнтів покине чергу. Цей підхід також можна обґрунтувати тим що підприємство затратить менше коштів на те щоби облаштувати додаткові пости обслуговування і ремонту, але воно буде втрачати кошти з причини того що частина клієнтів відмовиться від обслуговування на даній станції.

Отже виходячи з цього можна дійти висновку що як перший так і другий варіанти можуть бути прийняті. Але і в першому і в другому варіанті станція технічного обслуговування буде витрачати додаткові кошти або втрачати свої надходження.

З цього можна зробити висновок що необхідно розробити таку модель яка буде оптимізувати і збалансовувати перший підхід з другим підходом. Тобто довжина черги повинна бути такою яка забезпечить можливість обслуговування всіх клієнтів які прибули на станцію технічного обслуговування. Якщо довжина

черги надто велика і це визначено ймовірністю появи черги, то потрібно створювати додаткові робочі пости які дадуть можливість обслуговувати всіх клієнтів які знаходяться в черзі. Також тут необхідно сказати про те що кількість робочих постів які будуть додатково створюватися не повинна бути такою яка створить зайві потужності. Кількість клієнтів які знаходяться в черзі може бути різною у різні періоди часу. Тому необхідно збалансувати ці величини таким чином щоби підібрати кількість робочих постів такою щоб на неї затратити мінімальну кількість коштів але щоби вони забезпечили обслуговування клієнтів.

При розробці моделі системи масового обслуговування на станції технічного обслуговування автомобілів потрібно врахувати такий стан системи який називається нульовий стан. Нульовий стан в теорії масового обслуговування являє собою такий стан при якому На вході системи не знаходиться жодного клієнта. По відношенню до станції технічного обслуговування автомобілів можна сказати що в черзі немає жодного автомобіля, але всі пости діагностування обслуговування і поточного ремонту зайняті автомобілями які уже заїхали на станцію технічного обслуговування.. Ймовірність появи нульового стану може бути визначена за формулою:

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1,$$

де n – один із станів, в якому може перебувати система;

P_n – ймовірність перебування системи в стані n .

Окрім нульового стану системи масового обслуговування може знаходитися ще в інших станах. Ймовірність появи того чи іншого стану системи може бути визначено за формулою:

$$\sum_{n=0}^{S-1} P_0 \cdot \frac{S^n \cdot \psi^n}{n!} + \sum_{n=S}^{\infty} P_0 \cdot \frac{S^S \cdot \psi^n}{S!} = 1$$

або

$$P_0 \left[\sum_{n=0}^{S-1} \frac{S^n \cdot \psi^n}{n!} + \sum_{n=S}^{\infty} \frac{S^S \cdot \psi^n}{S!} \right] = 1$$

Виходячи з цього:

$$P_0 = \frac{1}{\frac{S^S \cdot \psi^S}{S!(1-\psi)} \sum_{n=0}^{S-1} \frac{S^n \psi^n}{n!}}$$

де S – число постів в зоні ТО і ПР;

ψ – коефіцієнт використання робочого часу постів.

Ще одною характеристикою моделі яка ґрунтується на системі масового обслуговування є коефіцієнт використання робочого часу обслуговуючих апаратів. Цей коефіцієнт може бути визначений як відношення інтенсивності потоку до пропускної спроможності обслуговуючих апаратів тобто до інтенсивності обслуговування.:

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu},$$

де λ – інтенсивність потоку вимог (кількість заявок за добу);

μ – інтенсивність обслуговування (пропускна спроможність зони ТО і ПР).

Коефіцієнт використання робочого часу обслуговуючих апаратів системи масового обслуговування може характеризувати стан в якому знаходиться на даний час система. Якщо коефіцієнт робочого часу дорівнює одиниці то це означає що кількість заявок які поступають на станцію технічного обслуговування рівна кількості автомобілів які може обслужити система. В такому випадку кількість автомобілів які знаходяться в черзі рівно нулю. Це ідеальний варіант функціонування системи масового обслуговування. Клієнт який прибуває на станцію

технічного обслуговування не знаходиться в черзі а зразу поступає на робочі пости.

Якщо коефіцієнт використання робочого часу більше одиниці то це свідчить про те що частина автомобіля які прибули на станцію технічного обслуговування перебуває в черзі. Це також можливий стан системи масового обслуговування але він не дуже зручний для клієнтів станції.

Якщо коефіцієнт робочого часу менший одиниці то це свідчить про те що робочі пости будуть простоювати оскільки автомобілів в черзі немає і на робочих постах також немає автомобіля.

Середню довжину черги в системі масового обслуговування можна визначити за допомогою ряду формул. Припустимо, що у нас є система з обслуговуючими апаратами (постами технічного обслуговування і поточного ремонту). Ця система передбачає прихід вимог (автомобілів) за розподілом Пуассона і обслуговування за експоненційним законом.

Виходячи з цього аналізуючи коефіцієнт завантаження робочих постів можна визначити оптимальну довжину черги яка буде забезпечувати найкращі умови для функціонування системи масового обслуговування.

Кількість постів технічного обслуговування і поточного ремонту S впливає на ймовірність утворення черги. Якщо $n = S + 1$, то в черзі перебуває одна вимога, при $n = S + 2$ – то в черзі перебувають дві вимоги і так далі. Черга на станції технічного обслуговування виникає, коли кількість вимог (автомобілів або об'єктів, що потребують обслуговування) перевищує пропускну здатність обслуговуючих апаратів.

Кількість вимог в черзі:

$$v = n - S$$

Середня довжина черги:

$$\bar{v} = \sum_{n=S+1}^{\infty} (n - S) P_n = \sum_{n=S+1}^{\infty} (n - S) \frac{S^S \cdot \psi^n}{S!} P_0 =$$

$$\frac{S^S}{S!} P_0 \sum_{n=S+1}^{\infty} (n - S) \psi^n =$$

$$= \frac{S^S}{S!} P_0 (\psi^{S+1} + 2\psi^{S+2} + 3\psi^{S+3} + \dots) = \frac{S^S \psi^S}{S!} P_0 (\psi + 2\psi^2 + 3\psi^3 + \dots)$$

Середня довжина черги:

$$\bar{v} = \frac{S^S \cdot \psi^{S+1}}{S! (1 - \psi)^2} P_0$$

Основною задачею при проектуванні системи масового обслуговування є визначення оптимальної кількості робочих постів технічного обслуговування діагностування і поточного ремонту автомобілів. Це є найбільш важливим тому що організація одного робочого поста потребує значних матеріальних витрат. Не можна допускати того щоби на станції технічного обслуговування була зайва кількість робочих постів. Також не можна допускати того щоби кількість робочих постів не могла забезпечити надання послуг клієнтам які прибувають на станцію технічного обслуговування.

Можна визначити середнє число постів які з деякою ймовірністю можуть бути незайняті під час функціонування системи:

$$\bar{\rho} = (1 - \psi)S$$

Тоді, критерій оптимальності системи можна визначити так:

$$U = C_1 \bar{v} + C_2 \bar{p}$$

де C_1 – втрати, пов'язані з простоем автомобіля в черзі на протязі доби;
 C_2 – втрати, пов'язані з простоем одного поста ТО і ПР на протязі доби.

Одним з найбільш важливих показників функціонування системи масового обслуговування є так званий критерій оптимальності, який за своєю суттю повинен збалансувати витрати на облаштування робочих постів обслуговування та поточного ремонту автомобілів на станції технічного обслуговування та довжину черги яка може утворюватися внаслідок того що на підприємство будуть прибувати автомобілі.

Мета цільової функції полягає в тому, щоб знайти таку кількість постів, яка забезпечить оптимальний баланс між витратами на очікування і простоем постів (рис.). Алгоритм оптимізації кількості постів ТО і ПР показаний на рис. 3.14.



Рисунок 3.14 – Значення критерію оптимальності кількості постів ТО і ПР

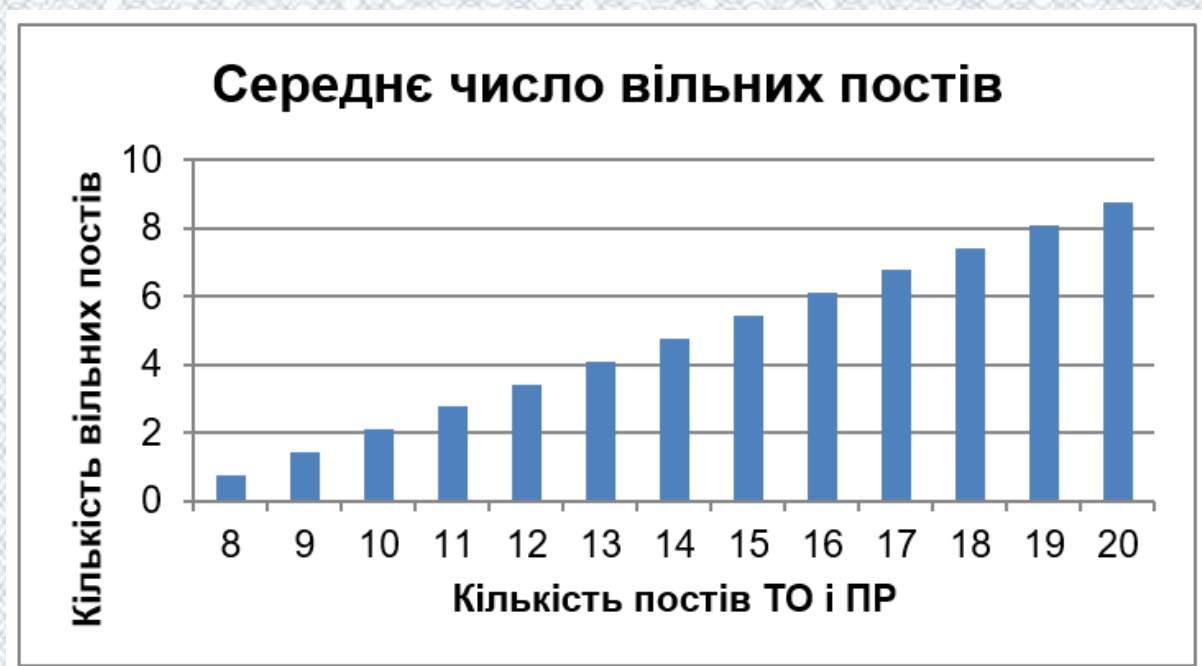


Рисунок 3.15 – Середнє число вільних постів зони ТО і ПР



Рисунок 3.16 – Середня довжина черги

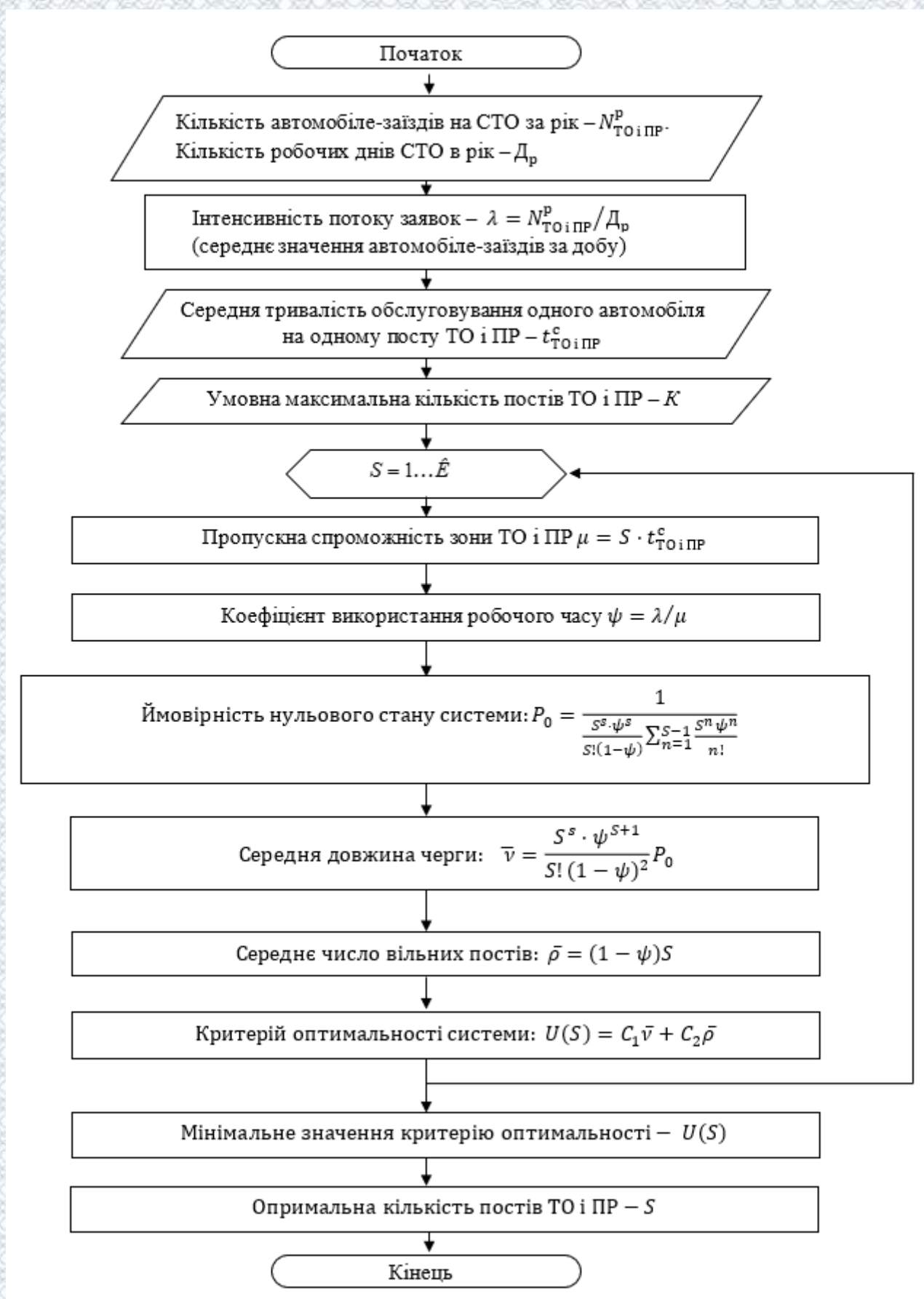


Рисунок 3.17 – Блок-схема оптимізації кількості постів ТО і ПР

РОЗДІЛ 4

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень

Фактична або повна сума інвестиційних вкладень в методику підвищення ефективності виробничого процесу обслуговування автомобілів визначається в результаті проведення калькуляції основних статей витрат. Дана методика втілюється в технологію ТО і ПР автомобілів і впроваджується на СТО.

Трудомісткість науково-дослідної діяльності базується на наступній інформації: кількість макетів (набори даних вхідної інформації) для процесу моделювання; кількість різновидів форм вихідної інформації; ступінь новизни групи задач (задачі) - А – задачі, які передбачають використання принципово нових методів розробки, проведення науково-дослідних робіт.

Таблиця 4.1 – Вхідна інформація для визначення трудомісткості дослідницької діяльності

Найменування	Ступінь новизни	Складність алгоритму	Вид інформації	Кількість макетів вхідної інформації	Кількість макетів вихідної інформації	Формування баз знань
Параметр	Б	А	БД	3	5-6	Високого рівня
Нормативні дані визначені на основі вхідної інформації						
	36	$k_{\text{стан.}} - 0,7$	$N_{\text{час}} - 125$		$k_{\text{м}} - 1$	
			$k_{\text{скл}} - 1,08$			

Загальну трудомісткість можна визначити за формулою:

$$T_{\text{заг}} = N_{\text{час}} \cdot k_{\text{скл}} \cdot k_{\text{м}} \cdot k_{\text{станд}} \cdot k_{\text{станд ПП}}, [\text{людино дні}] \quad (4.1)$$

де $T_{\text{заг.}}$ – загальна трудомісткість, людино-дні;

$N_{\text{час}}$ – норма часу, людино-дні;

$k_{\text{станд.ПП}}$ – коефіцієнт розробки стандартного ПП (норму часу слід коректувати за допомогою коефіцієнта використання стандартного математичного забезпечення, який становить 1,2 – 1,6).

$$T_{\text{заг}} = 125 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,4 = 122,5 \text{ (людино днів)}$$

Визначення необхідної кількості розробників.

Необхідна чисельність працівників, необхідних для розробки визначається згідно з формулою:



$$Ч = \frac{T_{\text{заг}}}{\Phi_{\text{р.ч.}} \cdot \frac{t_{\text{розр.}}}{12}}, [\text{осіб}] \quad (4.2)$$

де $Ч$ - необхідна чисельність розробників ПП, осіб;

$T_{\text{заг.}}$ – загальна трудомісткість, людино-дні;

$\Phi_{\text{р.ч.}}$ – річний фонд робочого часу (встановлюється трудовим законодавством на кожен рік, днів;

$t_{\text{розробн}}$ – запланований строк розробки, місяці.

$$Ч = \frac{122,5}{250 \cdot \frac{3}{12}} = 0,4 \approx 1 \text{ (особа)}.$$

Для визначення мінімальної тарифної ставки, тобто тарифної ставки першого розряду використовуємо наступну формулу:

$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{3\Pi_{\text{мін}}}{\Phi_{\text{нм}}} \cdot K_2, [\text{грн}] \quad (4.3)$$

де $ЗП_{\min}$ – мінімальна заробітна плата (згідно чинного законодавства), грн.;

$\Phi_{\text{нм}}$ – номінальний місячний фонд робочого часу одного працівника, год.
(відповідно до Галузевої угоди);

K_z – галузевий коефіцієнт.

$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{8000}{162} \cdot 1,25 = 61,72 \text{ (грн.)}$$

Для розрахунку тарифної ставки інших розрядів використовуємо тарифні коефіцієнти і наступну методику розрахунку:

$$T_{\text{ст}}^i = T_{\text{ст}}^1 \cdot K_m^i, [\text{грн}] \quad (4.4)$$

де K_m^i - тарифний коефіцієнт і-го розряду.

Розрахуємо тарифну ставку для працівників 4-го розряду.

$$T_{\text{ст}}^4 = 61,72 \cdot 1,54 = 95,06 \text{ (грн.)};$$

Складаємо штатний розклад виробничих робітників відповідно до визначеної потреби у працівниках.

Таблиця 4.2 - Штатний розклад розробників зайнятих в науково-дослідницькій діяльності

Посада	Тарифний розряд	Кількість працівників, чол.	Тарифна ставка, грн.	Середньо годинна тарифна ставка, грн.
Інженер-механік	4	1	95,06	95,06
Штатна чисельність працівників		1	-	95,06

Розрахунок фонду основної і додаткової заробітної плати.

До фонду основної заробітної плати включають заробітну плату розраховану в межах встановлених норм по тарифу.

$$ЗП_{осн} = T_{с.зод} \cdot \Phi_{вр} \cdot P_{ш}, [\text{грн}] \quad (4.5)$$

$$ЗП_{осн} = 95,06 \cdot 336 \cdot 1 = 31940,7 \text{ (грн)}.$$

Фонд додаткової заробітної плати включає в себе різні види доплат- за професійну майстерність – 16%, за інтенсивність – 12% від основної заробітної плати дослідників та суму нарахованої премії, тощо. Розміри цих доплат встановлюються відповідними законодавчо-нормативними актами, а розмір премії - діючим на підприємстві Колективним договором. Проводимо розрахунки і формуємо фонд додаткової заробітної плати.

$$ЗП_{дод} = 5110,51 + 3832,88 + 3194,0 = 12137,39 \text{ (грн)}.$$

Плановий фонд оплати праці складається з фонду основної заробітної плати та фонду додаткової заробітної плати:

$$\Phi ОП = ЗП_{осн} + ЗП_{дод}, [\text{грн}] \quad (4.11)$$

$$\Phi ОП = 31940,7 + 12137,39 = 44078,9 \text{ (грн)}.$$

Розрахунок єдиного соціального внеску.

Єдиний соціальний внесок розраховується за формулою

$$B_{ЄСВ} = \frac{BB_{ЄСВ}}{100} \cdot \Phi ОП, [\text{грн}] \quad (4.12)$$

де $BB_{ЄСВ}$ -відсоток відрахувань єдиного соціального внеску, %.

$$B_{CCB} = \frac{22}{100} \cdot 44078,09 = 9697,17 \text{ (грн)}.$$

4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Суму амортизаційних відрахувань для груп обладнання основних засобів розраховується в залежності від норм амортизації визначених в Податковому кодексі України та терміну використання в дослідницьких цілях (у місяцях)

$$A_A = \frac{17980 \cdot 20}{100} \cdot \frac{3}{12} = 899,0 \text{ (грн)}$$

Витрати на силову електроенергію під час проектувальних заходів

$$B_c = 4,32 \cdot 0,45 \cdot 336 \cdot 0,8 = 522,54 \text{ (грн)}$$

Розрахуємо загальновиробничі витрати, які приймаються від 5 до 15% від основної заробітної плати дослідників зайнятих у даному інвестиційному проєкті.

На основі проведених розрахунків складаємо кошторис інвестиційних витрат за наступною формою.

Таблиця 4.3 – Кошторис інвестиційних витрат впровадження методики

Статті витрат	Умовне по- значення	Сума, грн.	Структура, %
1	2	3	4
Заробітна плата основна	$ЗП_{осн}$	31940,7	48,36

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4
Заробітна плата додаткова	$ЗП_{\text{дод}}$	12137,39	27,56
Нарахування на заробітну плату єдиного соціального внеску	$B_{\text{ЄСВ}}$	9697,17	16,70
Амортизаційні відрахування	A_A	899,0	1,05
Витрати на електроенергію	B_c	522,54	0,52
Загальновиробничі витрати	$B_{\text{зг}}$	1597,03	5,80
Разом		56793,83	100

Розрахунок експлуатаційних витрат включає в себе формування бази даних та підтримка діючої моделі у працездатному стані протягом всього періоду експлуатації. Розрахуємо заробітну плату персоналу пов'язаного з формуванням бази даних

$$З_{\text{обс}} = 12 \cdot M \cdot \beta [\text{грн/рік}], \quad (4.8)$$

де 12 – число місяців;

M – місячний посадовий оклад інженерно – технічного працівника, грн.
 β – частка часу, який витрачає працівник на обслуговування та оновлення бази даних, в загальному часі своєї роботи - 10-18%

$$З_{\text{обс}} = 12 \cdot 8050 \cdot 0,12 = 11592(\text{грн/рік}).$$

Додаткову заробітну плату складає 10% від оплати праці інженерно-технічного працівника – 1159,2грн.

Розраховуємо нарахування на заробітну плату - $H_{\text{ЄСВ}}$

$$H_{\text{ЄСВ}} = (11592 + 1159,2) \cdot 0,22 = 2805,26(\text{грн}).$$

Витрати на електроенергію (при живленні із електромережі)

$$B_c = 4,32 \cdot 0,4 \cdot 1800 \cdot 0,85 \cdot 0,12 = 317,26 \text{ (грн)}$$

Розрахуємо амортизаційні відрахування

$$A = \frac{56793,83 \cdot 25 \cdot 12}{100} = 1703,81 \text{ (грн)}.$$

Витрати на поточний ремонт комп'ютерної техніки можна розрахувати за формулою:

$$P = [(0,04 \div 0,1) \cdot Ц + З_d + З_{обс}] \cdot \beta \text{ [грн]}, \quad (4.13)$$

де Ц – балансова вартість персонального комп'ютера, грн.;

$$P = 0,1 \cdot 17980 + (11592 + 1159,2) \cdot 0,12 = 1745,9 \text{ (грн)}.$$

Розрахуємо інші витрати як 5-10% від загальної суми усіх попередніх витрат

$$I_b = (11592 + 1159,2 + 2805,26 + 317,26 + 1703,81 + 1745,9) \cdot 0,07 = 1352,64 \text{ (грн)}.$$

Сума витрат попередніми статтями дає величину витрат для забезпечення працездатності інвестиційного проекту та формування бази даних

Таблиця 4.5 – Кошторис витрат пов'язаних з формування бази даних та забезпечення процесу експлуатації

Статті витрат	Умовні позначення	Сума грн.	Структура, %
Заробітна плата обслуговуючого персоналу	$Z_{обс}$	11592	54,00

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
Додаткова заробітна плата	Z_d	1159,2	5,40
Нарахування на заробітну плату	$H_{есв}$	2805,26	13,07
Амортизаційні відрахування для програмного продукту	A	1703,81	11,54
Витрати на поточний ремонт комп'ютерної техніки	P	1745,9	8,27
Витрати на електроенергію	B_c	317,26	1,08
Інші витрати	I_B	1352,64	6,64
Разом	E_2	20676,07	100

Розраховуємо умовний обсяг робіт з використанням інвестиційного проекту методики удосконалення ТО і ПР за формулами

$$Q_1 = \frac{F \cdot 60 \cdot \beta}{t_1} [\text{ум. од.}], \quad (4.16)$$

$$Q_2 = \frac{F \cdot 60 \cdot \beta}{t_2} [\text{ум. од.}], \quad (4.17)$$

де Q_1, Q_2 – умовний обсяг робіт при застосування існуючого та інноваційного підходу, умовних одиниць.

t_1 та t_2 – час виконання конкретної функції або роботи при застосуванні відповідно існуючого та нового підходу, хв.

$$Q_1 = \frac{1800 \cdot 60 \cdot 0,12}{14} = 925,71 \text{ (ум. од.)};$$

$$Q_2 = \frac{1800 \cdot 60 \cdot 0,12}{5} = 2592 \text{ (ум. од.)}.$$

4.3 Розрахунок економічної ефективності

Річний економічний ефект від впровадження інвестиційного проекту з підвищення ефективності виробничого процесу обслуговування автомобілів

$$\Delta E = \left(\frac{E_1}{Q_1} - \frac{E_2}{Q_2} \right) \cdot Q_2 [\text{грн./рік}], \quad (4.18)$$

де E_1 – експлуатаційні витрати при використанні діючого підходу, грн./рік.

E_2 – експлуатаційні витрати при використанні інвестиційного проекту з підвищення ефективності виробничого процесу обслуговування автомобілів, грн./рік.

$$\Delta E = \left(\frac{16562,0}{925} - \frac{20676,07}{2592} \right) \cdot 2592 = 25932,6 (\text{грн./рік}).$$

Термін окупності інноваційного проекту

$$T_0 = \frac{B}{\Delta E} [\text{років}], \quad (4.19)$$

де B – загальна сума капіталовкладень.

ΔE – річний економічний ефект використання інноваційної методики, грн.

$$T_0 = \frac{56793,83}{25932,6} = 2,1 (\text{року}).$$

Виходячи із проведених розрахунків можна узагальнити, що методика підвищення ефективності виробничого процесу обслуговування автомобілів є ефективною так, як термін окупності інноваційного підходу складає 2,1 року < 3 років (нормативне значення).

ВИСНОВКИ

1. За результатами діяльності станції технічного обслуговування автомобілів «Bus & Car» визначено, що існуюча система функціонування зони обслуговування і ремонту автомобілів має певні недоліки і потребує удосконалення.
2. Визначено річну трудомісткість виконання робіт на станції технічного обслуговування, що дало можливість провести організаційні заходи, виконати розподіл робіт між робочими місцями і виконавцями, а також покращити організаційну структуру зони обслуговування і ремонту автомобілів.
3. Запропоновано науковий підхід який дає можливість розробити модель удосконалення функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на основі системи масового обслуговування.
4. Розроблено практичні алгоритми оптимізації кількості робочих постів у виробничих підрозділах станції технічного обслуговування.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрусенко С. І. Організація фірмового обслуговування : навчальний посібник [для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство"] / ІСДО; Український транспортний ун-т. / Андрусенко С. І. – К. : ІЗМН, 1996. – 215 с.
2. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І. ; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
3. Андрусенко С.І. Технології підвищення ефективності виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту: [Навчальний посібник] / Андрусенко С.І., Бугайчук О.С. – К.: «Медін-форм», 2017. – 212 с.
4. Волков В.П. Інформаційні системи моніторингу технічного стану автомобілів / В.П. Волков, І.В. Грищук, Ю.В. Волков [та інш.]; – Харків: ХНАДУ, 2018. – 300 с.
5. Кукурудзяк Ю. Ю. Розробка та реалізація методу автоматизованого діагностування системи запалювання автомобільного двигуна на основі порівняння спектрів сигналів : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Ю. Ю. Кукурудзяк. – Харків, 2005. – 205 с.
6. Назар Ф. А. Обґрунтування та реалізація методів автоматизованого діагностування бензинових двигунів на основі аналізу параметрів в їх системах: автореф. дис. на здобуття вчен. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.03 / Ф. А. Назар ; Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т". – Х., 2003. – 20 с.
7. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К. : Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).
8. Редзюк А. М. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку / Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут; монографія за заг. ред. А.М. Редзюка. – К.: ДП «Державтотранс-НДІпроект», 2005. – 400 с.

9. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник.-Запоріжжя: ЗНТУ, 2008.- 341 с.
10. Оперативний контроль технічного стану транспортних засобів : монографія / І.В. Грицук, В.П. Волков, І. В. Худяков, Т.В. Волкова, В.П. Кужель— Харків – Херсон – Вінниця: Едельвейс і К, 2022. – 197 с. ISBN 978-617-7417-00-1.
11. Форнальчик Є. Ю., Качмар Р. Я. Основи технічного сервісу транспортних засобів. – Львів, Львівська політехніка, 2017. – 324 с.
12. Малай Д.О., Гриб І.О., Дронь Р.Р. Особливості діагностування автомобілів в умовах станції технічного обслуговування // Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції "Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи", [Електронний ресурс] – Вінниця: ВНТУ, 2024. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024>
13. Волков В.П. Особливості моніторингу стану транспортних засобів з використанням бортового діагностичного комплексу. / Волков В.П., Матейчик В.П., Комов П.Б., Грицук І.В., Комов А.П., Волков Ю.В. // Науковий журнал Управління проектами, системний аналіз і логістика – Київ.: НТУ, 2014. – Випуск 13. С.126 – 138.
14. Волков В. П. Методи визначення й оцінювання показників оптимального температурного стану двигуна внутрішнього згорання і транспортного засобу в умовах експлуатації / В. П. Волков, І. В. Грицук // Автомобильный транспорт. - 2015. - Вып. 37. - С. 13-21.
15. Мінчев, М. В. Методи діагностики технічного стану двигунів внутрішнього згорання з використанням цифрових двійників. Наукові праці НТУ "ХПІ", 4(3), 2023. - 123–130.
16. Розум, Р., Буряк, М., Попович, П. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів. Збірник наукових праць Луцького НТУ, 14(2), 2021 – С. 67–74.
17. Кукурудзяк, Ю. Ю. Система моніторингу технічного стану автомобільного двигуна. Вісник Вінницького національного технічного університету, 3,

2018 – С. 29–34. Кукурудзяк, Ю. Ю. Діагностування системи керування двигуном на основі аналізу інформації бортової діагностики. Вісник Вінницького національного технічного університету, 2, 2015 - С. 123–128

18. Штовба С. Д. Логічне виведення за ієрархічними гібридними нечіткими базами знань. Матеріали II Міжнародної науковотехнічної конференції "Обчислювальний інтелект", Черкаси, Україна, 14–17 травня 2013 р.

19. Ng, K. Y., Frisk, E., Krysander, M. A Realistic Simulation Testbed of A Turbocharged Spark-Ignited Engine System: A Platform for the Evaluation of Fault Diagnosis Algorithms and Strategies. arXiv Preprint, arXiv:2020 - 2002.03201.

20. Шокарев, О. М., & Болтянська, Н. І. Засоби діагностики сучасних автомобільних двигунів. Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. 2020

21. Наконечний, А. І. Методи та засоби діагностування роботи двигуна автомобіля за оцінкою його віброакустичних характеристик. Науковий вісник НУ "Львівська політехніка", 907, 2018 - С. 38–43

22. Neto, M. A. S., Vincenzi, A. M. R., & Nakagawa, E. Y. (2017). Systematic Literature Review on Automotive Diagnostics. 2017 IEEE International Conference on Software Architecture (ICSA), 2017 - С. 117–126.

23. Gong, C. S. A. How to Implement Automotive Fault Diagnosis Using Artificial Intelligence Scheme. Micromachines, 13(9), 2022

24. Al-Ghushami, M. A., Hossain, M. A., & Hossain, M. A. Deep Learning Towards Intelligent Vehicle Fault Diagnosis. 2020 IEEE International Conference on Informatics, IoT, and Enabling Technologies (ICIOT), 2020 – С. 224–229.

25. Murphy, C., Xie, C., & Aviyente, S. Automotive Fault Detection and Prediction Using Machine Learning: A Case Study on Engine Misfire. International Journal of Vehicle Design, 87(4), 2021 – С. 323–342.



ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ «BUS & CAR» МІСТО ВІННИЦЯ
УДОСКОНАЛЕННЯМ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО
ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ**

Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Ілюстративна частина
до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

**Підвищення ефективності роботи станції технічного
обслуговування автомобілів «Bus & Car» місто Вінниця
удосконаленням функціонування зони технічного
обслуговування і поточного ремонту**



Керівник роботи
к.т.н., доц. Ю.Ю. Кукурудзяк

Розробив студент гр. 2АТ-23м
І.О. Гриб

Мета роботи – Підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування автомобілів удосконаленням функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту

Основні задачі роботи:

1. Виконати попередній аналіз організації діагностування та обслуговування автомобілів індивідуальних власників на станції технічного обслуговування «Bus & Car» місто Вінниця.
2. Визначити трудомісткість виконання робіт технічного обслуговування та поточного ремонту на станції технічного обслуговування. Розробити організаційні заходи щодо формування робочих місць у виробничих підрозділах.
3. Запропонувати науковий підхід та розробити модель удосконалення функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на основі системи масового обслуговування.
4. Визначити економічну ефективність впроваджених заходів.

Об'єкт дослідження – процеси функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів індивідуальних власників на станції технічного обслуговування автомобілів

Предмет дослідження – методи і алгоритми підвищення ефективності функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів

Наукова новизна та практичне значення

Наукова новизна одержаних результатів.

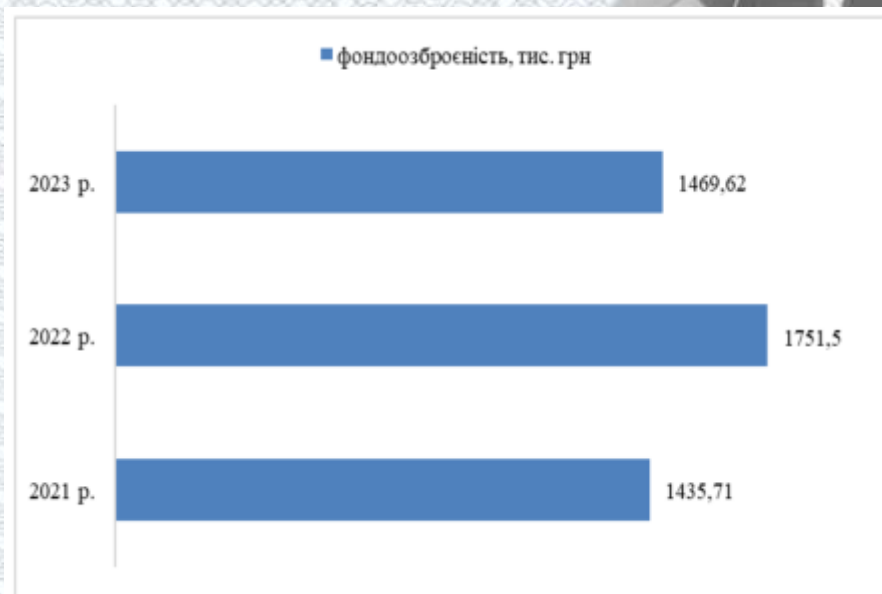
1. Запропоновано науковий підхід щодо підвищення функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на основі теорії масового обслуговування.
2. Отримав подальший розвиток підхід щодо визначення оптимальної кількості робочих постів обслуговування на станції технічного обслуговування.

Практичне значення одержаних результатів.

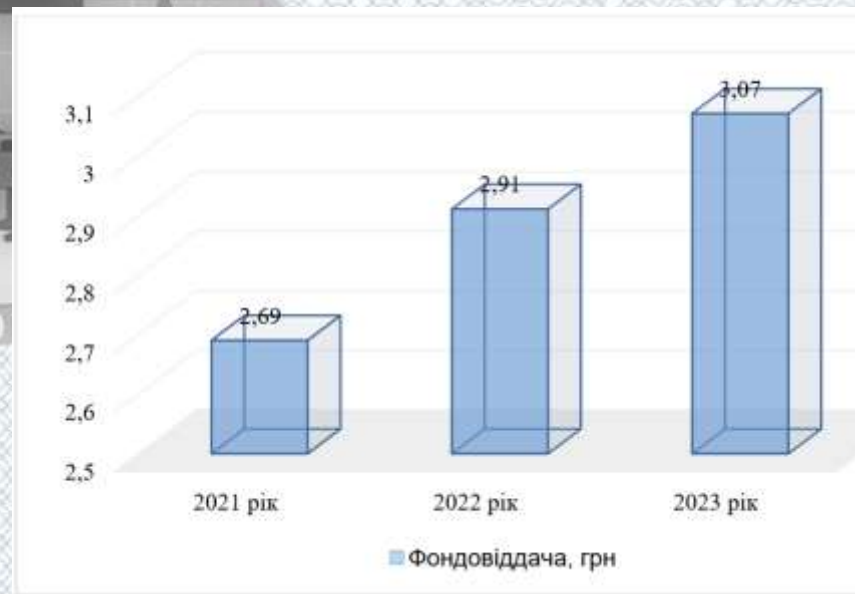
Розроблено практичний алгоритм визначення оптимальної кількості постів у виробничих підрозділах станції технічного обслуговування автомобілів.

Аналіз виробничої діяльності СТО Bus & Car»

Динаміка рівня
фондоозброєності СТО «BUS
& CAR» за період 2021-2023рр.



Динаміка рівня фондovіддачі
СТО «BUS & CAR» за період
2021-2023рр.



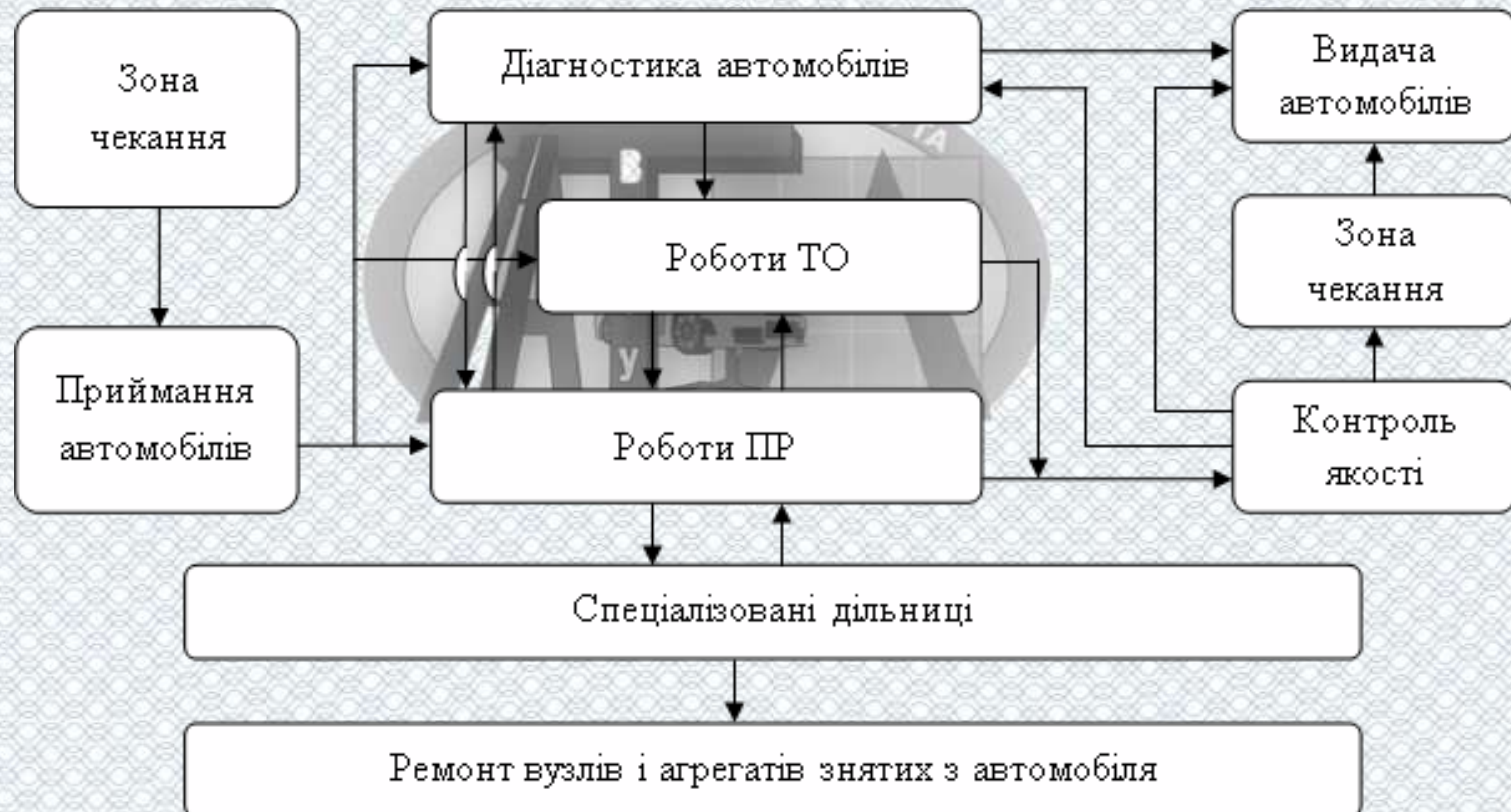
Вихідні дані технологічного розрахунку СТО

Параметр	Ум. позн.	Од. вим.	Значення
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{\text{ТО і ПР}}^p$	заїздів	2140
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	$n_{\text{ТО і ПР}}^p$	заїздів в рік	2
Частота заїздів одного автомобіля для виконання антикорозійної обробки	$n_{\text{а-к}}^p$	заїздів в рік	1
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	$A_{\text{авт}}$	авт.	1070
в тому числі:			
- автомобілів I групи:	$A_{\text{авт}}^I$	авт.(%)	376
- автомобілів II групи:	$A_{\text{авт}}^{II}$	авт.(%)	718
- автомобілів III групи:	$A_{\text{авт}}^{III}$	авт.(%)	616
Середньорічний пробіг автомобілів	$L_{\text{с-р}}$	км	12500
Спосіб миття автомобілів	-	-	Ручний
Кліматичний район	ПКЗ	-	Помірно-теплий
Кількість робочих днів СТО	$D_{\text{р}}$	дні	305
Тривалість зміни	$t_{\text{зм}}$	год.	7
Кількість робочих змін	c		1

Результати технологічного розрахунку СТО

Вид робіт	Розподіл за видами робіт, люд.-год		Розподіл за місцем виконання								
			Постові роботи					Дільничні роботи			
			Трудо-місткість, люд.-год		Чисельність робітників, <u>чол.</u>		К-сть постів	Трудо-місткість, люд.-год		Чисельність робітників, <u>чол.</u>	
	%	$T_{ТО і ПР}^I$	%	$T_{ТО і ПР}^I$	$P_{я}$	$P_{ш}$	$X_{ТО і ПР}^I$	%	$T_{ТО і ПР}^I$	$P_{я}$	$P_{ш}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Роботи ТО і ПР автомобілів:											
контрольно-діагностичні	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	—	—	—	—
технічне обслуговування в повному обсязі	15	6519,27	100	6519,27	3,16	3,48	1,85	—	—	—	—
мастильні	3	1303,85	100	1303,85	0,63	0,70	0,37	—	—	—	—
регулювання кутів керованих коліс	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	—	—	—	—
ремонт і регулювання гальм	3	1303,85	100	1303,85	0,63	0,70	0,37	—	—	—	—
електротехнічні	4	1738,47	80	1390,78	0,67	0,74	0,39	20	347,69	0,17	0,19
роботи за системою живлення	4	1738,47	70	1216,93	0,59	0,67	0,34	30	521,54	0,25	0,29
аккумуляторні	2	869,24	10	86,92	0,04	0,05	0,02	90	782,31	0,38	0,43
шинні	2	869,24	30	260,77	0,13	0,14	0,07	70	608,47	0,29	0,33
ремонт вузлів, систем і агрегатів	8	3476,94	50	1738,47	0,84	0,93	0,49	50	1738,47	0,84	0,93
кузовні й арматурні	25	10865,4	75	8149,09	3,95	4,47	3,08	25	2716,36	1,32	1,49
фарбувальні	16	6953,89	100	6953,89	3,37	3,81	2,63				
оббивні	3	1303,85	50	651,93	0,32	0,35	0,25	50	651,93	0,32	0,35
слюсарно-механічні	7	3042,33						100	3042,33	1,47	1,62
Разом робіт ТО і ПР	100	43461,7	76	33052,6	16,0	17,8	10,8	23	10409,1	5,05	5,62
Прибирання і миття автомобілів			100	708,00	0,34	0,37	0,20				
Приймання і видачі автомобілів			100	1062,00	0,51	0,57	0,60				
Передпродажної підготовки			100	840,00	0,41	0,45	0,40				
Антикорозійної обробки автомобілів			100	5130,00	2,49	2,74	2,42				
Всього робіт СТО				42562,6	20,6	22,9	14,9		10409,1	5,05	5,62

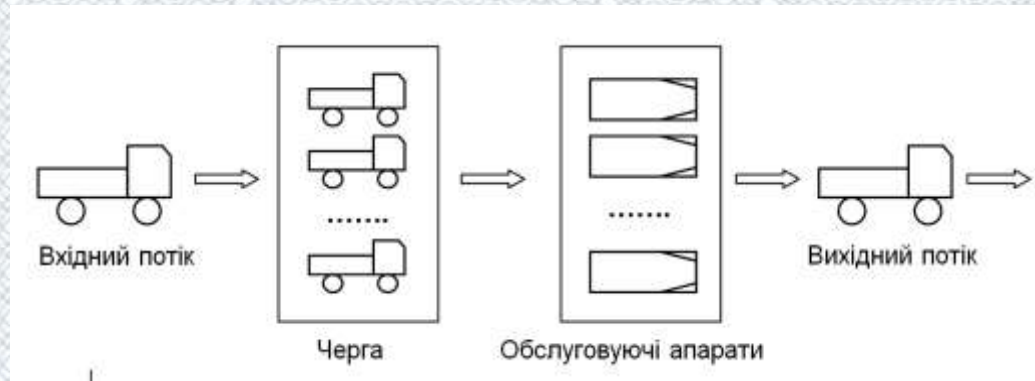
Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО



Технологічне обладнання зони ТО і ПР автомобілів на СТО

Обладнання, прилади, пристрої, інструмент	Модель, тип	К-сть, шт.	Габаритні розміри, мм	Площа, м ²		Потужність, кВт
				Одиниці	Загальна	
Підіймач електромеханічний	ПЕМ-4,5	4	—	—	—	6,6
Мотор-тестер	Bosch FSA	1	550×600	0,33	0,33	0,25
Стенд геометрії ходової частини	RAV TD 5080	1	980 x 940	0,92	0,92	0,7
Підіймач-візок для зняття і установки агрегатів	—	2	1170 x 730	0,85	1,7	—
Пересувний пост електрика	—	2	1100 x 600	0,66	1,32	—
Пересувний пост мастильних робіт	—	2	1200×800	0,96	1,92	—
Стелаж-вертушка для кріпильних деталей	—	2	D 700	0,38	0,38	—
Пересувний пост слюсаря-авторемонтника	—	4	700 x 500	0,35	1,75	—
Верстак слюсарний	—	2	1200×700	0,84	0,84	—
Ящик для відходів	—	2	500×500	0,25	0,25	—
Шафа для інструменту	—	2	800×400	0,32	0,32	—
Бак для зливу моторного масла	—	1	500×600	0,3	0,3	—
Бак для зливу трансмісійного масла	—	1	500×600	0,3	0,3	—
Ящик для обтиральних матеріалів	—	2	500×500	0,25	0,25	—

Схема системи масового обслуговування та показники ефективності



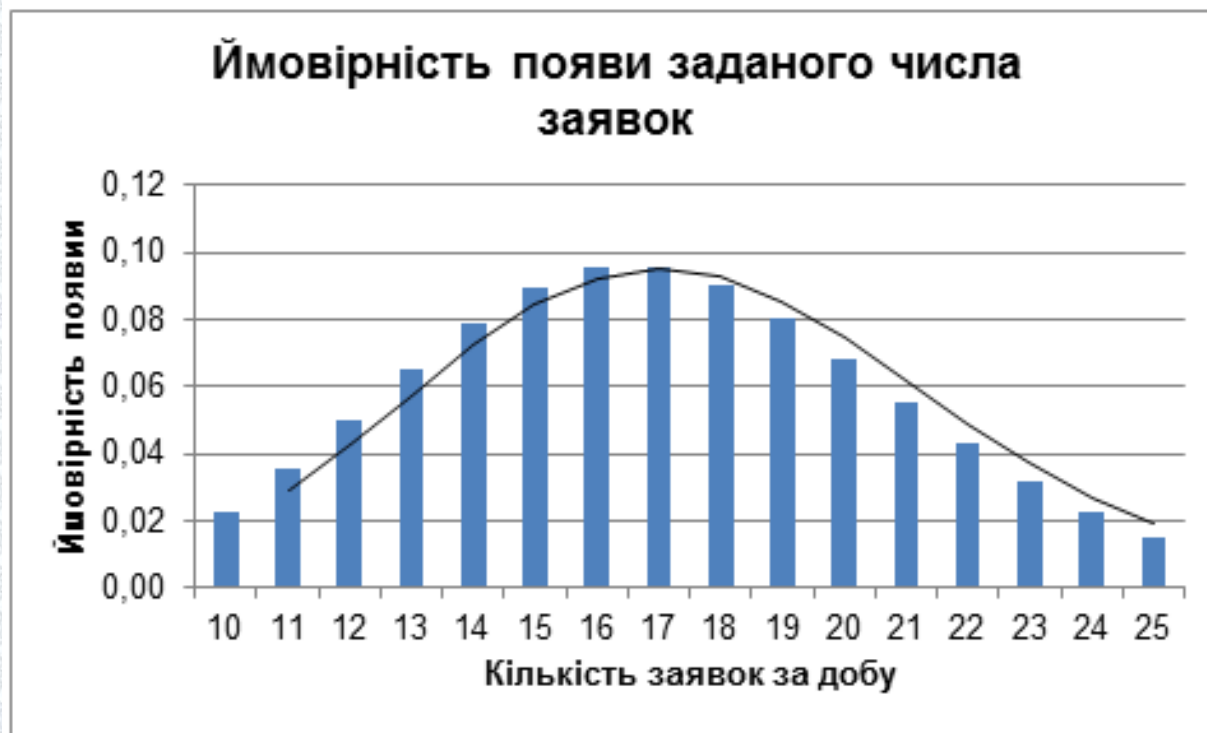
Тип СМО	Відносна пропускна здатність g	Ймовірність того, що всі пости вільні P_0	Ймовірність відмови в обслуговуванні $P_{\text{відм}}$	Число зайнятих апаратів обслуговування $n_{\text{зайн}}$
Одноканальна ($n = 1$)	$g = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$P_0 = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$P_{\text{відм}} = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$n_{\text{зайн}} = \frac{\mu}{\omega + \mu}$
Багатоканальна ($n > 1$)	$g = 1 - \frac{P_0^n}{n!}$	$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!}}$	$P_{\text{відм}} = \frac{P_0^n}{n!}$	$n_{\text{зайн}} = \rho g$
Багатоканальна взаємодопомогою ($n > 1$; $\mu_{\text{бр}} = n\mu$)	$g = \frac{\mu_{\text{бр}}}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$P_0 = \frac{\mu_{\text{бр}}}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$P_{\text{відм}} = \frac{\omega}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$n_{\text{зайн}} = \frac{\omega}{\omega + n\mu}$

Ймовірність появи заданого числа заявок на ТО і ПР за час t

$$P_k(t) = \frac{(\omega t)^k}{k!} e^{-\omega t}$$

$$P_{ka} = \frac{a^k}{k!} e^{-a}$$

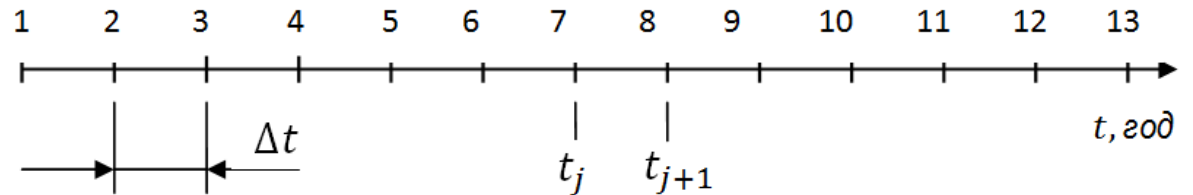
$$a = \frac{N_{\text{ТО і ПР}}^p}{D_p}$$



Тривалість обслуговування одного автомобіля

Відносна ймовірність, P_j	0,06	0,08	0,15	0,17	0,13	0,11	0,11	0,08	0,06	0,03	0,01	0,00
Частота в інтервалі часу перебування, V_j	4	6	11	12	9	8	8	6	4	2	1	0

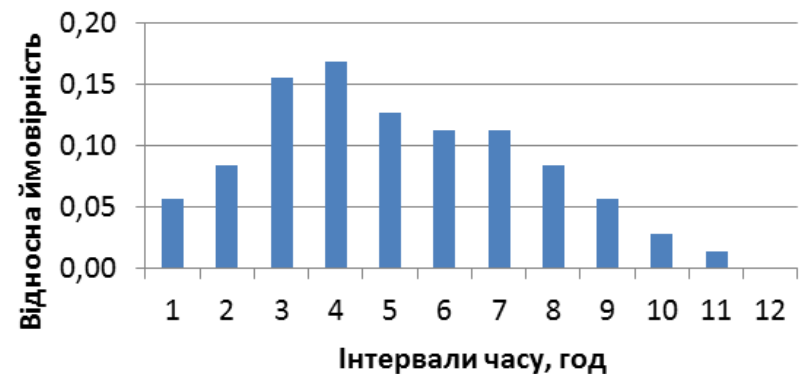
Інтервали часу



Час перебування автомобілів в ТО і ПР



Відносна ймовірність перебування в заданому інтервалі часу



Середня довжина черги

$$\bar{v} = \frac{S^s \cdot \psi^{s+1}}{S! (1 - \psi)^2} P_0$$

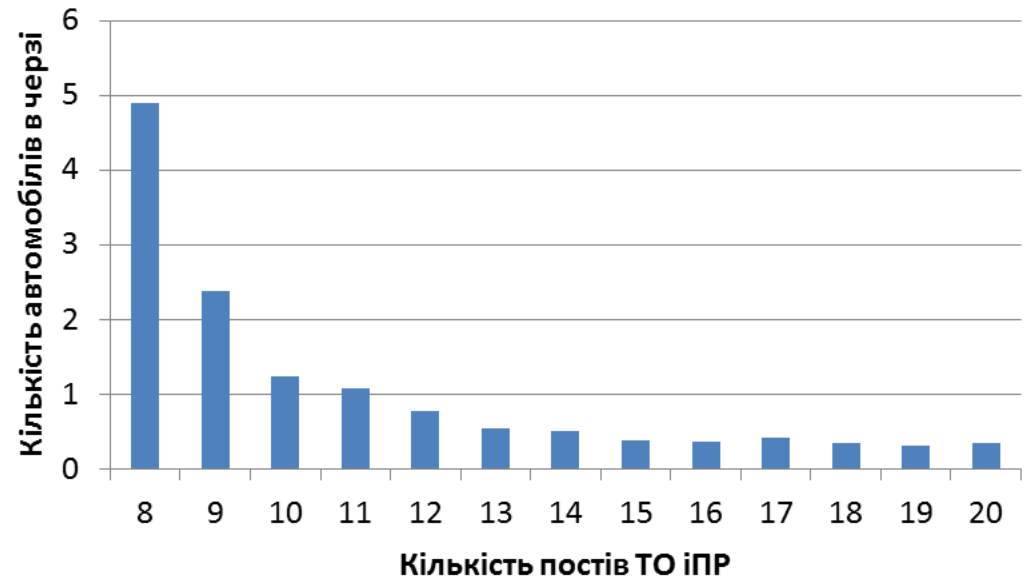
$$P_0 = \frac{1}{\frac{S^s \cdot \psi^s}{S! (1 - \psi)} \sum_{n=0}^{s-1} \frac{S^n \psi^n}{n!}}$$

P_0 - ймовірність нульового стану системи

S – число постів в зоні ТО і ПР;

ψ – коефіцієнт використання робочого часу постів

Середня довжина черги



Визначення числа постів ТО і ПР за критерієм оптимальності

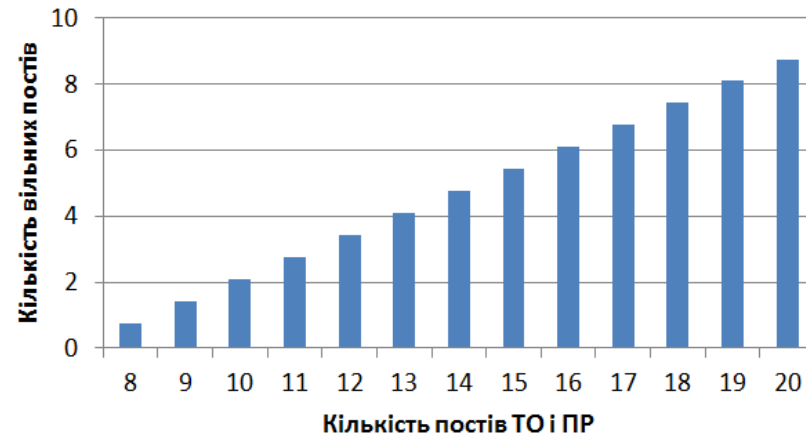
$$\bar{\rho} = (1 - \psi)S$$

$$U = C_1 \bar{v} + C_2 \bar{\rho}$$

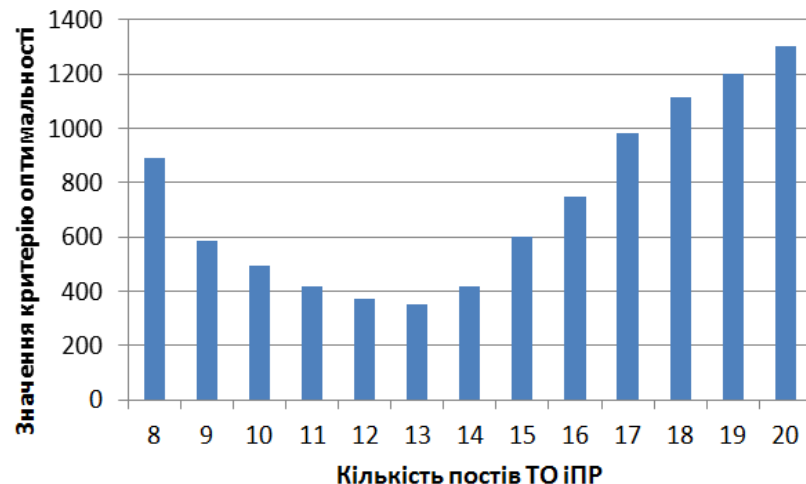
C_1 – втрати, пов'язані з простоем автомобіля в черзі на протязі доби;

C_2 – втрати, пов'язані з простоем одного поста ТО і ПР на протязі доби.

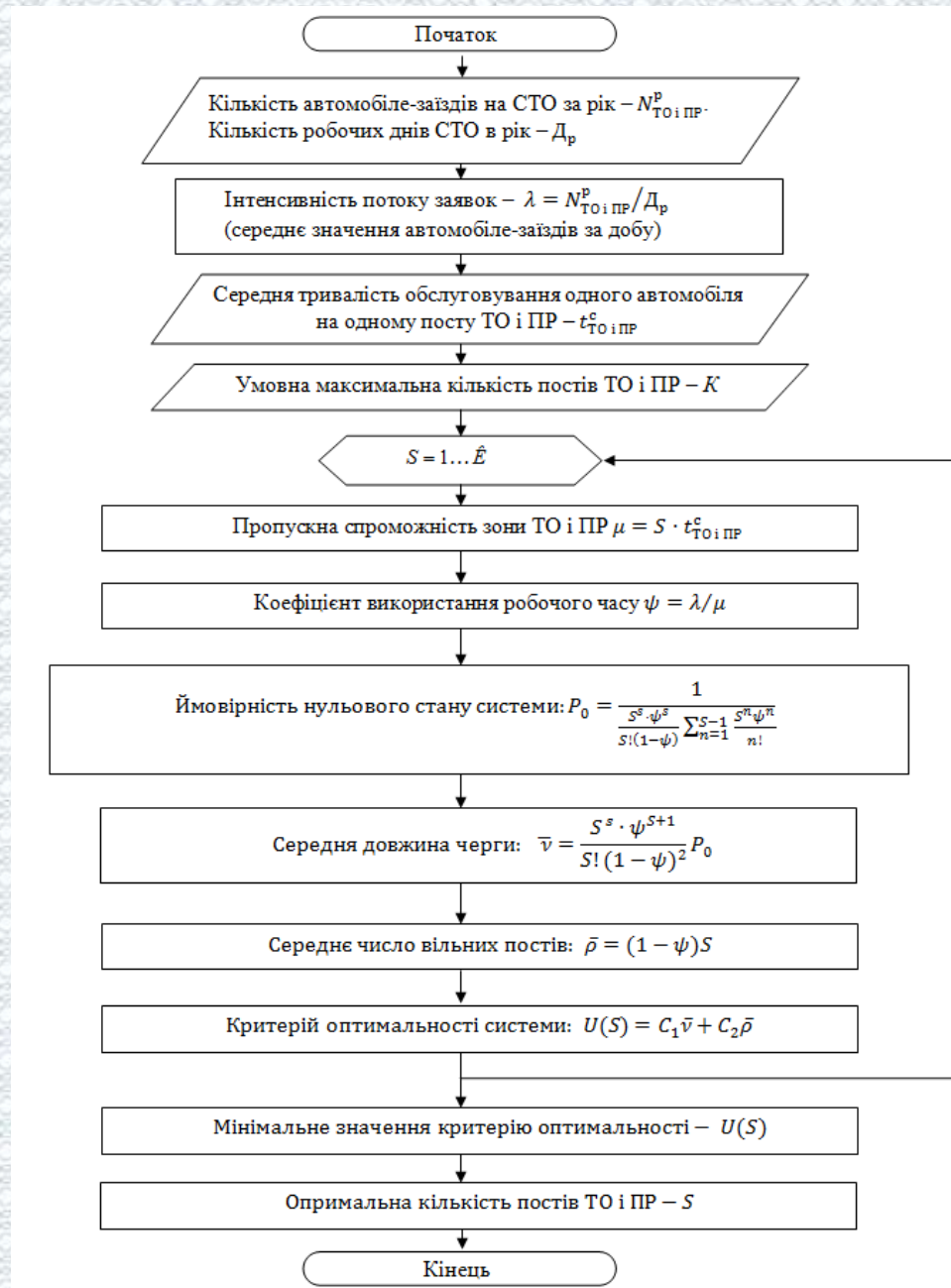
Середнє число вільних постів



Критерій оптимальності системи



Блок-схема оптимізації кількості постів ТО і ПР



ВИСНОВКИ

1. За результатами діяльності станції технічного обслуговування автомобілів «Bus & Car» визначено, що існуюча система функціонування зони обслуговування і ремонту автомобілів має певні недоліки і потребує удосконалення.
2. Визначено річну трудомісткість виконання робіт на станції технічного обслуговування, що дало можливість провести організаційні заходи, виконати розподіл робіт між робочими місцями і виконавцями, а також покращити організаційну структуру зони обслуговування і ремонту автомобілів.
3. Запропоновано науковий підхід який дає можливість розробити модель удосконалення функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на основі системи масового обслуговування.
4. Розроблено практичні алгоритми оптимізації кількості робочих постів у виробничих підрозділах станції технічного обслуговування.

Додаток Б

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Підвищення ефективності роботи станції технічного обслуговування автомобілів «Bus & Car» місто Вінниця удосконаленням функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Turnitin

Оригінальність 94 % Схожість 6 %

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 Turnitin щодо роботи.

Автор роботи


(підпис)

Гриб І.О.
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Кукурудзяк І.О.
(прізвище, ініціали)