

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

## Магістерська кваліфікаційна робота

на тему:

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ  
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ В  
УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТОВАРИСТВА З  
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АВТОМИР-ВІННИЦЯ»



Виконав: студент 2 курсу, групи 1АТ-19мз  
спеціальності 274 – Автомобільний  
транспорт  
Смашнюк В.В. \_\_\_\_\_

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ  
Кукурудзяк Ю.Ю. \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Рецензент: \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

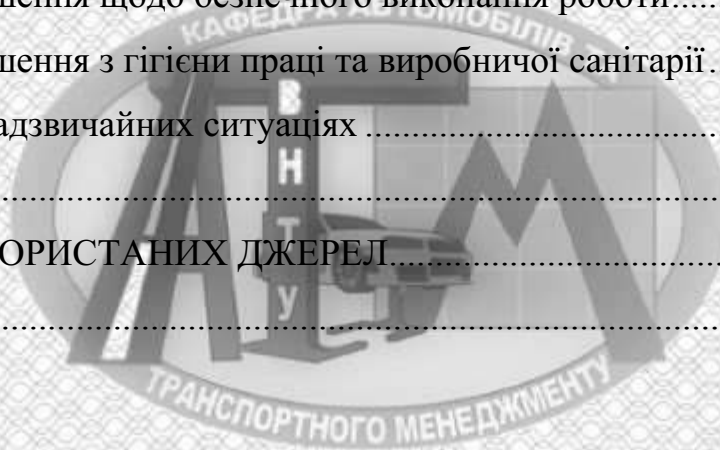
Робота допускається до захисту  
В.о. завідувача кафедри АТМ  
д.т.н, професор Макаров В.А \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Вінниця ВНТУ – 2021 року

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1	6
НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ.....	6
1.1 Аналіз діяльності підприємства та системи сервісного обслуговування автомобілів.....	6
1.2 Дослідження ринку послуг СТО.....	10
1.3 Аналіз організації робіт обслуговування та поточного ремонту автомобілів.....	14
1.4 Основні висновки і задачі проектування.....	19
РОЗДІЛ 2	21
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ.....	21
2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних.....	21
2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ.....	24
2.3 Розрахунок чисельності робітників.....	31
2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ.....	34
2.5 Організація виробничих підрозділів на СТО.....	36
2.6 Організація робочих місць в зоні ТО і ПР.....	38
РОЗДІЛ 3	42
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ.....	42
3.1 Формування потоку відмов автомобілів.....	42
3.2 Обґрунтування оптимального обмінного фонду.....	53
3.3 Організація ТО і ПР автомобілів як системи масового обслуговування ..	56
3.4 Показники ефективності організації обслуговування і ремонту.....	59
3.5 Дослідження вхідного потоку вимог обслуговування і ремонту.....	62

3.6 Дослідження середньої тривалості обслуговування одного автомобіля...	67
3.7 Оптимізація кількості постів обслуговування і ремонту .....	69
РОЗДІЛ 4	76
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	76
4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень .....	76
4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань .....	80
4.3 Розрахунок економічної ефективності.....	84
РОЗДІЛ 5	85
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	85
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	85
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	88
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	92
ВИСНОВКИ.....	96
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	97
ДОДАТКИ.....	101



## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

Станції технічного обслуговування автомобілів підприємства які надають послуги іде віртуальним власникам автомобілів з виконання робіт сервісного обслуговування під час гарантійного та післягарантійного періоду. Автосервіс в Україні є досить престижним бізнесом який інтенсивно розвивається. Це зумовлено тим що з кожним роком приріст парку автомобілів індивідуальних власників значно зростає. Таким чином зростає кількість потенційних клієнтів станції технічного обслуговування. Автосервіс мій бізнес також характеризується відносно невеликими інвестиціями, а також ж швидкою віддачею капіталовкладень.

Разом з тим, не дивлячись на швидкі темпи розвитку автосервісу, на даний час ще рано говорити про те що запити індивідуальних власників на виконання робіт обслуговування і поточного ремонту автомобілів повністю задоволені. Це можна підтвердити наступним. По-перше автосервісні підприємства більшості розвинені у великих містах Де сконцентрована найбільша кількість індивідуальних автомобілів. по-друге досить велика кількість автосервісних підприємств не мають відповідного технічного оснащення, кваліфікації персоналу, та сервісного підходу роботи з клієнтами. Ще однією досить важливою особливістю є те що станції технічного обслуговування виконують роботи які орієнтовані на забезпечення їх бізнесових інтересів, а не на забезпечення попиту власників автомобілів.

Отже, виходячи з вищесказаного, можна стверджувати що на даний час підприємство автосервісу знаходяться на стадії розвитку. Досить важливим в цьому є врахування різних підходів які дадуть можливість удосконалити організацію проведення робіт з обслуговування і ремонту автомобілів на станціях технічного обслуговування.

Дана магістерська робота передбачає дослідження питань удосконалення і підвищення ефективності надання послуг з обслуговування та поточного ре-

монтаю автомобілів індивідуальних власників в умовах станції технічного обслуговування.

На основі проведеного аналізу можна дійти висновку що дана робота є актуальною і може вирішувати важливі науково-технічні проблеми.

### **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 організації робіт обслуговування і поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Виконати аналіз діяльності станції технічного обслуговування, аналіз і дослідження ринку послуг та аналіз організації робіт з обслуговування і ремонту автомобілів на підприємстві.

2. Проаналізувати фактори які впливають на ефективність функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів, визначити основні параметри які впливають на ці фактори.

3. Обґрунтувати і запропонувати науковий підхід щодо удосконалення організації її робіт в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту, а саме оптимізації кількості робочих постів обслуговування та оптимізації оборотного фонду запасних частин.

4. Базуючись на теорії масового обслуговування розробити алгоритм практичної реалізації визначення оптимальної кількості робочих постів в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту

**Об'єкт дослідження** – процес організації робіт обслуговування і поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.

**Предмет дослідження** – методи і алгоритми визначення ефективності функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на станції технічного обслуговування автомобілів.

**Методи досліджень.** У процесі дослідження застосовувались: основні

положення теорії масового обслуговування та математичне моделювання.

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

1. Запропоновано науковий підхід удосконалення організації робіт обслуговування і поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування, який полягає в оптимізації кількості постів зони технічного обслуговування і поточного ремонту.

2. Запропоновано науковий підхід визначення оптимального оборотного фонду запасних частин для виконання робіт обслуговування і поточного ремонту.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі отриманих теоретичних положень розроблені:

- алгоритм визначення оптимальної кількості постів обслуговування і поточного ремонту автомобілів на станції технічного обслуговування.
- алгоритм визначення оптимального оборотного фонду запасних частин для виконання робіт обслуговування і поточного ремонту;

**Достовірність теоретичних положень** магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується коректним застосуванням математичних методів та збіжністю результатів математичного моделювання та експериментальних досліджень.

**Апробація результатів роботи.** Деякі положення та результати роботи доповідались та обговорювались на 50-ій науково-технічній конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету, 10-12 березня 2021 року (Вінниця: ВНТУ, 2021).

**Публікації.** Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікації [33].

# РОЗДІЛ 1

## НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

### 1.1 Аналіз діяльності підприємства та системи сервісного обслуговування автомобілів

Суб'єкт господарської діяльності Товариство з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця» виступає офіційним дилерським представником Mitsubishi Motors. Функціонує на вітчизняному ринковому середовищі з 2007 року.

Мета діяльності Товариства – якісне задоволення попиту населення в технічному обслуговуванні легкових автомобілів та роздрібна реалізація легкових автомобілів, що забезпечить високий рівень прибутковості підприємства.

До основних сфер функціонування Товариства можна віднести:

- реалізація нових автомобілів Mitsubishi;
- післяреалізаційне сервісне технічне обслуговування;
- реалізація оригінальних запасних частин та комплектуючих.

Дилерські мережі просування і збуту продукції є найбільш поширеними саме у автомобільній сфері. Вони розпочинають своє функціонування з урахуванням ряду особливостей місцевості де розташовуються і звичайно потреб споживачів та рівня їх доходу. Створення мереж, що носять дилерський характер в першу чергу – це розширення каналів збуту і як наслідок збільшення обсягів реалізації. Тому і структура управління таким підприємством знаходиться у повному узгодженні з планами і баченням материнської компанії. До ключових питань, що підлягають узгодженню відносять:

- планування діяльності;
- регулювання співпраці і відносин між дистриб'юторами і дилерами;
- використання нових методів управління;

- маркетингова діяльність;
- система реалізації послуг підприємства.

Організаційна структура функціонування ТОВ «Автомир-Вінниця» наведена на рисунку 1.1

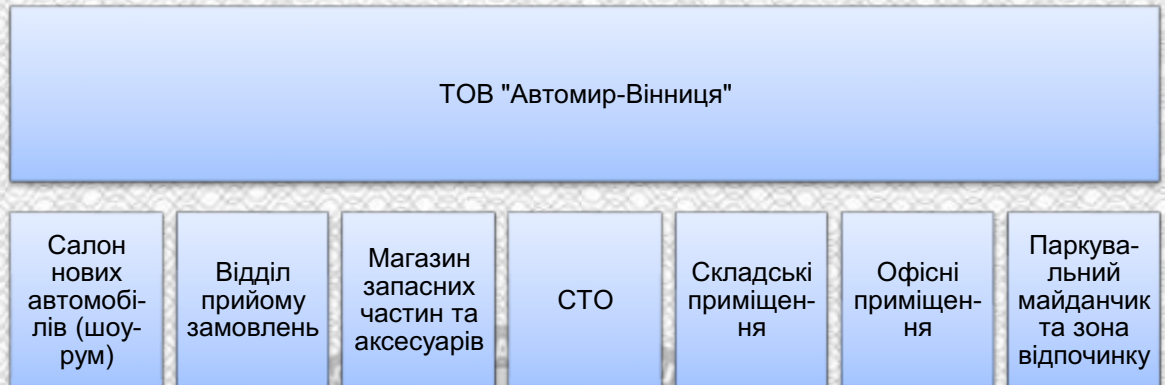


Рисунок 1.1- Організаційна структура ТОВ «Автомир-Вінниця»

Сумарна площа Товариства складає 1740 кв.м., 442 кв.м зайнято під шоу-рум.

Товариство є офіційним дилером у автомобілів Кіа у Вінницькому регіоні. На підприємстві діє система сервісного обслуговування автомобілів, але дилерам, що здійснюють реалізацію автомобілів охопити сервісом проданих ними автомобілів лише четверту частину. Така ситуація пов'язана з такими чинниками, як:

- ремонт незалежними ремонтними суб'єктами діяльності;
- підприємствами, що розташовані ближче до місця проживання власника;
- суб'єктами господарської діяльності, що мають нижчу цінову категорію;
- приятельські та родинні рекомендації.

У ТОВ "Автомир-Вінниця" функціонують такі відділи:

1. Салон (шоу-рум) з реалізації автомобілів, де задіяні два менеджери з продажу, адміністратор та керівник.
2. Відділ, що здійснює реалізацію аксесуарів та оригінальних запасних частин. В даному відділі працює фахівець по замовленню і реалізації запасних



частин, експерт-консультант та завідуючий матеріально-технічною складою Товариства.

3. Відділ обслуговування, що здійснює передпродажне та післяпродажне обслуговування. У даному відділі працюють сервіс-менеджер, керівник і референт.

4. На станції технічного обслуговування зайняті такі фахівці як: діагност, автоелектрик, автослюсарі з ремонту ходової частини, мотористів, розвалу-сходження коліс, фахівця з ремонту і обслуговування обладнання для діагностичних і ремонтних робіт, експерта з калькуляції робіт, майстрів виробництва та дільниці.

В цілому у Товаристві працює 22 особи. Менеджмент середньої і високої ланки має відповідну освіту та досвід роботи у сфері предметної діяльності. Фахівці, що зайняті на СТО мають спеціальну технічну підготовку та пройшли додаткову підготовку на курсах підприємства Mitsubishi.

Підприємство характеризується високим рівнем комунікації. Власник автомобіля має можливість визначитись з напрямком і величиною обслуговування обговоривши діагностичні параметри з майстром, має місце виконання гарантійних робіт.

Послуги технічного обслуговування і ремонту автомобілів що належать громадянам включають в себе різні види робіт:

- роботи діагностування автомобілів
- роботи виконання технічного обслуговування та ремонту автомобілів
- роботи гарантійного та післягарантійного обслуговування автомобілів
- прибирально-мийні роботи
- надання послуг із збереження автомобілів на майданчиках станції технічного обслуговування
- надання послуг з транспортування несправних автомобілів на станцію технічного обслуговування
- надання послуг з технічного консультування власників автомобілів

Сервісне обслуговування – певний набір ремонтних операцій, що необхідні для безпечного функціонування одиниці рухомого складу.

Ключовим документом, що регулює сервісне обслуговування автомобілів є (на основі закону України “Про автомобільний транспорт” [11]), є "Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту" ("Положення-98") [27].

«Правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів» Даний документ регламентує комунікаційні відносини між замовником і виконавцем послуг щодо сервісного обслуговування та ремонту автомобілів, їх систем і агрегатів, в тому числі контроль за виконанням робіт і відповідність наданих послуг листу-замовлення.

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1609-14#Text>

Основним документом, що регулює діяльність СТО та інших автотранспортних підприємств Закон про автотранспорт, де акцентується увага на технічних вимогах до техобслуговування і ремонту, особливості договору про техобслуговування і ремонт, обов'язки та відповідальність виконавця послуг СТО, права замовника послуг СТО, Правила № 792, які серед іншого регламентують взаємовідносини між замовниками та виконавцями послуг СТО, установлюють порядок документування, оплати, права й обов'язки сторін тощо, та Положення № 102, що містить поняття технічного обслуговування, ремонту тощо [<https://i.factor.ua/ukr/journals/nibu/2010/july/issue-57/article-56411.html>].

Регулювання господарської діяльності сервісних центрів не обмежуються вище наведеними документами. Існує значна кількість особливостей автомобілів, що потребує додаткової інформації завду виробника, особливо щодо періодичності і ремонту окремих агрегатів, тобто періодичність агрегатного обслуговування.

Ключові вимоги до ТО і Р автотранспортних засобів регламентуються Технічним регламентом і їх відповідність підлягає затвердженню у відповідному порядку до Закону України «Про стандарти, технічні регламенти та процедури оцінки відповідності» від 01.12.2005 р. № 3164-IV технічний регламент

має бути затверджений законом або постановою КМУ. Проте КМУ щодо СТО делегував відповідні повноваження Мінтрансу, яким було затверджено Правила № 792.

## 1.2 Дослідження ринку послуг СТО

У сфері послуг найбільший вплив на формування чинників економічного зростання мають вплив інформаційні технології та нематеріальна складова функції накопичення, знання. Всі чинники формування мають місце у транснаціональних корпораціях (ТНК), значна частина яких функціонує у сфері послуг.

До країн ЄС Україна продала послуг на суму 4,28 мільярда доларів, а у зворотному порядку - імпортувала 3,56 мільярда доларів. Державна служба статистики відзначила, що найбільші обсяги експорту у сфері послуг припадають на транспортні послуги – 9,03 мільярда доларів, що складає 59,3 відсотки в загальній структурі експорту. Імпортували до нашої країни транспортних послуг на 1,5 мільярда доларів. Така ситуація свідчить про те, що транспорт потребує підприємств і фахівців які будуть задовольняти потреби споживачів не лише на внутрішньому, а й на зовнішньому ринках. Зростання рівня доходу населення країни буде сприяти зростанню осіб, що володіють автотранспортними засобами, а це як наслідок буде потребувати технічного та сервісного обслуговування. При зростанні автомобілів за статистичними даними кількість автообслуговуючих підприємств залишається статичною, це свідчить про тенденцію росту навантаження на існуючі суб'єкти господарювання.

Оцінка попиту на послуги підприємств автосервісу може відбуватись з використанням різних методів статистичного спостереження. Для нас найбільш прийнятними є інтерв'ювання та усне і письмове опитування. Споживачі послуг розподіляються на відповідні категорії залежно від рівня надходження власних доходів: низький, середній, високий. Клієнти, що мають високий рівень особистих надходжень користуються послугами фірмових автосервісів з високим рівнем цін. Власники авто з рівнем доходу середній і нижче акцентують

увагу на авторемонтних підприємствах з нижчою ціною політикою, або здійснюють обслуговування в невеликих майстернях і власними силами чи з допомогою колег і знайомих.

Результати статистичного спостереження дають змогу класифікувати результати вибірки за видами: (рис.1.2):

Респондент володіє автомобілем і не має наміру вкладати кошти у нове авто (23,3%). Респондент володіє авто і має намір його змінити на нове (25%). Респондент має можливість придбати автомобіль (23,7%). Респондент має бажання придбати, але не має можливості (15,6%) . Респондент володів авто і займається підб момент не має з цікавість до автс

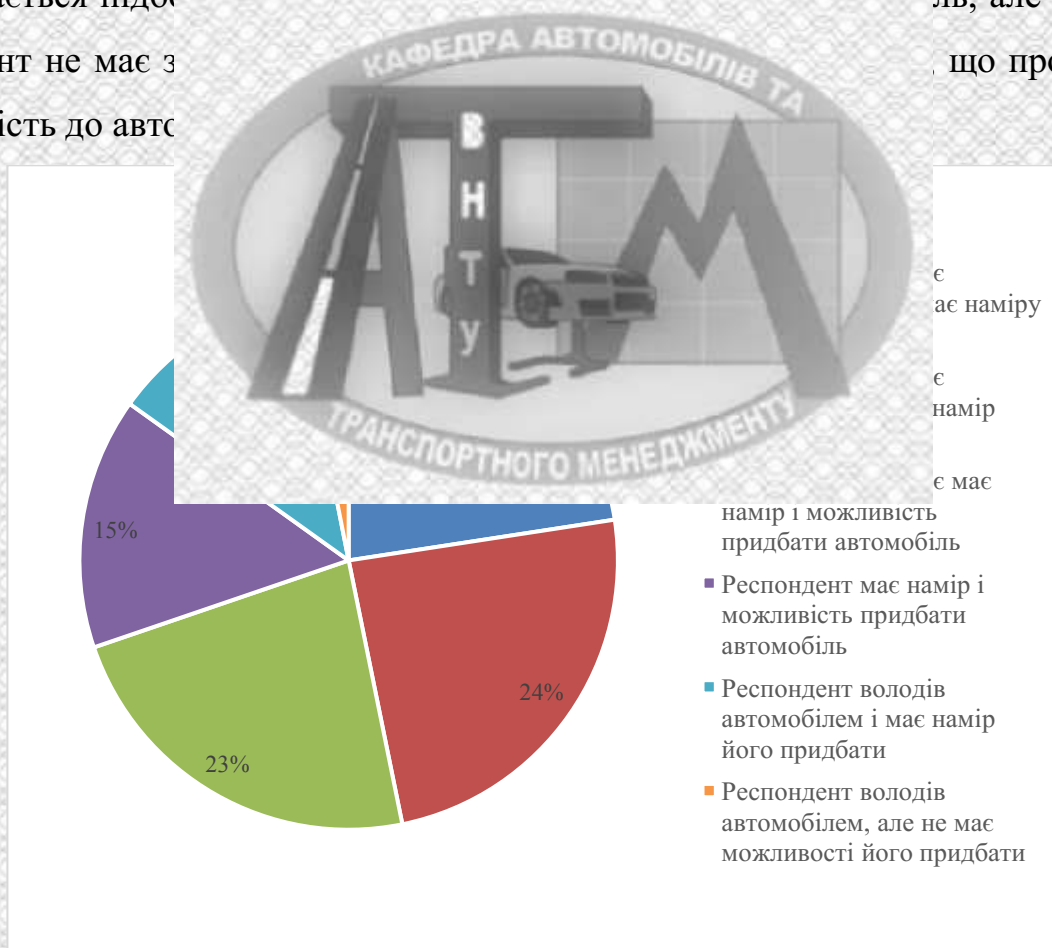


Рисунок 1.2 – Класифікація респондентів за намірами і можливостями

В сучасному середовищі і моделі функціонування підприємств- відкритість економіки відбувається зростання частки ринку України суб'єктами господарювання на основі дилерської мережі і офіційного представництва зарубі-

жних компаній. Ситуація на ринку потребує зростання кількості споживачів з відповідним рівнем доходу, що будуть мати намір купувати і обслуговувати своє авто на підприємствах, що входять до дилерської мережі. Від сучасних фахівців вимагається володіти високим рівнем кваліфікації і комунікації щоб залучити нового клієнта, що відповідно також потребує великих витрат від компанії представника, адже ці витрати в 4-8 разів перевищують витрати на обслуговування і утримання вже наявного клієнта.

З метою визначення рівня значущості щодо реалізації наміру придбання і обслуговування автомобіля саме у сервісних центрах для статистичного спостереження було розроблено опитувальник з бальним рейтингом щодо питання - Рівень важливості придбання та обслуговування у сервісному центрі та інше. У табл. 1.1 згруповано і візуалізовано інтереси і наміри споживачів автосервісних підприємств.

Таблиця 1.1 – Розподіл намірів та інтересів споживачів автосервісних послуг сучасних суб'єктів бізнесу

Субекти бізнесу автосервісу	"Мають автомобіль"	"Мають намір змінити автомобіль, або змінили"	Всього	
			Респондентів	%
СТО спеціалізованого спрямування	9	25	34	47,2
Сервісні центри інших представників корпорацій	10	7	17	23,6
Майстерні невеликих розмірів	6	15	21	29,2
Разом	25	47	72	100

Аналізуючи результати статистичного спостереження інтереси і наміри респондентів показують рівень зацікавленості автосервісними центрами у загальному обсязі - 23,6%, найбільшу перевагу віддають СТО, що носять спеціалізований характер – 47,2%, на другому місці приватні майстерні – 29,2%. Така ситуація на даному етапі трактується як значний рівень зниження доходів населення в цілому та наявних клієнтів сервісних центрів. Основним чинником може виступати фінансово-економічна ситуація в Україні в цілому та ситуація з COVID – 19.



Рисунок 1.3 – Розподіл інтересів і намірів респондентів

При зростанні одиниць рухомого складу і незмінній кількості суб'єктів бізнесу, що здійснюють обслуговування і ремонт автомобілів на статичному рівні, то рівень зростання клієнтів і прибутковості буде мати тенденцію до зростання. В умовах ситуацій, що носять зовнішній характер по відношенню до суб'єктів бізнесу позитивні структурні зрушення можуть мати місце при зміні рівня доходів населення і політики в цілому. Для залучення нових клієнтів сервісним та дилерським центрам необхідно акцентувати увагу на клієнтоорієнтованості і цінній стратегії, адже клієнти знаючи ринкову вартість запасних частин і обраховуюючи рівень рентабельності сервісних підприємств стають клієнтами інших спеціалізованих СТО та приватних майстерень. З метою знижен-

ня вартості цінової політики послуг необхідно звертати увагу на енергозатратність і провести енергоаудит, витрати на дефектовку і т.д.

В період сучасної епідеміологічної ситуації необхідно звертати увагу на диджиталізацію бізнес-послуг, розробляти маркетингові стратегії, що носять онлайн характер.

### **1.3 Аналіз організації робіт обслуговування та поточного ремонту автомобілів**

Працездатність і справність автомобілів змінюється в процесі їх експлуатації. Під час експлуатації її автомобіля біля відбуваються порушення різних регулювань а також змінюється значення параметрів що характеризують їх технічний стан. Такими параметрами ми є різні величини і які характеризують знос поверхонь деталей зазори в спряження та ін.

Сервісне обслуговування автомобілів на станції технічного обслуговування здійснюється відповідно до діючої нормативно-технічної документації. Одним із видів такої документації її є сервісна книжка автомобіля від заводу-виробника. Згідно цієї документації визначається періодичність регламентних робіт з обслуговування різних систем автомобіля.

Заводи виробники визначають періодичність виконання робіт більшості для еталонних умов експлуатації. Тому певні значення нормативів періодичності змінюються в залежності від реальних умов експлуатації.

Експлуатація автомобілів індивідуальних власників має певні особливості [3, 21, 23, 37, 38]. Специфіка виконання робіт обслуговування чи ремонту таких автомобілів полягає в тім що індивідуальні власники звертаються за послугами на станцію технічного обслуговування не систематично. Таким чином можна виділити основні особливості обслуговування індивідуальних автомобілів:

- в більшості випадків виконання обслуговування і ремонту індивідуальних автомобілів здійснюються на основі заявки власників
- також можливе самообслуговування автомобілів

- станція технічного обслуговування Необов'язково може мати закріплених клієнтів цієї станції. Частина клієнтів можуть бути випадковими
- нормативно-технічна документація регламентує періодичність виконання обслуговування для всіх автомобілів, Львів але індивідуальні власники не несуть відповідальності за виконання цих вказівок, тому обслуговування автомобілів здійснюється із порушенням вимог щодо періодичності виконання робіт
- власник індивідуальних автомобілів має право виконувати вибіркові роботи обслуговування чи поточного ремонту
- індивідуальним автомобілем не виконується капітальний ремонт. Може виконуватися тільки ремонт окремих агрегатів автомобіля

Для виконання робіт обслуговування та поточного ремонту автомобілів на станції технічного обслуговування призначена зона технічного обслуговування і поточного ремонту. В зоні технічного обслуговування і поточного ремонту виконуються роботи сервісного обслуговування в гарантійний та після-гарантійний період. Окрім цього надаються послуги індивідуальним власникам автомобілів білі які звертаються на станцію технічного обслуговування випадково за потребою.

Сервісне обслуговування та роботи поточного ремонту можуть включати в себе досить широкий спектр робіт. В більшості це роботи пов'язані із розбиранням та складанням різних агрегатів вузлів і систем автомобіля. Окрім цього при виконанні сервісного обслуговування виконується заміна несправних елементів автомобіля. Досить важливим видом робіт є діагностичні роботи, які виконуються при зверненні клієнта на станцію технічного обслуговування. Метою діагностичних робіт є визначення дійсного технічного стану автомобіля на даний момент часу. На основі такої діагностичної інформації визначається перелік робіт які необхідно виконати для даного автомобіля і таким чином визначається вартість робіт яка доводиться до клієнта.

Всі роботи сервісного обслуговування виконуються в певній послідовності. Це послідовність дотримується від моменту приїзду клієнта на станцію тех-



нічного обслуговування і до моменту Коли автомобіль передається власнику після виконання необхідних робіт. схема технологічного процесу виконання сервісного обслуговування автомобілів на станції технічного обслуговування приведена на рисунку 1.4.

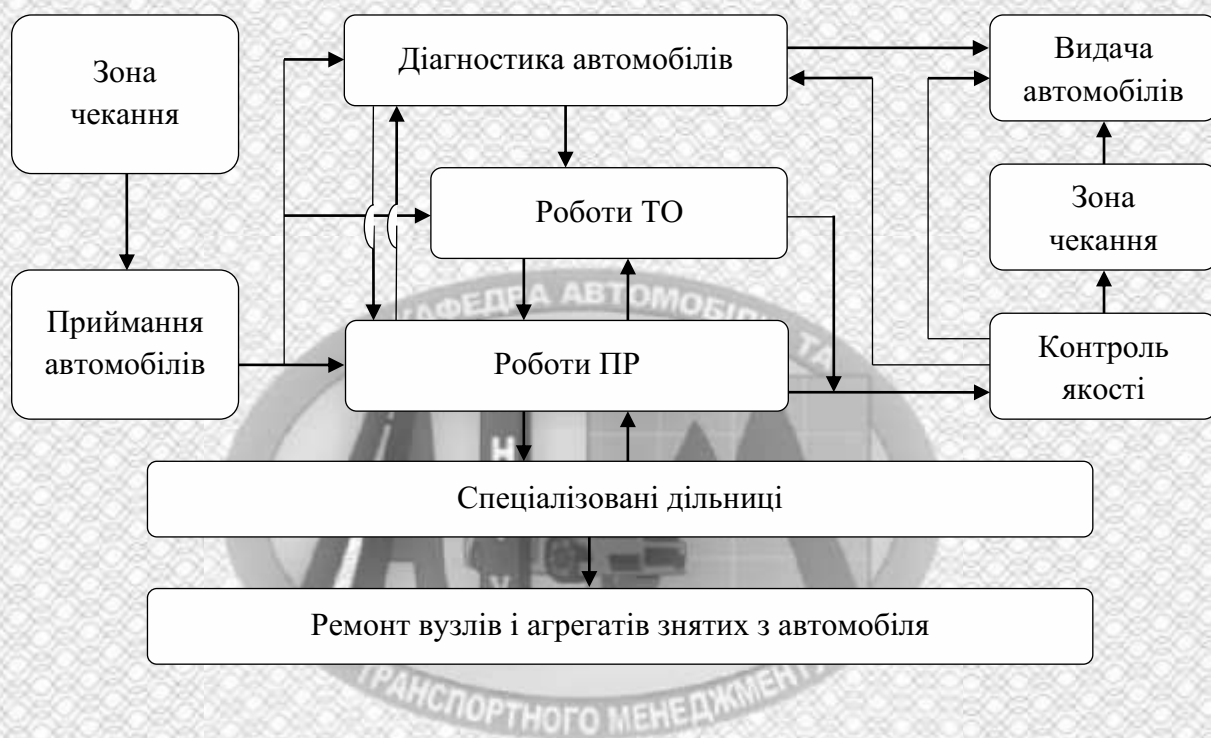


Рисунок 1.4 – Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО

Після звернення клієнта на станцію технічного обслуговування автомобілів поступає в зону чекання. З цієї зони автомобіль переходить в зону приймання автомобілів де виконується комплекс робіт пов'язаний із визначенням технічного стану автомобіля та обсягу робіт який необхідно виконати для цього автомобіля. Якщо технічний стан автомобіля неможливо визначити простими способами то автомобіль направляється в зону діагностики, де визначається його технічний стан із застосуванням спеціалізованого діагностичного обладнання та різноманітних діагностичних приладів. Діагностування автомобілів перед виконанням робіт обслуговування чи поточного ремонту здійснюється за необхідності у тому випадку коли в автомобілі є певні несправності які неможливо визначити без застосування спеціалізованого обладнання.

Після виконання діагностичних робіт і визначення чіткого переліку робіт обслуговування чи поточного ремонту автомобіль направляється у відповідну зону технічного обслуговування чи зону поточного ремонту. В зоні технічного обслуговування і поточного ремонту виконуються постові роботи біля автомобіля. Такі роботи включають в себе всі необхідні операції які треба виконувати безпосередньо біля автомобіля на постах технічного обслуговування і поточного ремонту. Постові роботи обслуговування і поточного ремонту не передбачають розбирання окремих агрегатів чи вузлів автомобіля. В більшості випадків ці роботи зводяться до заміни несправних елементів автомобіля. Також на постах технічного обслуговування виконуються роботи з підтримання працездатності автомобіля. До таких робіт відносять мастильні роботи, регулювальні роботи, кріпильні роботи та інші роботи передбачені сервісною документацією.

Якщо під час виконання посадових робіт обслуговування чи поточного ремонту виявлено що окремий агрегат механізм чи вузол автомобіля несправний їй необхідність в його розбиранні, то такий елемент знімається з автомобіля і відправляється в спеціалізовані ремонтні дільниці.

Спеціалізовані ремонтні дільниці оснащені відповідним технологічним обладнанням яке дає можливість виконати розбирання відповідного агрегата автомобіля. Після розбирання виконується дефектування всіх деталей даного агрегату. Деталі які не підлягають відновленню замінюються новими. Деталі які можна відремонтувати відновлюються різноманітними доступними способами. Після цього виконується комплектація всіх деталей даного агрегату і виконується збирання агрегата. Таким чином після виконання ремонтних робіт у спеціалізованих ремонтних дільницях агрегат знову направляється в зону технічного обслуговування і поточного ремонту Де встановлюється на автомобіль.

Після завершення робіт поточного ремонту чи обслуговування і виконання всіх запланованих операцій виконуються роботи перевірки якості. Після чого автомобіль направляється в зону чекання. Після звернення клієнта автомобіль передається власнику автомобіля.

Досить важливою є раціональна організація виконання робіт з технічного

обслуговування і поточного ремонту індивідуальних автомобілів.

Раціональна організація технологічних процесів являє собою дотримання певної послідовності робіт. Така послідовність забезпечує мінімальні витрати а також підвищує якість виконання цих робіт.

Як було зазначено вище клієнт станції технічного обслуговування має право замовити будь-який вибірково комплекс робіт з обслуговування чи поточного ремонту. Отже організація робіт на станції технічного обслуговування повинна бути гнучкою і могла в будь-який момент часу підлаштуватися під запити клієнта.

Для можливості забезпечення Запитів клієнтів на станції технічного обслуговування складені характерні варіанти які поєднують певні комплекси робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту а також окремі їх види:

- комплекс 1 - передбачає виконання технічного обслуговування в повному обсязі. В цьому випадку автомобілів виконуються всі регламентні роботи обслуговування передбачені сервісною документацією;
- комплекс 2 - передбачає виконання вибірково робіт технічного обслуговування. У цьому випадку автомобілів виконуються тільки ті роботи обслуговування чи поточного ремонту які узгоджені із власником автомобіля;
- комплекс 3 - передбачає виконання технічного обслуговування в повному обсязі і частково виконання робіт поточного ремонту. Роботи поточного ремонту узгоджується із власником автомобіля. Ці роботи ти можуть виконуватися в зоні поточного ремонту, а за необхідності можуть використовуватися спеціалізовані ремонтні дільниці;
- комплекс 4 - передбачає виконання вибірково робіт як з технічного обслуговування так і з поточного ремонту. Перелік робіт які необхідно виконувати визначається на основі діагностування та узгоджується із власником автомобіля;
- комплекс 5 - передбачає виконання робіт які визначені тільки в результаті діагностування. Перелік робіт встановлюється на основі заключення про технічний стан після виконання діагностичних робіт;

- комплекс 6 - передбачає виконання робіт поточного ремонту за заявкою власника автомобіля. Виконуються роботи ти заявлені власником автомобіля у відповідності з технологічною документацією виконання цих робіт.

Роботи технічного обслуговування і поточного ремонту на постах можуть виконуватися різними методами. Пости технічного обслуговування і поточного ремонту можуть бути універсальними і спеціалізованими, також пости поділяються на тупикові і проїзні.

В зоні технічного обслуговування і поточного ремонту окремі пости є універсальними а окремі пости спеціалізовані відповідно до тих робіт які на них повинні виконуватися.

Поточний ремонт автомобілів також може виконуватися двома методами - індивідуальним методом та агрегатного вузловим методом. Для автомобілів індивідуальних власників більше підходить індивідуальний метод ремонту. При такому методі ремонту агрегати вузли і механізми зняті з автомобіля ремонтуються і після ремонту знову встановлюються на цей автомобіль. Агрегатний метод ремонту передбачає має заміну несправного елемента на той який відремонтований раніше і знаходиться на складі в обмінному фонді. Для індивідуальних автомобілів такий метод не є прийнятним з причини того що на новий автомобіль може бути встановлений старий агрегат або на автомобіль з досить великим пробігом може встановлюватися новий агрегат.

#### **1.4 Основні висновки і задачі проектування**

Метою даної роботи є підвищення ефективності організації робіт обслуговування і поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Виконати аналіз діяльності станції технічного обслуговування, аналіз і дослідження ринку послуг та аналіз організації робіт з обслуговування і ремон-

ту автомобілів на підприємстві.

2. Проаналізувати фактори які впливають на ефективність функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів, визначити основні параметри які впливають на ці фактори.

3. Обґрунтувати і запропонувати науковий підхід щодо удосконалення організації її робіт в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту, а саме оптимізації кількості робочих постів обслуговування та оптимізації оборотного фонду запасних частин.

4. Базуючись на теорії масового обслуговування розробити алгоритм практичної реалізації визначення оптимальної кількості робочих постів в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту



## РОЗДІЛ 2

### ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ

#### 2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних

Для прикладу визначимо параметри функціонування зони ТО і ПР міської СТО із загальною кількістю постів 5 і кількістю автомобіле-заїздів в рік – 1420. На рис. 2.1 показана блок-схема виконання розрахунків трудомісткості робіт ТО і ПР на СТО.

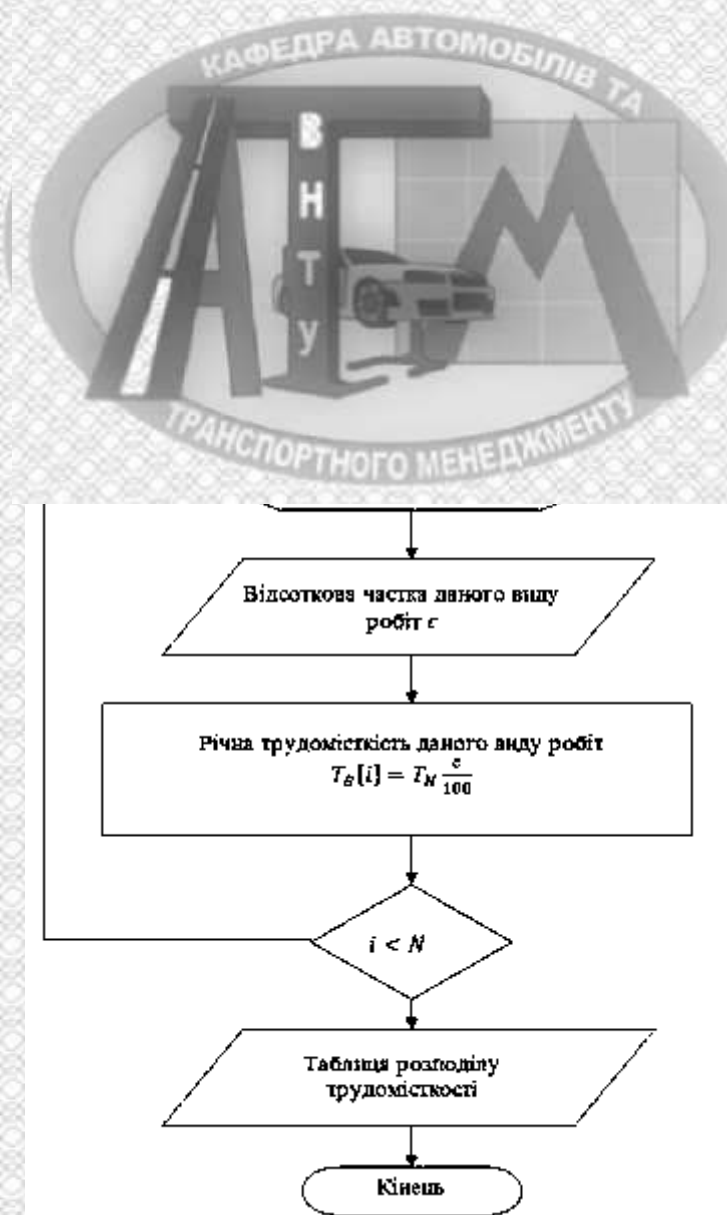


Рисунок 2.1 – Блок-схема розрахунків трудомісткості робіт ТО і ПР

В якості програмного продукту можуть бути вибрані електронні таблиці Microsoft Office Excel або програмні середовища Delphi чи Microsoft Visual Studio з мовами програмування Pascal та C++ відповідно.

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:  $X_{п-існ}^{СТО} = 9$ .

Визначимо кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО, статистичним способом. Згідно з статистичними даними за минулий рік було зареєстровано  $N_{ТО і ПР}^p = 3420$  (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:

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

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

$$A_{\text{авт}} = \frac{3420}{2} = 1710 \text{ (авт.)}.$$

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.	9
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів	3420
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
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	$A_{\text{авт}}$	авт.	1710
в тому числі: - автомобілів I групи:	$A_{\text{авт}}^{\text{I}}$	авт.(%)	376



Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
- автомобілів II групи:	$A_{\text{авт}}^{\text{II}}$	авт.(%)	718
- автомобілів III групи:	$A_{\text{авт}}^{\text{III}}$	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	$D_{\text{р}}$	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:

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

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):

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

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

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

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;

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

$T_{\text{а-к}}$  – 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:

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

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:

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

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

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

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

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

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, прибирально-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 автомобілів	$T_{\text{ТО і ПР}}$	люд.-год	8037	17649	17775	43461,7
Роботи приймання і видачі	$T_{\text{п в}}$	люд.-год	169,2	430,8	462	1062

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Роботи антикорозійної обробки	$T_{ак}$	люд.- год	—	—	—	5130
Всього робіт СТО	$T_{\Sigma}$	люд.- год	—	—	—	52971,7

Основну частину загальної трудомісткості робіт на СТО займають роботи ТО і ПР автомобілів  $T_{ТО і ПР}$ , 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:

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

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

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

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

Величина  $C_{в.р}$  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  $P_{я}$ , потрібну для виконання добової виробничої програми, і штатну чисельність  $P_{шт}$ , 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:

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

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 ділянці, 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  $\Phi_{\text{в.р.}}$  залежить від кількості днів основної та додаткової відпусток та кількості пропусків по хворобі та інших поважних причинах:

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

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

$D_{\text{пов}}$  – 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 місяця, год	Фонд часу робітника, год
				$\Phi_{\text{р.м.}}$	$\Phi_{\text{в.р.}}$
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 місяця 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. Ре-

зультати 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.), прибирально-мийних постів без застосування механізованих мийних установок, постів приймання-видачі, антикорозійної обробки та передпродажної підготовки автомобілів визначається за формулою:

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

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

$K_H$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів;

$D_p$  – число днів роботи СТО, дні;

$c$  – число робочих змін протягом доби;

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

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

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

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку кількості постів СТО

Показник	Ум. по-зн.	Вид робіт		
		ТО і ПР	прибирання і миття	приймання-видачі
Коефіцієнт нерівномірності завантаження постів	$K_H$	1,15	1,15	1,15
Одночасно працюють на посту, чел	$P_{п}$	2	2	1
Коефіцієнт використання робочого часу	$\eta_{п}$	0,95	0,95	0,95

Кількість постів робіт технічного обслуговування в повному обсязі:

$$X_i = \frac{6549,27 \cdot 1,15}{305 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,95} = 1,85$$

Для інших робіт кількість постів визначається аналогічно.

Трудомісткість робіт ТО і ПР автомобілів розподіляємо згідно з ОНТП-01-91 за видами робіт. Кожний вид робіт у свою чергу поділяється за місцем їх виконання на постові і дільничні. Розрахункові показники для кожного виду робіт ТО і ПР зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Розрахункові показники робіт ТО і ПР автомобілів на СТО

Вид робіт	Розподіл за місцем виконання											
	Розподіл за видами робіт, люд.-год		Постові роботи					Дільничні роботи				
			Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		К-сть постів	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		
	%	$T_{ТО і ПР}^i$	%	$T_{ТО і ПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$	$X_{ТО і ПР}^i$	%	$T_{ТО і ПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Роботи ТО і ПР автомобілів:												
контрольно-діагностичні (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	–	–	–	–	

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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 виробничих підрозділів на СТО

Технологічну організацію виробничих підрозділів проведемо на основі розрахункових показників кожного виду робіт ТО і ПР в такій послідовності:

1. Визначаємо види постових і дільничних робіт ТО і ПР, які будуть виконуватись на підприємстві, і види робіт, які будуть виконуватися на дільницях ПР і роботи, які будуть виконуватись в зонах ТО і ПР.

2. Проведемо об'єднання різні види дільничних робіт ПР, які схожі за технологією виконання та доцільні для виконання в одному приміщенні в одній дільниці.

3. Проведемо об'єднання постів ТО і ПР автомобілів в виробничі підрозділи за призначенням.

4. Визначаємо загальний перелік необхідних підрозділів для виконання всіх видів дільничних і постових робіт ПР, а також проведемо внутрішній роз-

поділ кожного підрозділу по видах робіт, які будуть в них виконуватись.

5. Визначимо загальну схему виконання робіт по ТО і ПР автомобілів на підприємстві, методи виконання технічного обслуговування та поточного ремонту та загальний технологічний процес виконання робіт в в зоні ТО і ПР.

Результати формування виробничих підрозділів дільничних і постових робіт ТО і ПР заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Виробничі підрозділи СТО

Виробниче приміщення	Перелік робіт	Трудо- місткість, люд.-год	Чисельність робітників, чол.		К-сть постів
		$T_{\text{ТО і ПР}}$	$P_{\text{я}}$	$P_{\text{ш}}$	$X_{\text{ТО і ПР}}^i$
Зона ТО і ПР	Постові роботи: - контрольно-діагностичні; - ТО в повному обсязі; - мастильні роботи; - регулювальні роботи - антикорозійна обробка кузова - приймання видача автомобілів	24329,78	11	12	8
Пост прибирання і миття автомобілів	- прибирання і миття автомобілів	708	1	1	1
Зона кузовних робіт	- кузовні роботи	8149,09	4	4	3
Ремонтно-механічна дільниця	Дільничні роботи: - ремонт вузлів, систем і агрегатів; - електротехнічні роботи; - роботи за системою живлення	1782,18	1	1	-
На підприємстві не виконуються	Дільничні роботи: - акумуляторні роботи; - шиноремонтні роботи;	1390,78	-	-	-

Перелік послуг, які надає дане СТО своїм клієнтам не включає в себе роботи, пов'язані з ремонтом шин та акумуляторних батарей. В зоні ТО і ПР розташовано 8 постів, на яких виконуються всі передбачені роботи з обслуговування та ремонту автомобілів.

## **2.6 Організація робочих місць в зоні ТО і ПР**

Організація робочих місць у зоні ТО і ПР проводиться на основі прийнятої кількості постів ТО і ПР, вибраної форми організації і методу виконання робіт та загального виробничого процесу у цьому підрозділі. Послідовність організації робочих місць постових робіт ТО і ПР описана нижче.

1. Кількість постів у зоні ТО і ПР становить вісім постів. Необхідно розділити весь обсяг робіт ТО і ПР між постами. В зоні ТО і ПР п'ять постів прийняті як універсальні (однотипні). Всі роботи, незалежно від їх видів, розподіляються порівну між цими постами. Ще один пост – спеціалізований як діагностичний та для обслуговування автомобільного двигуна. Хоча цей пост також обладнаний електромеханічним підіймачем і на ньому можуть виконуватись різні роти. Один пост обладнаний короткоходовим підіймачем та обладнанням для регулювання кутів керованих коліс автомобіля та діагностування геометрії кузова автомобіля. Один пост, який розташований в зоні ТО і ПР має окремий заїзд. На цьому посту виконуються роботи з огляду та приймання автомобілів від власників, а також роботи антикорозійної обробки автомобілів, як окремої послуги. Таким чином в зоні ТО і ПР прийнятий змішаний спосіб розподілу, частина постів – універсальні і один пост спеціалізований.

2. Попередньо скласти відомість технологічного обладнання і виконати попереднє планування зони ТО і ПР.

3. Визначити кількість і розташування робочих місць, а саме:

- робочі місця у межах кожного поста (зверху, знизу і збоку автомобіля), на яких виконують роботи безпосередньо з автомобілем. На цих робочих місцях можуть застосовувати пересувне технологічне обладнання (наприклад, пересувний пост мастильно-заправних робіт, гайковерт та ін.), тому, безпосеред-

ньо біля кожної одиниці такого обладнання, робочі місця не передбачають і воно може використовуватись на декількох постах;

- робочих місць поза межами постів в зоні ТО і ПР не має. Приміщення зони ТО і ПР з'єднане з ремонтно-механічною дільницею, де виконуються ремонтні роботи з розташуванням відповідних робочих місць.

4. Визначити перелік і обсяги робіт, які планується виконувати на кожному робочому місці (у межах кожного поста і поза ними). При цьому можна користуватись розробленими типажми зон ТО і ПР.

5. Виходячи з обсягу робіт, визначити розрахункову кількість робітників на кожне робоче місце (аналогічно визначенню чисельності робітників для окремих видів робіт). При розподілі робітників між постами і робочими місцями необхідно врахувати те, що один робітник може бути закріпленим як за одним постом, так і виконувати окремий вид робіт на декількох постах.

Таблиця 2.8 – Організація робочих місць ТО і ПР

Номер поста	Номер робочого місця	Місце виконання	Вид робіт на робочому місці, агрегати і системи, які обслуговуються
1	2	3	4
1-5	1	Зверху автомобіля	ТО і ПР системи живлення. Електротехнічні роботи. ТО і ПР двигуна та його систем.
	2	Знизу автомобіля	ТО і ПР двигуна, трансмісії, рульового керування. ПР ходової частини, гальмівної системи. Додатково роботи з обслуговування інших систем.
	3	Збоку автомобіля	ТО і ПР гальмівної системи, ходової частини, шинні роботи. Додатково роботи з обслуговування інших систем.
6			Діагностування автомобіля із застосуванням комп'ютерного діагностичного обладнання. При необхідності виконання робіт ТО і ПР, аналогічних постам 1-5.



Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4
7			Діагностування та регулювання кутів керованих коліс автомобіля
8			Приймання і видача автомобілів. Антикоровійна обробка кузова автомобілів

Технологічне обладнання – являє собою оснастку виробничих зон АТП і СТО, призначенням якої є механізація технологічних процесів ТО і Р РС автомобільного транспорту.

Обладнання для проведення робіт на постах зон ТО, ПР, діагностики, а також для дільниць і цехів АТП, приймається у відповідності з технологічною необхідністю, виходячи з умов забезпечення технологічного процесу виконання робіт по ТО або ПР.

Все обладнання необхідно поділити на три групи:

- основне технологічне обладнання (верстати, стенди, діагностичне, піднімально-оглядове, піднімально-транспортне і т.д.);
- технологічну оснастку (верстаки, столи, шафи, стелажі і т.д.);
- пристрої та інструменти (спеціальні пристрої, спеціалізовані комплекти інструментів, універсальні інструменти і т.д.).

Прийняте технологічне обладнання зводимо в таблицю 2.9.

Таблиця 2.9 – Відомість технологічного обладнання

Но- мер поста	Номер робо- чого місця	Обладнання, прилади, пристрої, інструмент	Мо- дель, тип	К- сть, шт.	Габари- тні розмі- ри, мм	Площа, м <sup>2</sup>		По- туж- ність, кВт
						Оди- ниці	За- га- льн а	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Підйомно-транспортне та підйомно-оглядове обладнання								
1-5	1,2,3	Підіймач електромеханічний	ПЕМ-4,5	5	—	—	—	6,6

Продовження таблиці 2.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Основне технологічне обладнання та прилади</b>								
6	1	Мотор-тестер	MT-800	1	550×600	0,33	0,33	0,25
7	1	Стенд геометрії ходової частини і кузова автомобіля	RAV TD 5080	1	980 x 940	0,92	0,92	0,7
1-5	2	Підіймач-візок для зняття і установки агрегатів	—	2	1170 x 730	0,85	1,7	—
1-5, 8	1	Пересувний пост електрика	—	2	1100 x 600	0,66	1,32	—
1-5	1, 3	Пересувний пост мастильних робіт	—	2	1200×800	0,96	1,92	—
1-5, 8	1,2,3	Пересувний пост слюсаря-авторемонтника	—	5	700 x 500	0,35	1,75	—
<b>Організаційна оснастка та допоміжне обладнання</b>								
1-8		Верстак слюсарний	—	1	1200×700	0,84	0,84	—
1-8		Стелаж-вертушка для кріпильних деталей	—	1	D 700	0,38	0,38	—
1-8		Шафа для інструменту	—	1	800×400	0,32	0,32	—
1-8		Бак для зливу моторного масла	—	1	500×600	0,3	0,3	—
1-8		Бак для зливу трансмісійного масла	—	1	500×600	0,3	0,3	—
1-8		Ящик для відходів	—	2	500×500	0,25	0,25	—
1-8		Ящик для обтиральних матеріалів	—	1	500×500	0,25	0,25	—

## РОЗДІЛ 3

### ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ

#### 3.1 Формування потоку відмов автомобілів

Найбільш важливою умовою підтримання певного рівня надійності автомобілів є призначення оптимальних режимів технічного обслуговування в процесі експлуатації. Це трудомісткість окремих операцій, періодичність та перелік і види обслуговування.

Оптимальним є такий режим, який забезпечує мінімальні витрати коштів на ТО і ремонт та надійну роботу автомобіля.

Профілактичні роботи включають контрольні-діагностичні, регульовальні, кріпильні, мастильні, електротехнічні, та інші роботи. Після певного пробігу в обов'язковому порядку виконують контрольні-діагностичні роботи, а всі інші за потребою - після контрольні-діагностичних робіт. Отже, періодичність ТО визначається періодичністю контрольні-діагностичних робіт автомобілів, яка є основним питанням при обґрунтуванні режимів профілактичних робіт.

Внаслідок випадкового характеру виникнення його відмов періодичність контрольні-діагностичних робіт пов'язана з надійністю окремих агрегатів і вузлів автомобіля в заданих умовах експлуатації.

За модулями фізичних процесів руйнування оцінюють надійність елементів автомобілів в такій послідовності:

- 1) визначають особливості експлуатації та спектри навантажень за складеною функціональною моделлю автомобіля;
- 2) для моделей які призводять до граничних станів і відмов розробляють моделі фізичних процесів руйнування;
- 3) граничні стани складових частин автомобілів оцінюються можливістю їх досягнення;
- 4) за критеріями відмов і граничними станами класифікують складові ча-

стини автомобіля. Поділяють на групи, які відмовляють або досягають граничних станів. Для кожної групи вибирають методи розрахунку;

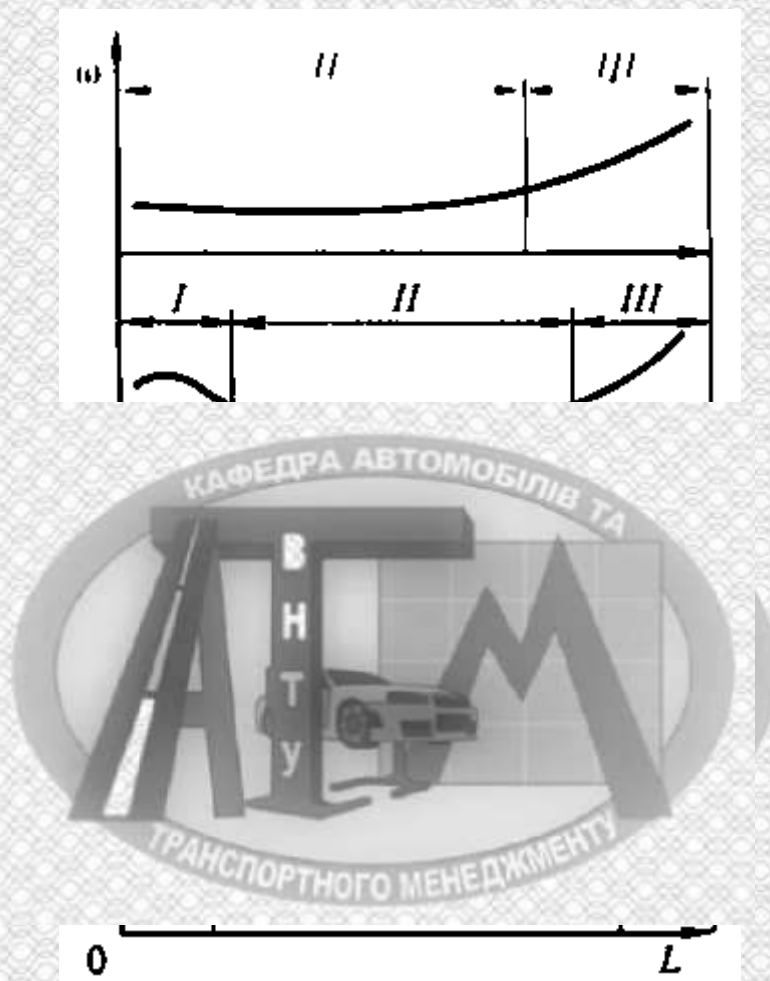
5) за найбільш несприятливої взаємодії умов експлуатації та інших чинників виконують детерміновані розрахунки. Якщо при цьому граничні стани або відмови не досягаються в межах заданого напрацювання, то не враховують і виключають із структурної схеми відповідну частину в розрахунку надійності автомобіля;

б) показники надійності складових частин визначають ймовірнісними методами, якщо для них досягаються граничні стани.

Проблему оптимізації технічного обслуговування можна розглядати в різних аспектах. Оптимізувати періодичність технічного обслуговування досить складно. Обов'язково необхідно враховувати надійність автомобіля. В будь-якому випадку треба враховувати склад профілактичних робіт. Цій проблемі присвячено досить велику кількість досліджень. Такі роботи виконувались автомобільними заводами, підприємствами автомобільного транспорту, науково-дослідними організаціями. Всі виконані дослідження покладені в основу планово попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Така система передбачає обов'язкове виконання профілактичних робіт та виконання ремонтних робіт за потребою.

Період експлуатації автомобіля можна поділити на окремі частини які характеризують певні етапи. Першим етапом є припрацювання, другий етап визначає нормальну експлуатацію, а третій етап передбачає інтенсивне спрацювання. Кожен з цих періодів характеризується різними значеннями появи несправностей та відмов що визначає різні значення параметра потоку відмов. Параметр потоку відмов має найбільше значення на етапі інтенсивного спрацювання. Таким чином, періодичність технічного обслуговування визначається для автомобіля в цілому і для кожного його агрегату чи системи окремо, враховуючи періоди його експлуатації. Період припрацювання характеризується появою відмов внаслідок технологічних або конструктивних недоліків. Під час періоду нормальної експлуатації відмови з'являються рідше. Як правило це ра-

птові відмови. Закономірність зміни параметра потоку відмов зображена на рисунку 3.1



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

Рисунок 3.1 – Зміна параметра потоку відмов автомобілів

Оптимальна періодичність контрольно-діагностичних робіт може бути визначена за певними критеріями, які характеризують експлуатаційну надійність автомобіля. Такими критеріями перш за все є імовірність безвідмовної роботи. Також ж до цих критеріїв відносять параметр потоку відмов і середнє напрацювання на відмову. Вибрані критерії характеризують надійність автомобіля враховуючи багато конструктивних, експлуатаційних та технологічних

чинників. При цьому враховуються певні умови експлуатації.

Врахування критерію імовірності безвідмовної роботи. В період нормальної експлуатації автомобіля можна допустити щоб потік відмов характеризується ординарністю і стаціонарністю (рис. 3.2).

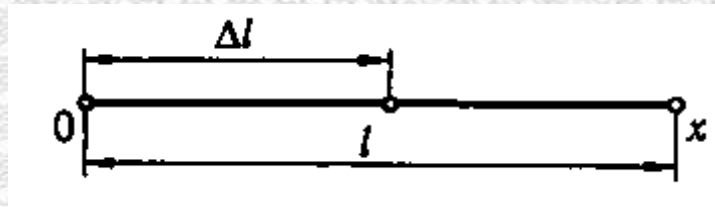


Рисунок 3.2 – Схема виникнення відмов автомобіля

Застосовуючи теорему про повторення досліди і беручи до уваги ці властивості, можна довести, що ймовірність виникнення відмови на окремому відрізку виражається формулою (закон Пуассона)

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

Для визначення параметрів потоку відмов  $\omega$  можна скористатися формулою. Така формула передбачає є відношення імовірності появи відмови за певний інтервал пробігу  $\Delta l$  до величини цього інтервалу:

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

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

Сума ймовірностей  $P_1(l, \Delta l) + P_{>1}(l, l + \Delta l)$  - це ймовірність появи щонайменше однієї відмови за інтервал пробігу  $l, l + \Delta l$ .

Імовірність:

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

де  $P_0(l, \Delta l)$ —ймовірність того, що відмова не появиться за інтервал пробігу  $l, l + \Delta l$ . Для ординарного потоку відмов

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

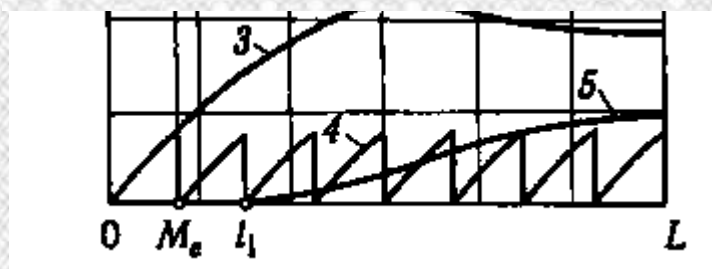
Для параметра потоку відмов рівняння одинарних потоків має вигляд:

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

Характерним виразом (



начати за проведенням 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

Оптимальна періодичність технічного обслуговування може бути вибрана на основі аналізу цих характеристик. вона визначається медіанним значенням  $M_e$  відрізка  $0l_1$ . Імовірність появи більше однієї відмови на цьому відрізку дуже низька, майже рівна нулю.

Можна допустити що кількість відмов за визначений інтервал пробігу може бути визначена на основі закону рідкісних подій Пуассона. Таке припущення має місце під час нормальної експлуатації при визначенні періодичності технічного обслуговування. Якщо окремі елементи автомобіля характеризується експоненціальними функціями надійності, тобто якщо  $P(l) = e^{-\omega l}$ , де  $\omega = \text{const}$ . Якщо кількість елементів в автомобілі досить велика, то правомірно стверджувати що відповідно до граничної теореми Пальма при будь-яких функціях надійності виконуються приведенні умови. Слід зазначити, що в окремих вузлах та агрегатах автомобіля змінних елементів невелика кількість. Для таких елементів функції надійності дещо відрізняються від експоненціальних.

Якщо окремі елементи автомобіля об'єднані в один складний елемент то при цьому вважається що цей складний елемент виходить з ладу за умови поломки окремих його складових елементів. В таких випадках бажано враховувати розподіл кількості відмов за законом Пуассона. Спершу необхідно визначити функцію, що є імовірністю певної кількості відмов на окремому інтервалі пробігу для визначених агрегатів чи вузлів автомобіля. Кожен такий агрегат може складатися з певної кількості елементів.

$$R_n \approx H(n, a) + \varepsilon \delta^2 H(n, a), \quad (3.6)$$

де  $a$  — математичне сподівання.

Пуассонівське наближення для ймовірності, що визначається характеризує перший доданок виразу. Другий доданок виразу характеризує поправку до цього наближення. Врахування відхилення дисперсії визначає множник. Це дисперсія кількості відмов відповідно до пуассонівського потоку.



Значення функцій  $H(n, a)$  і  $\varepsilon \delta^2 H(n, a)$  табульовані.

Множник

$$\varepsilon = \frac{1}{2}(D - a), \quad (3.7)$$

де  $D$  — дисперсія кількості відмов в інтервалі пробігу  $(u, u+1)$  (рис. 3.4).

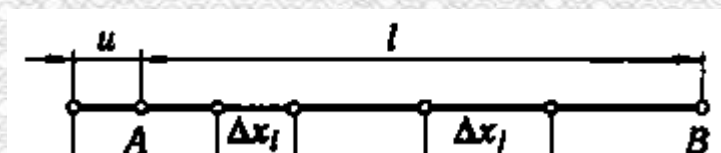


Рисунок 3.

Множник

- для елементів:



ментів:

$$\varepsilon(l, u) \approx -\frac{a^2(l, u)}{2K}; \quad (3.8)$$

- для елементів з раптовими відмовами:

$$\varepsilon(l, u) \approx -\frac{a^2(l, u)}{2K} \left( \frac{\omega_0}{\omega_1(u)} - 1 \right), \quad (3.9)$$

де  $\omega_0, \omega_1(u)$  — параметри потоку відмов початковий і в інтервалі  $u$  відповідно.

Після визначення функцій  $R_n(l, u)$  можна визначити характеристики експлуатаційної надійності і ненадійності:

$$P_0 = 1 - R_1 \quad (3.10)$$

$$P_n = R_n - R_{n+1}, n > 0 \quad (3.11)$$

Для визначення періодичності технічного обслуговування в період припрацювання можна скористатися коригуванням періодичності на етапі нормальної експлуатації. Для цього необхідно порівняти параметри потоку відмов для кожного відповідного періоду.

Визначення періодичності обслуговування в періоді інтенсивного спрацювання має певні особливості. Функції  $H(n, a)$  і  $\varepsilon \delta^2 H(n, a)$  стають наближеними до відповідних функцій при нормальному розподілі. Для визначення характеристик експлуатаційної надійності можна скористатися такими формулами:

$$R_m \approx F\left(\frac{m-a}{\sqrt{a}}\right) + \frac{\varepsilon}{a} \varphi'\left(\frac{m-a}{\sqrt{a}}\right) \quad (3.12)$$

$$P_n \approx \frac{1}{\sqrt{a}} \varphi \frac{\varepsilon}{a\sqrt{a}} \varphi''\left(\frac{n-a}{\sqrt{a}}\right), \quad (3.13)$$

де  $\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2}$ ;  $F(x)$ ,  $\varphi'(x)$ ,  $\varphi''(x)$  - відповідно інтеграл від  $-\infty$  до  $x$ , перша і друга похідні від функції  $\varphi(x)$ . Усі ці функції табульовані.

Кількість елементів в автомобілі або його окремому агрегаті впливає на близькість потоку відмов до пуассонівського потоку.

Якщо елемент автомобіля має раптові відмови то потік можна вважати пуассонівським в такому випадку:

$$\frac{K}{a} > 10 \left( \frac{\omega_0}{\bar{\omega}} - 1 \right) \text{ при } a \geq 1$$

$$\frac{K}{a} > 10 \left( \frac{\omega_0}{\bar{\omega}} - 1 \right) \text{ при } a < 1,$$

де  $\bar{\omega}$ — усталене значення параметра потоку відмов.

Якщо елементи мають поступові відмови ви або це складні елементи то потік відмов вважається пуассонівським в такому випадку:

$$\frac{K}{a} > 10 \text{ при } a \geq 1$$

$$\frac{K}{a} > 10 \text{ при } a < 1$$

Параметр потоку відмов досить просто визначати із статистичної обробки. виходячи з цього можна стверджувати що визначення періодичності технічного обслуговування за імовірністю безвідмовної роботи коти можна застосувати для спрощених розрахунків

Імовірність справного стану.

Для оцінювання надійності автомобіля краще користуватися поняттям імовірність справного стану. Така імовірність визначається протягом певного інтервалу роботи. Небажано використовувати поняття імовірність безвідмовної роботи.

В будь-який момент часу імовірність справного стану автомобіля в період нормальної експлуатації може бути визначена за формулою:

$$P_t = K_T + (1 - K_T) \exp \left[ -\frac{t}{K_T T_B} \right], \quad (3.14)$$

де  $K_T$ ,  $T_B$  — відповідно коефіцієнт готовності і час відновлення автомобіля. На основі цього виразу можна визначити характеристику експлуатаційної надійності (рис. 3.5).

Експлуатаційна надійність автомобіля оцінюють коефіцієнтом готовності. При цьому враховуються профілактичні роботи. Оптимальна періодичність технічного обслуговування може бути визначено відрізком осі абсцис. Такий від-

різок утворюється проекцією ординати на вісь абсцис. Ордината рівна прийнятому коефіцієнту готовності.

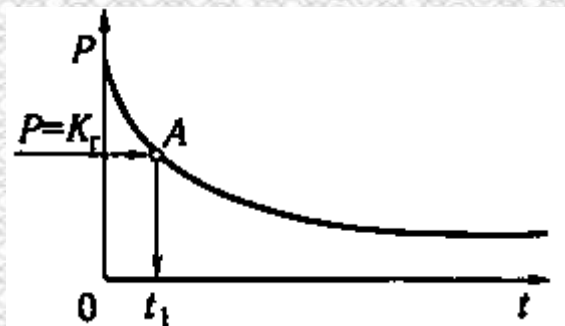


Рисунок 3.5 – Залежність періодичності обслуговування автомобіля від імовірності справного стану

Середнє напрацювання на відмову.

Окремі агрегати і системи автомобіля безпосередньо впливають на безпеку руху. Для таких систем періодичність технічного обслуговування може бути визначена за середнім напрацювання на відмову за такою формулою:

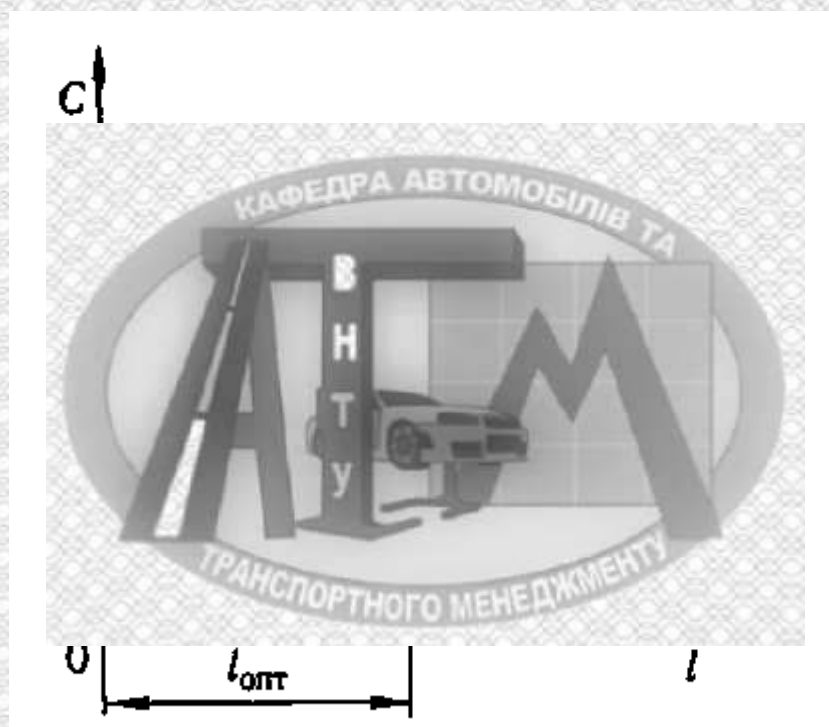
$$\omega_{cp} = \lim_{l \rightarrow \infty} \bar{\omega}(l) = \lim_{l \rightarrow \infty} \frac{1}{l} \int_0^l \omega(l_i) dl = \frac{1}{L}, \quad (3.15)$$

де  $\bar{\omega}(l)$  — усереднений параметр потоку відмов за певний пробіг.

Періодичність технічного обслуговування за середнім напрацювання на відмову можна визначити наступним чином. Перш за все необхідно визначити параметр потоку відмов. В окремих випадках застосування такого методу має певні обмеження. Такий метод дає найбільш прийнятні результати в тому випадку коли автомобіль який досліджується має досить досконалу конструкцію.

Техніко-економічний метод.

Визначення періодичності технічного обслуговування техніко-економічним методом передбачає врахування економічної доцільності виконання робіт. Економічна доцільність корегується технічними критеріями. До таких критеріїв можна віднести безпеку руху зручність і легкість виконання операцій технічного обслуговування та ін. Окрім економічних критеріїв техніко-економічний метод також враховує і технічні критерії.



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

Рисунок 3.6 – Залежність витрат на обслуговування і ремонт автомобіля від періодичності їх виконання

### 3.2 Обґрунтування оптимального обмінного фонду

Оптимальний обмінний фонд агрегатів вузлів та деталей автомобіля може бути визначений на основі теорії надійності. Для різних елементів автомобіля обмінний фонд може бути досить різним. Як приклад можна показати визначення обмінного фонду для одного з елементів ходової частини автомобіля - амортизатора.

При певних експлуатаційних витратах запасні частини можуть бути відсутніми. При цьому збільшується мінімальна тривалість простою автомобіля в черзі. Ця величина може бути критерієм при визначенні обмінного фонду. Для визначення критерію обмінного фонду необхідно враховувати два основних параметри. Це параметр потоку відмов та параметр потоку відновлення. Надійність автомобіля залежить від багатьох конструктивних технологічних та експлуатаційних чинників. Вибрані параметри оцінювання критерію обмінного фонду максимально характеризують такі чинники в певних умовах експлуатації.

Розмір обмінного фонду залежить від багатьох параметрів враховуючи індивідуальні особливості кожного автомобіля. Однією з таких особливостей є вік автомобіля.

Параметр потоку відновлення на будь-якому підприємстві можна вважати сталим протягом цілого року роботи. В осінньо-зимовий період параметр потоку відновлення дещо збільшується. Оптимальний розмір обмінного фонду:

$$A \geq \frac{Nn\omega}{\beta}, \quad (3.16)$$

де  $N$  - кількість однотипних автомобілів на підприємстві;  $n$  — кількість елементів обмінного фонду, які є на автомобілі;  $\omega$  — параметр потоку відмов.

Параметр потоку відмов можна визначити за такою формулою:

$$\omega = \frac{\Delta n_i}{N_i \Delta l_i}, \quad (3.17)$$

де  $\Delta n_i$  – кількість відмов за одиницю пробігу  $\Delta l_i$ .

Параметр потоку відновлення визначається за наступною формулою:

$$\beta = \frac{m}{n \Delta t}, \quad (3.18)$$

де  $m$  – кількість відремонтованих елементів;

$n$  – кількість елементів, що підлягають ремонту в інтервалі  $\Delta t$ .

Для прикладу можна визначити обмінний фонд для певної кількості автомобілів що обслуговуються на станції технічного обслуговування. Кількість автомобілів що обслуговуються на станції технічного обслуговування рівна 200.

Всі автомобілі розподілені на групи за пробігом за віком автомобіля: до 20 тис. км пробігу – 10% автомобілів, до 80 тис. км – 40%, понад 80 тис. км – 50%.

Результати обробки статистичних даних приведені на рисунку 3.7. Також на основі статистичної інформації визначений параметр потоку відновлення для ходової частини автомобіля. Ця інформація приведена на рисунку 3.8.

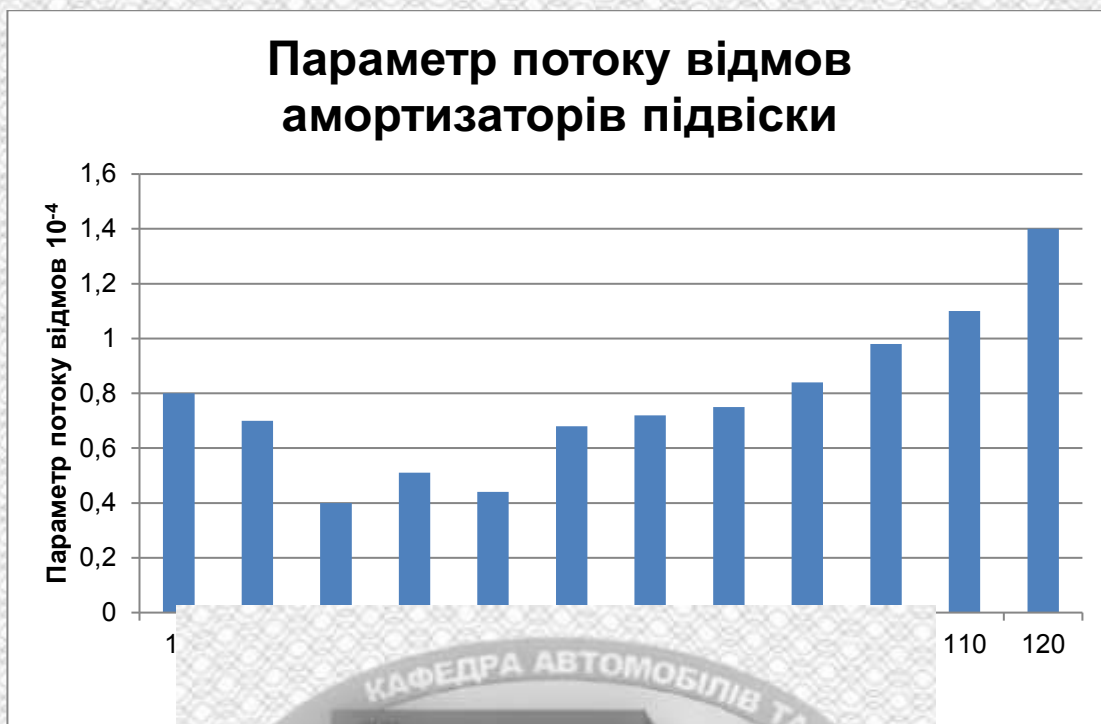


Рисунок 3.



іски

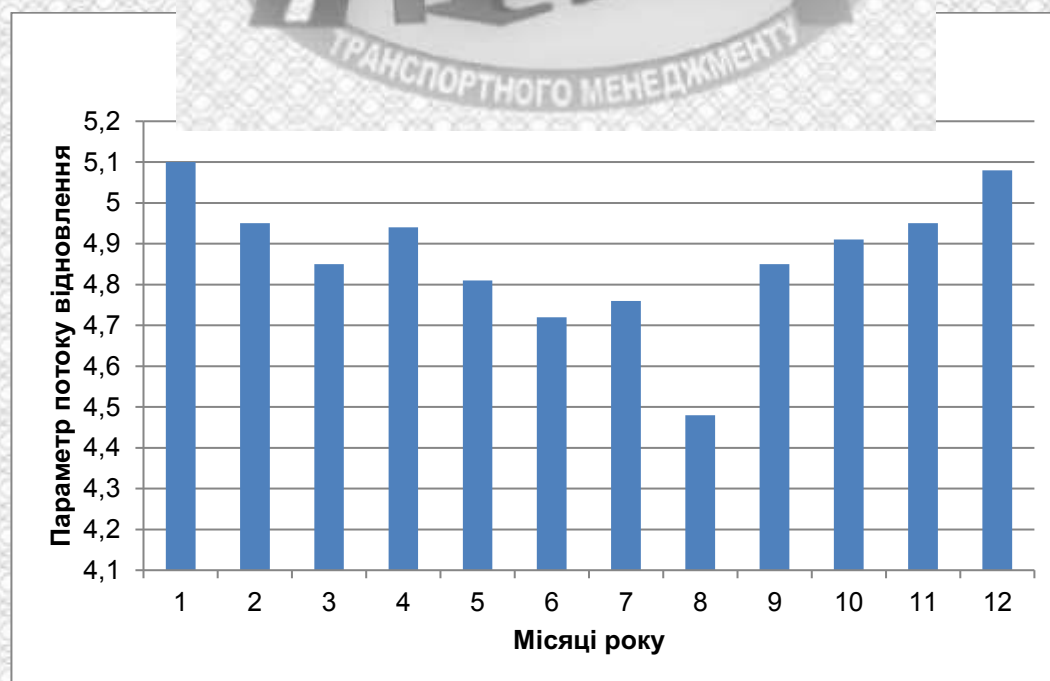


Рисунок 3.8 – Параметр потоку відновлення ходової частини



Аналіз графіка параметр потоку відмов дає підставу стверджувати що різні групи автомобілів перебувають в різних періодах експлуатації - в період припрацювання, в період нормальної експлуатації її та в період інтенсивного спрацювання.

Отже на основі виконаного аналізу визначено що для першої групи параметр потоку відмов становить  $0,8 \cdot 10^{-4}$  (максимальне значення); Друга група має значення  $0,47 \cdot 10^{-4}$  (цей період практично незмінний тому приймається середнє значення) і для третьої групи —  $1,47 \cdot 10^{-4}$  (максимальне значення). Визначимо середнє значення параметрів потоку відновлення для ходової частини. Таке значення становить – 4,8. В перерахунку на кілометр становитиме  $6 \cdot 10^{-4}$  (Середньомісячний пробіг автомобіля складає приблизно 1500 км).

Отримані значення можна підставити в рівняння (3.16). Аналізуючи результати підрахунків можна визначити що оптимальна кількість амортизаторів для обмінного фонду складає 9 штук (для автомобілів першої групи — 1 шт., другої — 3 шт., третьої — 5 шт.). Якщо пробіг автомобілів з початку експлуатації збільшується то обмінний фонд запасних частин необхідно коригувати. Оскільки параметр потоку відмов при цьому збільшується то і оборотний фонд необхідно змінювати в бік збільшення.

### **3.3 Організація ТО і ПР автомобілів як системи масового обслуговування**

Для підтримання роботоздатності транспортних засобів необхідно виконувати профілактичні та ремонтні роботи. Організація цих робіт має певні характерні особливості. Однією з таких особливостей є потік вимог. З часом змінюється потік вимог, змінюється трудомісткість виконання робіт та їх тривалість.

Для роботи з даними в таких умовах найбільш доцільною є застосування системи масового обслуговування (СМО). Це система яка передбачає змінні і випадкові моменти надходження вимог для виконання обслуговування автомо-

білів. Також випадковими є тривалість та трудомісткість операцій обслуговування

Методи теорії масового обслуговування можуть бути застосовані в в технічній експлуатації автомобілів. Такий підхід дає можливість оптимізувати кількість робочих постів або ліній технічного обслуговування чи поточного ремонту а також оптимізувати обмінний фонд запасних частин. Методи теорії масового обслуговування дають можливість знаходити найбільш оптимальні рішення в короткий час.

Структуру системи масового обслуговування можна показати у вигляді схеми. Вона м ано на рис. 3.9.

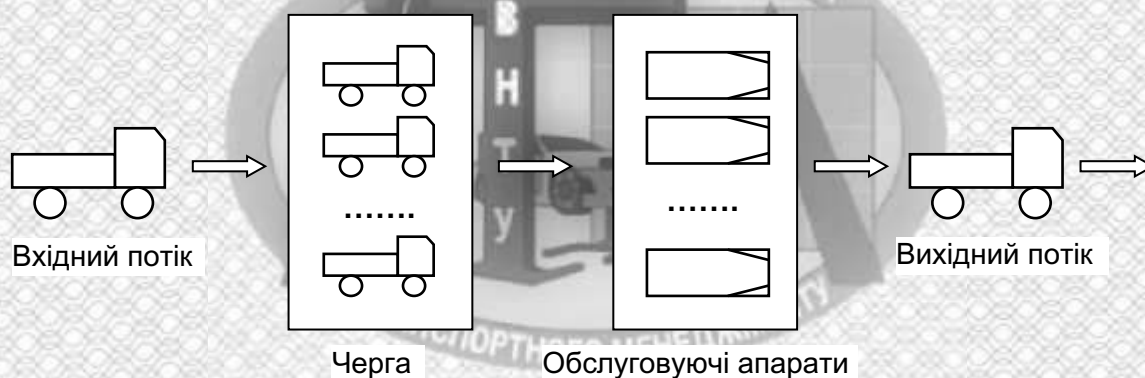


Рисунок 3.9 – Схема системи масового обслуговування

На вході даної схеми поступає є певна сукупність вимог і потреб у проведенні окремих робіт обслуговування чи ремонту. Особливістю цього процесу є те що заявки на виконання робіт поступають у випадкові моменти часу. З цієї причини неможливо визначити точне число вимог за одиницю часу. Ця величина є випадковою. Вона характеризується випадковим процесом який в більшості випадків описується законом Пуассона.

Найбільш важливим елементом системи масового обслуговування є обслуговуючі апарати. Вони являють собою окремі бригади або окремих робітників які застосовують відповідне технологічне обладнання та інструменти при виконанні робіт технічного обслуговування чи поточного ремонту.

Між вхідним потоком та обслуговуючими апаратами знаходиться черга. Черга виникає з причини того що обслуговуючі апарати ти не можуть в достатній мірі виконати вимоги вхідного потоку.

Ще одним елементом системи є вихідний потік. Вихідний потік складається з вимог які пройшли обслуговування або не пройшли його з певних причин. Тут необхідно відмітити що специфіка обслуговування автомобілів полягає в тім що вихідний потік повинен містити тільки ті вимоги які пройшли обслуговування. Вимоги які не пройшли обслуговування не можуть бути елементом вихідного потоку.

Класифікація систем масового обслуговування виконується за різними критеріями.

1 - Обмеження на довжину черги. Система може бути з втратами і без втрат із обмеженням на довжину черги. Система з втратами ми не забезпечує вимоги експлуатації автомобілів оскільки вимога покидає чергу у випадку коли всі всі обслуговуючі апарати зайняті. Найбільш прийнятними є обмеження на довжину черги та на час перебування в черзі.

2 - За кількістю каналів системи масового обслуговування бувають одноканальні і багатоканальні.

3 - За типом обслуговуючих апаратів системи бувають універсальні або спеціалізовані.

4 - За порядком обслуговування в системі бувають одно фазові і багато фазові. Багато Фазовий обслуговування передбачає є послідовне проходження декількох обслуговуючих апаратів.

5 - За число обслуговуючих апаратів системи можуть бути обмежені і необмежені.

6 - За пріоритетом обслуговування системи бувають з пріоритетом і без пріоритету. системи без пріоритету передбачають в порядок черги відповідно до порядку надходження заявки.

7 - за величиною вхідного потоку системи бувають з обмеженим потоком вимог та необмеженим потоком.

8 - За структурою системи бувають замкнуті і відкриті. В замкнутих системах спостерігається залежність вхідного потоку вимог від вихідного тобто від автомобілів що пройшли обслуговування

Технічна експлуатація автомобілів має певні особливості стосовно застосування системи масового обслуговування. Тому найбільш доцільним є застосування замкнутих і відкритих систем. Вони можуть бути одно каналні або багатоканальні. Також ж можуть застосовуватись спеціалізовані обслуговуючі апарати. При цьому враховуються обмеження на довжину черги та на час перебування у черзі.

### 3.4 Показники ефективності організації обслуговування і ремонту

Для визначення ефективності застосування системи масового обслуговування можна скористатися певними показниками.

Інтенсивність обслуговування це показник який характеризує є пропускну здатність обслуговуючих апаратів. Такими обслуговуючими апаратами можуть бути пости технічного обслуговування або поточного ремонту. В окремих випадках це можуть бути потокові лінії:

$$\mu = \frac{1}{t_d}, \quad (3.19)$$

де  $t_d$  – тривалість обслуговування однієї вимоги;

Приведена щільність потоку вимог:

$$\rho = \frac{\omega}{\mu}, \quad (3.20)$$

де  $\omega$  – параметр потоку вимог;

Кількість вимог що поступають за одиницю часу в систему може бути визначена величиною абсолютна пропускна здатність за формулою:

$$A = \omega \cdot g, \quad (3.21)$$

де  $g$  – відносна пропускна здатність - доля вимог від загальної кількості вимог, що пройшли обслуговування;

Відмова в обслуговуванні може мати місце в системах з обмеженнями за довжиною черги або системах із втратами. Стосовно станції технічного обслуговування цей показник характеризує частку втрачених для системи клієнтів.

Черга у системі також утворюється з певною імовірністю у випадку коли всі обслуговуючі апарати зайняті а потік вимог поступає випадково і перевищує пропускну здатність обслуговуючих апаратів.

Показники функціонування системи масового обслуговування можуть бути визначені різними способами. Це залежить від структури самої системи. Приклади визначення таких показників для системи з втратами приведені 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 ( $n > 1$ )	$g = 1 - \frac{\rho^n}{n!} P_0$	$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!}}$	$P_{\text{відм}} = \frac{\rho^n}{n!} P_0$	$n_{\text{зайн}} = \rho g$
Багатоканальна з взаємодопо- могою ( $n > 1$ ; $\mu_{\text{бр}} =$ $n\mu$ )	$g = \frac{\mu_{\text{бр}}}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$P_0 = \frac{\mu_{\text{бр}}}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$P_{\text{відм}} = \frac{\omega}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$n_{\text{зайн}} = \frac{\omega}{\omega + n\mu}$

У випадку коли структура системи масового обслуговування не передбачає втрат і немає обмежень за довжиною черги Або часу перебування в черзі показники ефективності можуть бути визначені за формулами для одноканальної системи.

Середній час перебування в черзі:

$$t_{\text{черг}} = \frac{r}{\omega}, \quad (3.22)$$

Кількість вимог, зв'язаних з системою:

$$K = r + n_{\text{зайн}}, \quad (3.23)$$

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

Ймовірність того, що пост вільний:

$$P_0 = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{m+2}}, \quad (3.24)$$

де  $m$  – обмеження черги по довжині;

Ймовірність утворення черги:

$$\Pi = \rho^2 P_0, \quad (3.25)$$

Ймовірність відмови в обслуговуванні:

$$P_{\text{відм}} = \frac{\rho^{m+1}(1-\rho)}{1-\rho^{m+2}}, \quad (3.26)$$

Відносна пропускна здатність:

$$g = 1 - P_{\text{відм}} \quad (3.27)$$

Середня кількість зайнятих постів:

$$n_{\text{зайн}} = \frac{\rho - \rho^{m+2}}{1 - \rho^{m+2}}, \quad (3.28)$$

Середня кількість вимог, що знаходяться в черзі:

$$r = \frac{\rho^2 \cdot [1 - \rho^m(m+1 - m\rho)]}{(1 - \rho^{m+2}) \cdot (1 - \rho)}, \quad (3.29)$$

### 3.5 Дослідження вхідного потоку вимог обслуговування і ремонту

Технічне обслуговування і поточний ремонт автомобілів мають специфіку втім що необхідність виконання цих робіт носить випадковий характер. Власники індивідуальних автомобілів що обслуговуються на станції технічного об-

слуговування нерегулярно звертаються з проханням надання послуг.

Вхідний потік системи масового обслуговування характеризується надходженням автомобілів для виконання обслуговування чи ремонту. такий потік надходження можна описати Так званими марківськими випадковими процесами. Стан системи в майбутньому залежить від її стану на даний час. Oggi Е і працездатність автомобіля залежить від його фактичного стану на даний момент часу.

Технічний стан автомобіля в різні моменти часу може бути дискретною величиною. Перехід з одного стану в інший носить випадковий характер. Такий перехід супроводжується появою відмови або несправності. основними характеристиками процесу переходу є щільність ймовірностей  $\lambda$  переходів системи за час  $\Delta t$  із стану  $S_i$  в стан  $S_j$ :

$$\lambda_{ij} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P_{ij}(\Delta t)}{\Delta t}, \quad (3.30)$$

де  $P_{ij}$  – ймовірність того, що за час  $\Delta t$  система перейде із стану  $S_i$  в стан  $S_j$ .

При малому  $\Delta t$   $P_{ij}(\Delta t) \approx \lambda_{ij}\Delta t$ . Якщо всі  $\lambda_{ij}$  не залежать від  $t$ , то такий процес називається однорідним, а в противному разі – неоднорідним.

Якщо відома щільність ймовірностей переходів то це дає можливість визначити ймовірність станів системи в будь-який момент часу. найбільш поширені випадки марківський процесів є потоки що характеризуються відсутністю післядії. Такі потоки й стаціонарними і ординарними.

Стаціонарний потік не залежить від початку відліку часу. Ймовірність появи певної події залежить лише від довжини інтервалу часу. протягом певного проміжку часу інтенсивність потоку вимог є сталою величиною.

Для стаціонарного потоку кількість відмов  $\Omega_0(x)$  за інтервал  $x$ :



$$\Omega_0(x) = \frac{x}{\eta \bar{x}_1}, \quad (3.31)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт відновлення ресурсу;

$\bar{x}_1$  – середній інтервал (напрацювання) до першої відмови.

Ординарним можна вважати потік який характеризується наступним. Протягом певного інтервалу часу досить мала Імовірність того що появиться дві або більше події. Тому такою появою можна знехтувати.

Система також може характеризуватися відсутністю післядії. Це означає є що в будь-який довільний момент часу кількість вимог які надійшли до системи після цього моменту часу ніяк не залежить від кількості вимог які надійшли до системи до цього моменту часу.

Такі потоки описується законом Пуассона, який визначає ймовірність надходження вимог до системи за час  $t$ :

$$P_k(t) = \frac{(\omega t)^k}{k!} e^{-\omega t}, \quad (3.32)$$

де  $k$  – число відмов, що виникають за час  $t$ ;

$\omega$  – параметр потоку відмов.

Реальні умови виробництва передбачають що час аналізу приймається як одиниця робочого часу: година, зміна, тиждень, тобто  $t = 1$ , а  $\omega t = \Omega_0 = a$  – середнє число відмов, що виникають за час  $t$ . Тоді формула (3.32) прийме вид:

$$P_{ka} = \frac{a^k}{k!} e^{-a}, \quad (3.33)$$

Ймовірність появи визначеного числа вимог  $P_{ka}$  може бути визначена за формулою (3.33) при відомому значенні середнього числа відмов  $a$ .

Однією з характеристик діяльності станції технічного обслуговування й кількість автомобіле-заїздів на станцію за рік. якщо відомо ця величина то можна визначити середнє число заявок за день. кількість заїздів автомобілів на станцію технічного обслуговування за рік приймаються з вихідних даних:

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

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

$D_{\text{р}}$  - кількість робочих днів СТО.



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

При середньому значенні  $a = 17,16$  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 заданого числа заявок на ТО і ПР при середньому значенні 17,16 (заявок/добу)

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

Якщо відомий закон розподілу випадкової величини який визначає появу певної кількості вимог на окремому інтервалі часу то це дає можливість визначити ймовірність появи вимог що формують потік заявок. Отже можна стверджувати що на певному інтервалі часу потік заявок є передбачуваною величи-

ною.

Аналізуючи вищесказане можна дійти висновку що кількість постів у виробничих зонах тобто пропускна здатність виробничих зон і дільниць не обов'язково повинна визначатися з максимального завантаження. Для подальших розрахунків може бути прийнятий середнє завантаження. Це призведе до появи черги певної величини. Пропускна здатність з обслуговування і поточного ремонту залежить від багатьох чинників. До яких можна віднести організацію праці, кількість робітників, ступінь механізації виробничих процесів та ін. рівень оснащення виробничих підрозділів технологічним обладнанням характеризується вартісним показником. Досить важливим показником є економічні втрати з причини простою автомобіля в черзі.

Отже постає задача визначення оптимальної пропускної здатності зони технічного обслуговування і поточного ремонту. Для цього необхідно визначити і мінімізувати цільову функцію яка є сумою вартісного показника та показника економічних втрат з причин простою у черзі  $u = C_{обл} + C_{авт}$ .

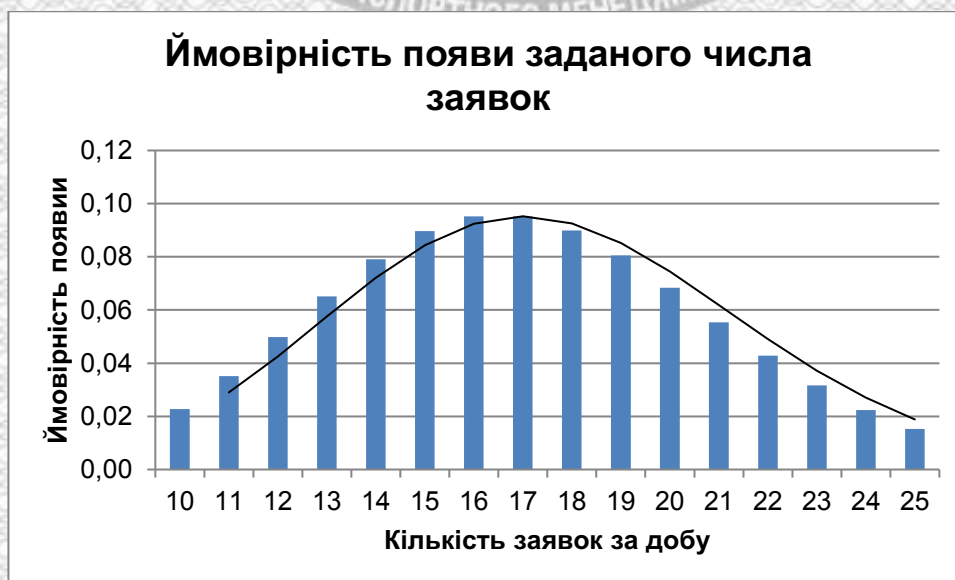


Рисунок 3.10 – Ймовірність появи заданого числа заявок

### 3.6 Дослідження середньої тривалості обслуговування одного автомобіля

Час перебування автомобілів на станції технічного обслуговування при виконанні обслуговування чи ремонту може бути визначений з аналізу статистичних даних підприємства. На основі цього можна визначити закон розподілу тривалості простою автомобілів на станції технічного обслуговування під час надання послуг обслуговування або ремонту.

Отже постає така задача. Необхідно визначити відносну імовірність часу коли автомобіль перебуває в зоні технічного обслуговування чи поточного ремонту –  $P_j$  в заданому інтервалі часу  $\Delta t$  та щільність розподілу  $f(t)$  випадкової величини.

Кількість автомобілів, що поступили на СТО за розрахунковий інтервал часу:  $N = 51$ .

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

Аналізуючи приведений статистичний ряд інтервалів можна дійти висновку що найбільшим інтервалом є 13 годин. Для визначення частоти появи вимог виберемо інтервал часу одна година. Тривалість перебування в кожному інтервалі часу може бути визначена підрахунками. Відносна ймовірність  $P_j$  визначається за формулою:  $P_j = v_j / N\Delta t$ .

Отже для отримання границі інтервалів через певний час а також відносно ймовірність та час перебування в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту необхідно виконати розрахунки за проведеною формулою. Результати розрахунків показані на рис 3.11.

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

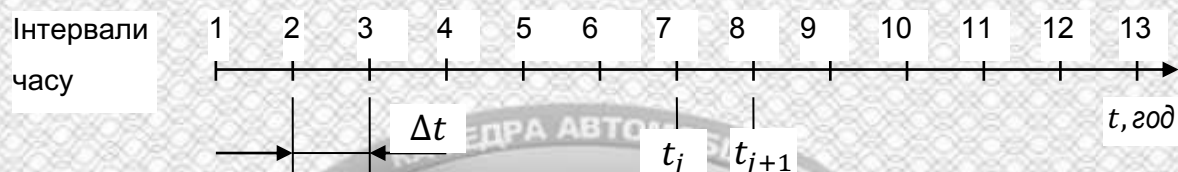


Рисунок 3.11 – Вибір інтервалів часу  $\Delta t$  та відносна ймовірність  $P_j$

Час перебування в технічному обслуговуванні і поточному ремонті в певних інтервалах часу можна відобразити графічно у формі гістограми. Для цього можна використати значення приведені на рисунку 3.11.

Якщо ступінь чату гістограму окреслити кривою лінією то можна отримати функцію яка характеризує собою щільність розподілу випадкової величини, тобто часу перебування автомобіля на станції технічного обслуговування.



Рисунок 3.12 – Розподіл часу перебування автомобілів в ТО і ПР

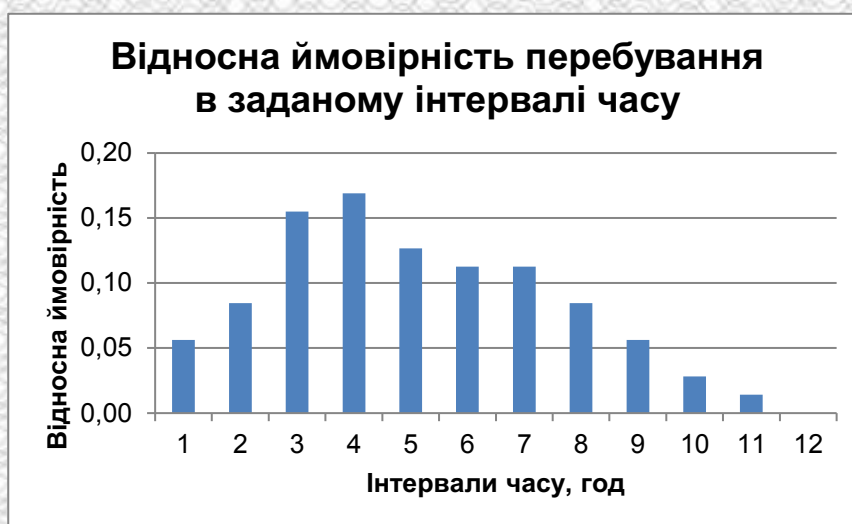


Рисунок 3.13 – Відносна ймовірність перебування в заданому інтервалі часу

За отриманою кривою можна визначити закон розподілу який показує є як випадкова величина набуває різних значень в різні інтервали часу. Отримана крива за формулою близька до нормальної. Отже можна дійти висновку що час перебування автомобілів в технічному обслуговуванні або ремонті на станції технічного обслуговування має нормальний розподіл.

### 3.7 Оптимізація кількості постів обслуговування і ремонту

Для визначення оптимальної кількості постів технічного обслуговування і поточного ремонту необхідні певні вихідні дані. До таких даних можна віднести кількість заявок за добу та пропускну спроможність одного поста обслуговування чи ремонту.

Дослідження вхідного потоку автомобілів на станції технічного обслуговування, А також інтервалів часу між моментами надходження автомобілів і часу що витрачається на поточний ремонт показують що всі ці величини вони розподіляються за законами які досить близькі до нормального закону розподілу.

Методами теорії масового обслуговування необхідно визначити ти якою повинна бути довжина черги при оптимальній кількості постів обслуговування

і ремонту. Із збільшенням кількості постів довжина черги зменшується, а із зменшенням кількості постів довжина черги збільшується і відповідно збільшується час очікування в черзі.

Нульовий стан системи передбачає те що на станції технічного обслуговування не знаходиться жодного автомобіля. Імовірність появи такого 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  $n$ .

з повною достовірністю можна сказати, що така умова очевидна, оскільки система обов'язково знаходиться в якомусь з  $n$  станів ( $0 \leq n \leq \infty$ ). Отже

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

або

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

Звідки визначимо:

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

де  $S$  – число постів в зоні ТО і ПР;

$\psi$  – коефіцієнт використання робочого часу постів.

Для визначення коефіцієнта використання робочого часу постів необхідно виконати наступні дії. Можна розглянути ти досить великий інтервал часу  $T$ . За цей час через систему пройде в середньому певна кількість вимог  $\lambda T$ . Якщо б система була повністю завантажена то обслуговуючі апарати змогли б обслужити  $\mu T$  вимог. Таким чином можна визначити коефіцієнт використання робочого часу обслуговуючих апаратів:

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

де  $\lambda$  – інтенсивність потоку вимог (кількість заявок за добу);

$\mu$  – інтенсивність обслуговування (пропускна спроможність зони ТО і ПР).

Отже, коефіцієнт використання робочих постів (обслуговуючих апаратів) за часом дорівнює завантаженню системи.

Приведений вище аналіз показує є що завантаження системи дорівнює коефіцієнту використання робочих постів тобто використання обслуговуючих апаратів. Коефіцієнт використання робочих постів та середня довжина черги є вихідними величинами на основі яких визначається оптимальне число постів технічного обслуговування і поточного ремонту.

Середня довжина черги при заданій кількості постів технічного обслуговування і поточного ремонту може бути визначена в такій послідовності.

Вимога яка поступила на станцію технічного обслуговування буде знаходитися в черзі лише у тому випадку коли кількість вимог що поступають на станцію і ю буде перевищувати пропускну здатність обслуговуючих апаратів тобто постів технічного обслуговування і поточного ремонту  $S$ . При  $n = S + 1$  в черзі знаходитиметься одна вимога, при  $n = S + 2$  – дві вимоги і так далі. Кількість вимог в черзі може бути визначена за формулою:



$$v = n - S$$

Середня довжина черги визначається рівнянням:

$$\begin{aligned} \bar{v} &= \sum_{n=S+1}^{\infty} (n - S)P_n = \sum_{n=S+1}^{\infty} (n - S) \frac{S^S \cdot \psi^n}{S!} P_0 = \\ &= \frac{S^S}{S!} P_0 \sum_{n=S+1}^{\infty} (n - S) \psi^n = \\ &= \frac{S^S}{S!} P_0 (\psi^{S+1} + 2\psi^{S+2} + 3\psi^{S+3} + \dots) = \frac{S^S \psi^S}{S!} P_0 (\psi + 2\psi^2 + 3\psi^3 + \dots) \end{aligned}$$

Ряд  $\psi + 2\psi^2 + 3\psi^3 + \dots$  сходиться, якщо  $\psi < 1$  і сума його членів рівна  $\frac{\psi}{(1-\psi)\psi^2}$ .

Середня довжина черги може бути визначена таким чином:

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

Оптимальна кількість постів технічного обслуговування і поточного ремонту може бути визначена на основі критерію оптимальності.

Таким критерієм можна прийняти сумарні витрати які виникають з причини неповного використання постів технічного обслуговування і поточного ремонту а також ж з причини того що автомобілі очікують своєї черги.

перш за все необхідно визначити середнє число постів технічного обслуговування і поточного ремонту які не зайняті обслуговуванням. цю величину можна визначити за формулою:

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

Виходячи з цього можна визначити критерії оптимальності системи:

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

де  $C_1$  – втрати, пов'язані з простоєм автомобіля в черзі на протязі доби;

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

Критерій оптимальності повинен визначити баланс між витратами пов'язаними з простою автомобіля в черзі протягом доби і втратами які пов'язані з простоями одного поста технічного обслуговування чи поточного ремонту протягом доби. Якщо збільшувати число постів то збільшуються втрати пов'язані з неповним їх використанням. Якщо зменшуване число постів то збільшується черга і збільшуються втрати пов'язані з простою автомобіля в черзі. Зміна  $U$  по мірі збільшення  $S$  можна представити у вигляді кривої (рис. 3.14).

Аналіз графіка показує що сумарні витрати залежать від кількості постів прийнятої на станції технічного обслуговування. Якщо кількість постів збільшувати то сумарні витрати дещо зменшуються але потім починають зростати.

Отже з аналізу даного графіка можна дійти висновку що сумарні витрати будуть мати мінімальне значення при певному значення кількості постів технічного обслуговування і поточного ремонту. Така кількість постів є оптимальною.

Цільова функція призначена для визначення мінімальних втрат від простою автомобілів в черзі або простою постів технічного обслуговування чи поточного ремонту. Цільову функцію необхідно мінімізувати. Ця процедура може бути виконана методом перебору кількості постів. На рисунку 3.17 показана блок-схема за допомогою якої можна визначити мінімальне значення цільової функції.

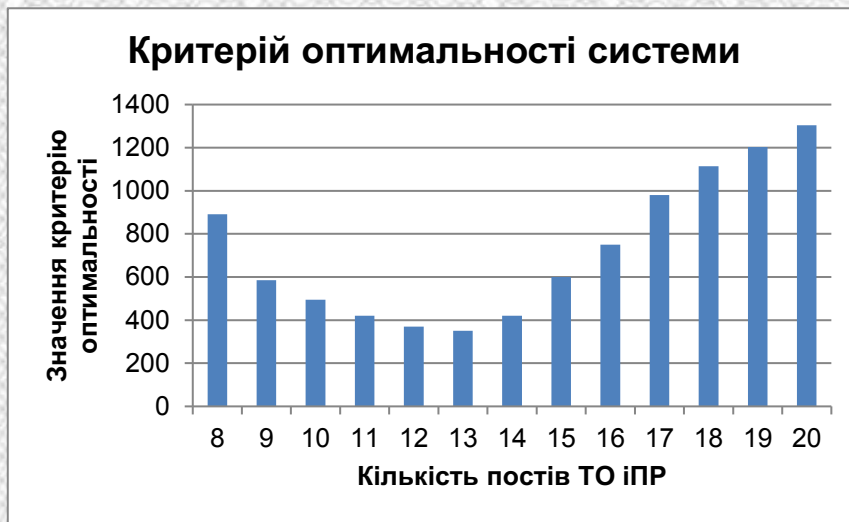


Рисунок 3.14 – Значення критерію оптимальності системи при різних кількостях постів ТО і ПР



Рисунок 3.15 – Середнє число вільних постів зони ТО і ПР



Рисунок 3.16 – Середня довжина черги

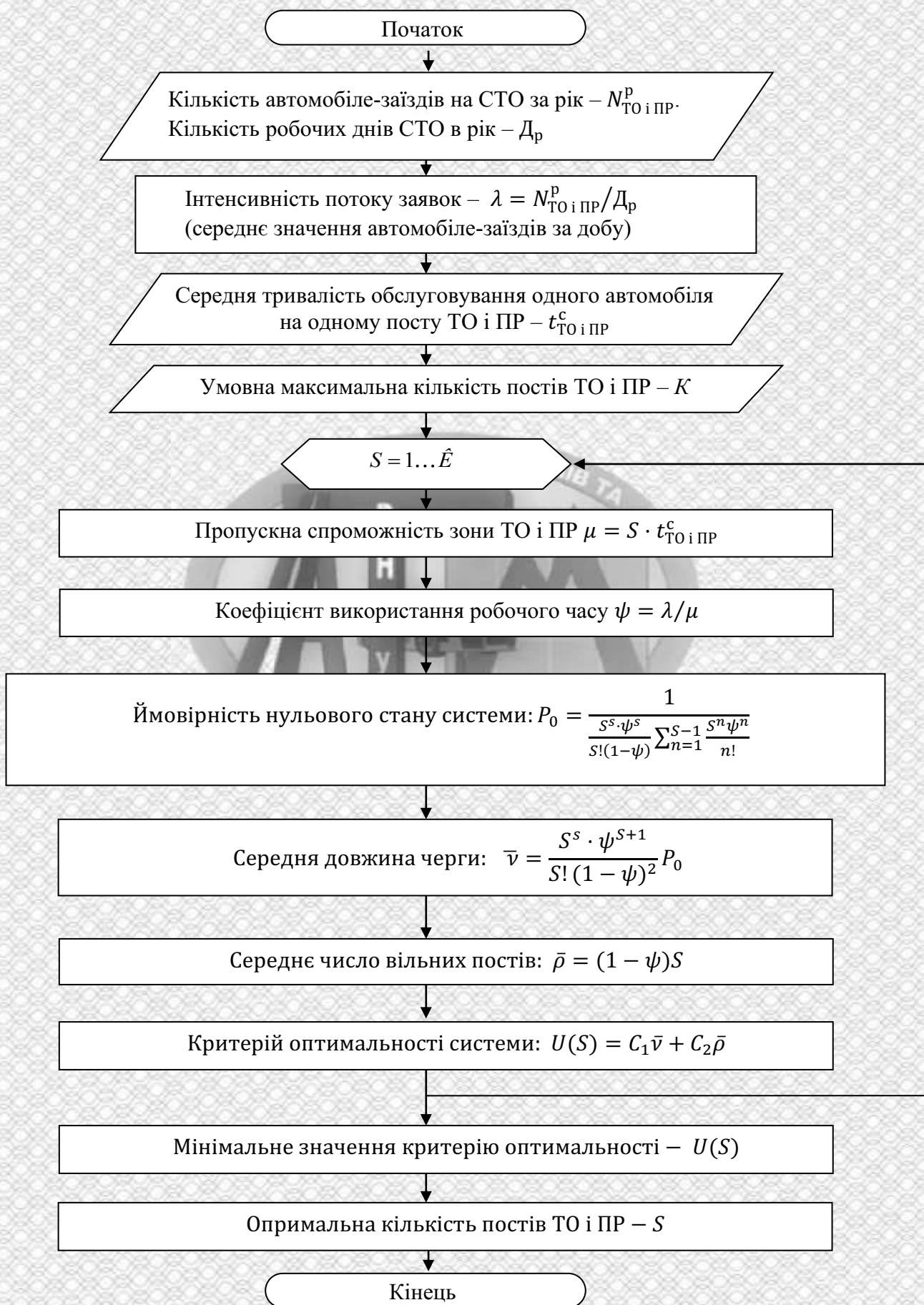


Рисунок 3.17 – Блок-схема оптимізації кількості постів ТО і ПР

## РОЗДІЛ 4

### ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

#### 4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень

Фактична або повна сума інвестиційних вкладень в методику діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі визначається в результаті проведення калькуляції основних статей витрат. Дана методика втілюється в технологію діагностування 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;

$N_{час}$  – норма часу, людино-дні;

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

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

Визначення необхідної кількості розробників.

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

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

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

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

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

$t_{розробн}$  – 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:

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

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

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

$K_2$  – галузевий коефіцієнт.

$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{4723}{162} \cdot 1,25 = 36,44 \text{ (грн.)}$$

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 5-го розряду.

$$T_{\text{ст}}^5 = 36,44 \cdot 1,96 = 71,42 \text{ (грн);}$$

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	5	1	71,42	71,42
Штатна чисельність працівників		1	-	71,42

Розрахунок фонду основної і додаткової заробітної плати.

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

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

$$ЗП_{осн} = 71,42 \cdot 336 \cdot 1 = 23997,93 \text{ (грн).}$$

Фонд додаткової заробітної плати включає в себе різні види доплат - за професійну майстерність – 20%, 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.

$$ЗП_{дод} = 4799,58 + 2879,75 + 5999,48 = 13678,81 \text{ (грн).}$$

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

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

$$\Phi ОП = 23997,93 + 13678,81 = 37676,74 \text{ (грн).}$$

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  $B_{ECB}$ -відсоток відрахувань єдиного соціального внеску,%.

$$B_{ECB} = \frac{22}{100} \cdot 37676,74 = 8288,88 \text{ (грн)}.$$

#### 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)

$$A_A = \frac{15687 \cdot 20}{100} \cdot \frac{2}{12} = 522,9 \text{ (грн)}$$

Витрати на силову електроенергію під час проектувальних заходів

$$B_c = 1,68 \cdot 0,57 \cdot 336 \cdot 0,8 = 257,40 \text{ (грн)}$$

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 методики діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі

Статті витрат	Умовне позначення	Сума, грн.	Структура, %
1	2	3	4
Заробітна плата основна	$ЗП_{осн}$	23997,93	48,36

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4
Заробітна плата додаткова	$ЗП_{дод}$	13678,81	27,56
Нарахування на заробітну плату єдиного соціального внеску	$В_{ССВ}$	8288,88	16,70
Амортизаційні відрахування	$А_A$	522,9	1,05
Витрати на електроенергію	$В_c$	257,40	0,52
Загально виробничі витрати	$В_{зг}$	2879,75	5,80
Разом		49625,67	100

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

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

де 12 – число місяців;

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

$$З_{обс} = 12 \cdot 4840 \cdot 0,12 = 6969,6(\text{грн/рік}).$$

Додаткову заробітну плату складає 10% від оплати праці інженерно-технічного працівника – 696,9 грн.

Розраховуємо нарахування на заробітну плату -  $H_{ССВ}$

$$H_{ССВ} = (6969,6 + 696,9) \cdot 0,22 = 1686,63(\text{грн}).$$

Витрати на електроенергію (при живленні із електромережі)

$$V_c = 1,68 \cdot 0,4 \cdot 1800 \cdot 0,96 \cdot 0,12 = 139,34 \text{ (грн)}$$

Розрахуємо амортизаційні відрахування

$$A = \frac{49625,67 \cdot 25 \cdot 12}{100} = 1488,77 \text{ (грн).}$$

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.;

$$P = 0,1 \cdot 12310 + (6969,6 + 696,9) \cdot 0,12 = 1067,7 \text{ (грн).}$$

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

$$I_b = (6969,6 + 696,9 + 1886,63 + 139,34 + 1488,77 + 1067,7) \cdot 0,07 = 857,42 \text{ (грн.)}$$

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

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

Статті витрат	Умовні позначення	Сума грн.	Структура, %
Заробітна плата обслуговуючого персоналу	З <sub>обс</sub>	6969,6	54,00

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
Додаткова заробітна плата	$Z_d$	696,9	5,40
Нарахування на заробітну плату	$H_{\text{ссв}}$	1686,63	13,07
Амортизаційні відрахування для програмного продукту	A	1488,77	11,54
Витрати на поточний ремонт комп'ютерної техніки	P	1067,7	8,27
Витрати на електроенергію	$B_c$	139,34	1,08
Інші витрати	$I_b$	857,42	6,64
Разом	$E_2$	13106,36	100

Розраховуємо умовний обсяг робіт з використанням інвестиційного проекту методики діагностування двигуна на основі нейронечіткої мережі Q 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.

$$Q_1 = \frac{1800 \cdot 60 \cdot 0,12}{16} = 810 \text{ (ум. од.)};$$

$$Q_2 = \frac{1800 \cdot 60 \cdot 0,12}{3} = 4320 \text{ (ум. од.)}.$$

### 4.3 Розрахунок економічної ефективності

Річний економічний ефект від впровадження інвестиційного проекту з методики діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі

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

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

$E_2$  – експлуатаційні витрати при використанні інвестиційного проекту на основі нейро-нечіткої мережі, грн./рік.

$$\Delta E = \left( \frac{9274,0}{810} - \frac{13106,36}{4320} \right) \cdot 4320 = 36354,97 (\text{грн./рік}).$$

Термін окупності інноваційного проекту

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

де  $B$  – загальна сума капіталовкладень.

$\Delta E$  – річний економічний ефект використання інноваційної методики, грн.

$$T_0 = \frac{49625,67}{36354,97} = 1,36 (\text{року}).$$

Виходячи із проведених розрахунків можна узагальнити, що методика діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі є ефективною так, як термін окупності інноваційного підходу складає 1,36 року < 3 років (нормативне значення) і базується на нових цифрових підходах до діагностування.

## РОЗДІЛ 5

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

ГОСТ 12.0.003-74 передбачає чотири класи шкідливих та небезпечних виробничих факторів: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. При роботі у зоні ТО і ПР, головним чином, виникають фактори фізичні (машини та механізми що рухаються, незахищені рухомі елементи виробничого обладнання, вироби що рухаються, заготовки, матеріали; підвищена запиленість, рівень шуму, вібрації та ін.) і психофізіологічні (фізичне та розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, емоційні перевантаження).

При роботах виникає ряд шкідливих факторів: інтенсивний високочастотний шум, високодисперсний аерозоль металів, токсичні гази, ультрафіолетова та інфрачервона радіація.

Аерозоль утворюється в повітряному середовищі з мілких металічних частинок та їх з'єднань у вигляді оксидів, нітридів, конденсійних парів.

Отже, аерозоль являє багатокомпонентну парогазопилову суміш високої дисперсності яка приводить нерідко до ураження дихальних шляхів оператора.

Тривале опромінення яскравими видимими проміннями приводить до послаблення зору. Інфрачервоне випромінювання інтенсивне джерело радіації і тривала його дія може призвести до втрати зору.

В процесі роботи проходить утворення середніх та важких іонів, кількість яких зростає до  $3 \cdot 10^7$ .

#### **5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи**

##### **5.1.1 Вимоги безпеки під час виконання роботи**

До робіт допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичне освідчення та спеціальне навчання і мають посвідчення на право виконання вказаних робіт та групу по електробезпеці не нижчу за другу.

При постановці автомобіля на пост необхідно вивішувати на рульове ко-

лесо табличку з написом: “Двигун не пускати – працюють люди!”.

Після постановки на пост автомобіль слідє загальмувати стоянковим гальмом, включити нижчу передачу, виключити запалення (подачу палива), а під колеса підложити упори (башмаки) не менше 2-х.

Забороняється проводити ремонт автомобіля при робочому двигуні, за виключенням регулювання системи живлення і електрообладнання двигуна і випробування гальм.

При проведенні ТО і ПР автомобілів робочому потрібно виконувати різні операції зверху, знизу і з боків автомобіля. Незручне положення робочого під час ремонту призводить до передчасної втоми і до незадовільної якості робіт, що виконуються.

Всі монтажно-демонтажні операції необхідно виконувати в послідовності, яка вказана в технологічних картах. В них повинні відображатися правильність і безпека виконання відповідних операцій, а також інструменти і оснащення, що використовуються. Технологічні карти повинні бути вивішені на робочих місцях. Послідовність виконання робіт повинна виключати можливість одночасної роботи зверху і знизу біля того або іншого вузла або агрегату автомобіля, так як при падінні інструменту зверху може трапитись нещасний випадок з робітником працюючим знизу. Тому в технологічній карті за робітниками слід закріплювати певний перелік робіт, що підвищує в той же час відповідальність робочого за виконану роботу.

На кріпильних операціях бажано користуватися накидними і торцевими ключами. При закручуванні і відкручуванні болтів або гайок в важкодоступних місцях при обмеженому куті можливого повороту ключа доцільно користуватися ключами з трищітками. Якщо зняття агрегатів і деталей пов'язано з великим фізичним навантаженням а також створює незручності в роботі слід використовувати відповідне оснащення (зйомники), що забезпечують безпеку при виконанні цієї роботи.

Зняття, транспортування і встановлення двигуна, коробки швидкостей, заднього мосту і інших агрегатів автомобіля вагою більше 20 кг слід проводити

з допомогою підйомно-транспортних механізмів, обладнаних оснащенням (захватами), гарантуючими повну безпеку робіт.

Зняття при демонтажу важкі та громіздкі вузли та деталі не можна спирати на стіни, обладнання залишати в нестійкому положенні. Їх слід вкладати на стелажі, полки спеціальні підставки.

Візки для транспортування повинні мати стійки та упори, що запобігають падінню агрегатів і самостійного переміщення по платформі.

При знятті двигуна, коробки швидкостей, заднього мосту, радіатора і інших агрегатів і деталей пов'язаних з системами охолодження і мащення автомобіля необхідно попередньо злити масло і охолоджуючу рідину в спеціальні резервуари не допускаючи пролиття рідини

#### 5.1.2 Електробезпека приміщення

Електробезпека забезпечується конструкцією електроустановок, організаційними та технічними міроприємствами, технічними способами та засобами захисту.

Приміщення відноситься до класу приміщення підвищеної електробезпеки, так як на ділянці є струмопровідні заземлені частини обладнання які можуть проводити струм. Тому все електрообладнання повинно відповідати правилам пристроїв електроустановок [ПУЄ], а його експлуатація - правилам технічної експлуатації електроустановок споживачів та правилам техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів.

У зоні застосовується трифазна чотирьохпровідна електромережа з заземленою нейтраллю. Для попередження ураження електричним струмом все обладнання повинно бути заземлене. Стан заземлення перевіряють не рідше одного разу в квартал.

Електроустановки, електрообладнання та проводку дозволяється ремонтувати тільки після відключення їх від мережі.

#### 5.1.2 Пожежна безпека

Зона ТО і ПР відноситься до категорії Г-за пожежною небезпекою. До цієї категорії відносяться виробництва, зв'язані з обробкою неспалимих речовин і



матеріалів у гарячому, розжареному або розплавленому стані, який супроводжується виділенням променистого тепла, іскор і полум'я, а також виробництва, зв'язані із спалюванням твердого, рідкого й газоподібного палива.

Усі будівельні матеріали і конструктивні елементи за ступенем їх займистості поділяються на три групи : неспалимі, важкоспалимі та спалимі. За ступенем вогнестійкості будівля відноситься до групи II.

Ступінь вогнестійкості будівлі II-це будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плиткових матеріалів.

При проведенні робіт забороняється: користуватися несправною апаратурою; працювати в приміщеннях де застосовуються або зберігаються легкозаймисті матеріали та рідини; прокладати струмоведучі зварювальні проводи разом із газозварювальними шлангами та трубопроводами; зберігати у зварювальних кабінах одяг і рукавиці з слідами мастила, бензину, газу.

На кожному небезпечному об'єкті мають бути всі засоби для швидкого виклику пожежної охорони. На особливо важливих і небезпечних щодо пожежі об'єктах рекомендується налагодити прямий телефонний зв'язок з пожежною командою. Справність усіх видів пожежного зв'язку та сигналізації систематично контролюється.

Для захисту від прямих ударів блискавки влаштовують блискавковідводи, що складаються з блискавкоприймача, струмовідводу та заземлюючих пристроїв. При ударі блискавки розряд атмосферної електрики проходить крізь блискавкопровід, обминаючи захищений об'єкт.

## **5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії**

Для усунення шкідливої дії небезпечних факторів при проведенні технологічного процесу і створення в робочій зоні здорового повітряного середовища необхідно:

- зону розміщувати на першому поверсі;
- площа не зайнята обладнанням, повинна бути не менше 10 м<sup>2</sup>, висота

приміщення від рівня підлоги до стелі не менше 3,5м;

- підлога повинна бути незгораєма з малою теплопровідністю, стійкою до механічних та хімічних дій, не слизькою;

Площа виробничого приміщення на одного робітника повинна бути не менше 4,5м<sup>2</sup>.

### 5.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат виробничих приміщень залежить від швидкості руху повітря на ділянці та його прискорення. В доповнення до місцевої вентиляції повинна бути встановлена загальнообмінна вентиляція, що забезпечує рівномірне розподілення повітря по всьому приміщенню зі швидкістю не більше 0,3м/с. Зона відноситься до приміщень з незначними надлишками явного тепла 20ккал/м<sup>3</sup> год. і менше. Отже, категорія робіт II б. робоче місце постійне. Оптимальні та допустимі значення мікроклімату наведені в табл. 5.3

Таблиця 5.3- Оптимальні та допустимі значення мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура		Вологість		Шв. руху повітря	
		Оптималь.	допуст.	Оптималь.	допуст.	Оптималь.	допуст.
Холодний	II б	15-19	15-21	60-75	75	0,2-0,4	0,4
Теплий	II б	20,25	16-27	60-75	70	0,2-0,4	0,2-0,5

### 5.2.2 Склад повітря робочої зони

Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони ТО і ПР приведена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4- Концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони ТО і ПР

Концентрація шкідливих речовин мг/м <sup>3</sup>		
Оксид азоту	Озон	Тверда фаза
2,74±0,18	0,76±0,026	0,7

Гранична допустимі концентрації шкідливих газів, парів та пилу в повітрі робочих зон приведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Гранична допустимі концентрації шкідливих газів

Забруднюючі речовини	Допустимі	Неблагоприємні	Недопустимі
Вуглеводні, мг/л	-	0,1-0,3	більше 0,3
Аерозолі, мг/м <sup>3</sup>	900,3	0,2-0,3	більше 0,3
Пил, мг/м <sup>3</sup>	905	5-10	більше 10
CO <sub>2</sub> , %	до 0,17	0,17-10	більше 10
CO, мг/л	0,02	0,02-0,03	0,03

### 5.2.3 Виробниче освітлення

У зоні ПР необхідно передбачити природне (бокове двохстороннє) та штучне освітлення. При боковому освітленні коефіцієнт природного освітлення повинен бути не менше 1,5%. Штучне освітлення повинно складати 400-500 лк. Значення кількісних показників освітлення наведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Значення кількісних показників освітлення.

Характер зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення	Характеристика фону	Штучне освітлення	Періодне освітлення
					Лк	КЕО,%
						Бічне
Тонка робота	0,5-1	IVo	Великий	Світлий	500	1,5

Штучне освітлення проводиться світильниками з лампами розжарення. Вони забезпечують усунення сліпучої дії джерела світла. Освітленість проходів в виробничому приміщенні повинна складати – 75 Лк. Світильники місцевого освітлення живляться від мережі напругою 36 В, загального 220 В. Всі світильники повинні мати заземлення і бути герметичними по ступені захисту IP65.

#### 5.2.4 Виробничий шум і вібрації

В зв'язку з значним шумом який виникає, зону необхідно розміщувати в ізольованому приміщенні. При розміщенні зони в цеху в окремій кабіні стіни необхідно облицьовувати звуопоглинаючими матеріалами з коефіцієнтом звукопоглинання не нижче 0,7. Для захисту органів слуху від шуму необхідно застосовувати антифони. Значення кількісних показників освітлення представлені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Нормативні рівні звукового тиску

Робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ у октавних смугах із середньогометричними частинами Гц									Еквівалент- ний рівень звуку дБ (A)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
постійні	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Джерелами вібрації являються автомобілі, які рухаються по зоні, працюючі ДВЗ та інші агрегати автомобілів, компресори, вентиляційні системи та ін. На робітників може діяти локальна і загальна вібрація. Локальна передається через руки, загальна через підошви ніг. Загальна вібрація категорії “а”, критерій оцінки – границя зниження продуктивності.

Амплітуду коливань при вібраціях вимірюють з допомогою електричних віброметрів АИН-4. Орієнтовані заміри вібрацій виконують механічними вібрографами.

Вібрації знижуються при використанні амортизаторів, змащувальних матеріалів та реактивних гасників пульсації. Особливе значення в боротьбі з вібрацією мають фундаменти виробничих будівель, а також фундаменти під устаткуванням. На робітників може діяти локальна і загальна вібрація. Локальна передається через руки, загальна через підошви ніг. Загальна вібрація категорії “а”, критерій оцінки – границя зниження продуктивності.

### 5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

#### 5.3.1 Розробка та розрахунок пункту спеціальної обробки (ПуСО)

Для зниження можливих доз опромінення при ліквідації наслідків у зонах забруднення проводиться дезактивація території, будинків і споруджень, устаткування, техніки й інших об'єктів, виконуються заходи щодо усунення пилу. Роботи ведуться позмінно з урахуванням припустимих доз опромінення, встановлених для формувань. Радіоактивні відходи, що утворюються при дезактивації, вивозяться на спеціально створювані пункти захоронення.

Пункти спеціальної обробки (ПуСО) створюються на межах зон забруднення; люди і транспорт, що відбувають із зон забруднення, на них проходять дозиметричний контроль. При виявленні забруднення вище припустимих рівнів люди проходять санітарну обробку, транспорт – дезактивацію. Забруднений одяг відправляється на дезактивацію, замість нього з підмінного фонду видається чистий. Санобробка людей може також проводитися на стаціонарних санітарно-обмивальних пунктах (СОП), дезактивація – на станціях знезаражування транспорту (СЗТ).

Техніка і майно, що вивозяться із забрудненої території, дезактивуються на спеціальних майданчиках, які обладнуються біля ПуСО.

#### 5.3.2 Розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки

Визначення кількості естакад необхідних для миття автомобілів:

$$N_e = \frac{H_{\text{год}} \cdot t_m}{60} = \frac{16 \cdot 16}{60} = 4,27$$

де  $H_{\text{год}}=16$  (авт/год) – інтенсивність руху автомобілів;

$t_m=16$  (хв.) – час витрачений на миття одного автомобіля.

Отже для організації ПуСО необхідно 5 естакад.

Необхідна кількість постів для прибирання:

$$N_e = \frac{H_{год} \cdot t_n}{60} = \frac{16 \cdot 18}{60} = 4,8$$

де  $t_n = 18$  (хв) – мінімальний час необхідний для прибирання одного автомобіля.

Отже для організації ПуСО необхідно 5 постів для прибирання.

Схема організації ПуСО показана на рис. 5.1.

Необхідна кількість води для миття автомобілів на 5 днів:

1. Протягом 5-ти днів безперервної роботи через ПуСО пройде

$$H_{5д} = H_{год} \cdot 24 \cdot 4 = 16 \cdot 24 \cdot 5 = 1920 \text{ (авт).}$$

2. Необхідна кількість води для миття одного автомобіля  $V_a = 180$  л, тоді необхідна кількість води на 4 доби

$$V_{5д} = 1920 \cdot 180 = 345600 \text{ (л);}$$

Визначаємо необхідну кількість препарату для дезактивації за умови, що витрати необхідного розчину будуть такі ж як витрати води:

$$V_{п} = M_{п} \cdot V_a,$$

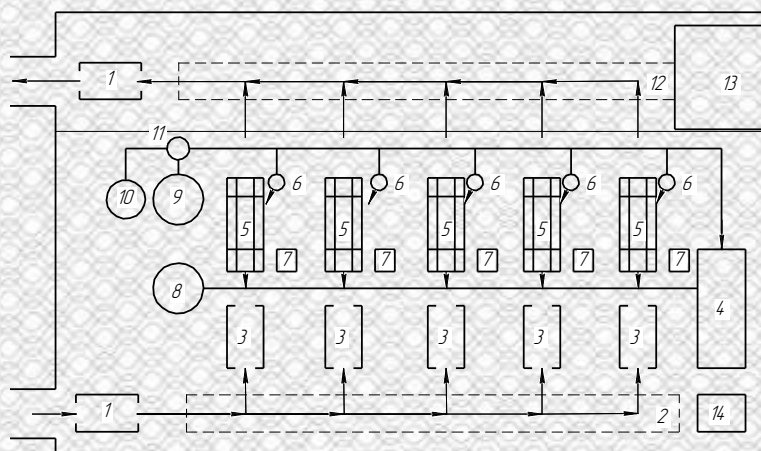


Рисунок 5.1 – План пункту спеціальної обробки

1 – зона дозиметричного контролю, 2 – зона висадки пасажирів та очікування, 3 – зона проведення прибирання, 4 – пункт санітарної обробки пасажирів та тимчасового перебування, 5 – естакади, 6 – пристрої подачі води, 7 – столи для обробки вузлів, 8 – відстійник стічних вод, 9 – ємність з водою, 10 – ємність дезактиваційним розчином, 11 – дозатор, 12 – зона посадки пасажирів, 13 – зона очікування, 14 – склад відпрацьованих ЗІЗ

Норми витрати препарату ОП-10 на один літр води складають

$M_n = 0,3\%$ , тоді:

$$V_{п5д} = M_n \cdot V_{5д} = 0,003 \cdot 345600 = 1036,8 \text{ (л);}$$

Норми витрати натрію гексаметафосфату (ГМФН) 0,7%, знайдемо його необхідну кількість:

$$V_{п5д} = M_n \cdot V_{5д} = 0,007 \cdot 345600 = 2688 \text{ (л).}$$

До основних способів відносять дезактивації техніки і транспорту:

- змивання радіоактивних речовин розчинами для дезактивації, водою і розчинниками з одночасною обробкою зараженої поверхні щітками дегазаційних машин і приборів дозволяє знизити зараженість у 50-80 разів;
- змивання радіоактивних речовин струменем води під тиском дозволяє знизити зараженість в 20 разів;
- видалення радіоактивних речовин переривистим газо-крапельним потоком з використанням спеціальної техніки з турбореактивними двигунами;
- видалення радіоактивних речовин обтиранням заражених поверхонь тампонами з ганчірок, змоченими розчинами для дезактивації, водою або розчинниками; використовується в основному для внутрішніх поверхонь техніки і транспорту;
- замітання (змивання) радіоактивного пилу віниками, щітками, мотлохом та іншими підручними засобами; використовується в основному при проведенні часткової дезактивації;
- видалення радіоактивного пилу методом відсмоктування пилу, здійсню-

ється за допомогою спеціальних комплектів (ДК 4).

При частковій дегазації і дезінфекції з використанням дегазаційних комплектів насамперед обробляються ті частини і поверхні техніки та транспорту, з якими необхідний контакт при виконанні роботи (поставленої задачі).

Повна дегазація складається з повного знезаражування або видалення зі всієї поверхні техніки і транспорту отруйних речовин шляхом протирання заражених поверхонь розчинами для дегазації; при їх відсутності можуть бути використані розчинники і розчини для дезактивації.

Для протирання використовуються щітки дегазаційних машин, комплектів і приладів.

Повна дезінфекція виконується тими самими способами, що і дегазація, але тільки з використанням активних розчинів для дегазації і дезінфекції.

Якщо можливо, то доцільно провадити відразу повну, а не часткову дезактивацію, дегазацію і дезінфекцію техніки та транспорту.





## ВИСНОВКИ

1. Аналіз виробничої діяльності станції технічного обслуговування товариства з обмеженою відповідальністю “Автомир-Вінниця”, а також аналіз наукових робіт та технічної літератури у сфері організації надання послуг обслуговування та ремонту автомобілів на станціях технічного обслуговування показав, що проблеми оптимізації і підвищення ефективності виробничого процесу обслуговування та поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування не можуть бути вирішені класичними підходами.

2. Вікова та кількісна структура автомобілів які обслуговуються на станції технічного обслуговування безпосередньо впливає на величину оборотного фонду запасних частин, тому обґрунтовано необхідність оптимізації величини оборотного фонду.

3. Підвищення ефективності процесу обслуговування та поточного ремонту автомобілів може бути забезпечення на основі теорії її масового обслуговування. Базуючись на запропонованому науковому підході розроблено алгоритм визначення оптимальної кількості постів в зоні технічного обслуговування та поточного ремонту.

4. оптимізація кількості постів зони технічного обслуговування і поточного ремонту, а також оптимізація оборотного фонду запасних частин дають можливість мінімізувати витрати при наданні послуг індивідуальним власникам автомобілів. Така мінімізація забезпечується оптимальним співвідношенням автомобілів що перебувають в черзі та кількістю робочих постів.

## 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. Газарян А. А. Техническое обслуживание автомобилей / Газарян А. А. – [2-е изд., перераб. и допол.] – М. : "Третий Рим", 2000. – 272 с.
4. Говорущенко Н. Я. Системотехника транспорта (на примерах автомобильного транспорта). В 2-х частях / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 1998. – Т.1 – 255 с.; – Т.2 – 219 с.
5. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта : учебное пособие / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. – Харьков : ХГАДТУ, 2001. – 271 с.
6. Диагностическое и гаражное оборудование для станций технического обслуживания автомобилей : [информационные листы и каталоги представительства концерна Роберт Бош Лтд в Украине]. – К., 2007.
7. Законодавство України про автомобільний транспорт : збірник законодавчих актів : станом на 1 травня 2005 р. / Верховна Рада України. – К. : Парламентське видавництво, 2005. – 140 с. – (Нормативні директивні правові документи).
8. Канарчук В. Є. Виробничі системи на транспорті : підручник / В. Є. Канарчук, І. П. Курніков. – К. : Вища школа, 1997. – 359 с.
9. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 1 : теоретичні основи. Технологія : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К. : "Вища школа", 1994. – 342 с.
10. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 2 : організація, планування і управління : підручник / В. Є. Канар-

чук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К. : "Вища школа", 1994. – 383 с.

11. Каталог специализированного технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей : [каталог] / Минавтотранс УССР. – Киев, 1988.

12. Колесник П. А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник для вузов / П. А. Колесник, В. А. Шейнин – М. : Транспорт, 1985. – 325 с.

13. Кузнецов Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей : учебник для вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. / [Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др.] – М. : Наука, 2001. – 535 с.

14. Курніков І. П. Технологічне проектування підприємств автомобільного транспорту : навчальний посібник / Курніков І. П., Корольов М. К., Токаренко В. М. – К. : Вища школа, 1993. – 191 с.

15. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів : технологія : підручник / Лудченко О. А. – К. : Вища шк., 2007. – 527 с. : іл.

16. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / Лудченко О. А. – К. : Знання, 2004. – 478 с.

17. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 8.07010601 – Автомобілі та автомобільне господарство / Уклад. В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. - Вінниця : ВНТУ, 2013. - 64 с.

18. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания / Напольский Г. М. – М. : Транспорт, 1993. – 271 с.

19. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта : ОНТП-01-91. – М. : Гипроавтотранс, 1991. – 184 с. – (Нормативные директивные правовые документы).

20. Основы технической диагностики / Под ред. П. П. Пархоменко. – М. : Машиностроение, 1976. – 462 с.

21. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного сос-

тава автомобильного транспорта. – М. : Транспорт, 1986. – 72 с. – (Нормативные директивные правовые документы).

22. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – К. : Мінтранс України, 1998. – 16 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України).

23. Руководство по техническому обслуживанию газобаллонных автомобилей, работающих на сжиженных нефтяных газах. – М. : ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1983. – (Нормативный документ Минавтотранса РСФСР).

24. Руководство по эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на сжатом природном газе. – М. : ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1983. – (Нормативный документ Минавтотранса РСФСР).

25. Соснин Д. А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматики современных легковых автомобилей : учеб. пособие / Соснин Д. А. – [2-е. изд.] – М. : СОЛОН-Р, 2005. – 272 с.

26. Спичкин Г. В. Практикум по диагностированию автомобилей / Г. В. Спичкин, А. М. Третьяков. – М. : Высшая школа, 1986. – 318 с.

27. Средства транспортные дорожные. Эксплуатационные требования безопасности к техническому состоянию и методы контроля : ДСТУ 3649– 97. – К. : Госстандарт Украины, 1998. – 17 с. – (Нормативные директивные правовые документы).

28. Табель технологического оборудования автотранспортных предприятий / Минавтотранс УССР. – Киев, 1984. – (Нормативный документ Минавтотранса УССР).

29. Технические средства диагностирования : справочник / [В. В. Клюев, П. П. Пархоменко, В. Е. Абрамчук и др.]; под ред. В. В. Клюева. – М. : Машиностроение, 1989. – 672 с.

30. Типовые проекты рабочих мест на автотранспортном предприятии / НИИАТ, КазНИИАТ. Госавтотранс ПИИ проект. – М. : Транспорт, 1977. – (Нормативный документ Минавтотранса).

31. Фастовцев Г. В. Организация ТО и Р легковых автомобилей / Фастов-

цев Г. В. – М. : "Транспорт", 1989 .

32. Харазов А. М. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей : справочное пособие / Харазов А. М. – М. : Высшая шк., 1990. – 208 с.

33. Кукурудзяк Ю.Ю. Розробка діагностичної моделі мехатронної системи автомобіля / Ю. Ю. Кукурудзяк, О. В. Печенюк, В. В. Смашнюк // Матеріали 50-ої науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету, 10-12 березня 2021 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] – Вінниця: ВНТУ, 2021. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2021/paper/view/12421/10379>





## ДОДАТОК А

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

ПОГОДЖЕНО

Керівник або заступник  
(назва підприємства або організації та  
прізвище)  
(підпис)

« \_\_\_\_\_ » 20\_\_ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри АТМ  
д.т.н., проф. В.А. Макаров

« \_\_\_\_\_ » 20\_\_ р.

### ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

**на виконання магістерської кваліфікаційної роботи**

на тему: Підвищення ефективності виробничого процесу обслуговування та поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування товариства з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця»

08-29.МКР.105.00.000.ТЗ

Науковий керівник: к.т.н., доцент кафедри АТМ  
наук. ступінь, вчене звання (посада)

Кукурудзяк Ю. Ю.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Студент групи 1АТ-19мз  
назва групи

Смашнюк В.В.  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Вінниця – 2021 р.

**1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи (МКР)**  
наказ № 64 по ВНТУ від «09» березня 2021 р. про затвердження теми МКР.

## **2. Мета і призначення магістерської кваліфікаційної роботи**

Магістерська кваліфікаційна роботи призначена для вирішення питань організації роботи зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів, що є одним з основних критеріїв забезпечення якості надання автосервісних послуг.

**Мета роботи:** підвищення ефективності організації робіт обслуговування і поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування.

**Для виконання МКР необхідно розв'язати такі задачі:**

1. Виконати аналіз діяльності станції технічного обслуговування, аналіз і дослідження ринку послуг та аналіз організації робіт з обслуговування і ремонту автомобілів на підприємстві.

2. Проаналізувати фактори які впливають на ефективність функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів, визначити основні параметри які впливають на ці фактори.

3. Обґрунтувати і запропонувати науковий підхід щодо удосконалення організації її робіт в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту, а саме оптимізації кількості робочих постів обслуговування та оптимізації оборотного фонду запасних частин.

4. Базуючись на теорії масового обслуговування розробити алгоритм практичної реалізації визначення оптимальної кількості робочих постів в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту

## **3. Вихідні дані для написання магістерської кваліфікаційної роботи**

Вимоги до параметрів функціонування виробничих підрозділів станції технічного обслуговування автомобілів (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 обслуговування і поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування

#### 4. Виконавець МКР – Сماشнюк Володимир Васильович, ст. гр. 1АТ-19мз.

#### 5. Вимоги до виконання МКР

В процесі виконання магістерської кваліфікаційної роботи потрібно – провести дослідження існуючих підходів щодо оцінювання основних параметрів функціонування виробничих підрозділів станції технічного обслуговування автомобілів. Розробити математичну модель, яка враховує виявлені недоліки і дозволяє оптимізувати вказані параметри в різних умовах кількості клієнтів СТО та заявок на виконання певних робіт обслуговування індивідуальних автомобілів. Визначити можливість використання удосконаленої методики в умовах функціонування СТО.

#### 6. Етапи МКР і терміни їх виконання

Етапи МКР	Зміст етапу	Термін виконання	Очікувані результати
Вибір напрямку дослідження	<ul style="list-style-type: none"> <li>Добір, вивчення та узагальнення наукової та статистичної інформації</li> <li>Розгляд можливих напрямів досліджень та їх оцінювання</li> <li>Вибір напрямку дослідження</li> <li>Обґрунтування прийнятого напрямку дослідження</li> <li>Розроблення, погодження і затвердження ТЗ на МКР</li> </ul>	10.03-14.03.2021	розгорнутий план МКР
Основна частина роботи	<ul style="list-style-type: none"> <li>Науково-технічне обґрунтування розробок з оцінювання параметрів функціонування зони ТО і ПР СТО</li> </ul>	15.03-28.03.2021	Розділ 1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Методологія оцінювання параметрів функціонування зони ТО і ПР СТО</li> </ul>	29.03-18.04.2021	Розділ 2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Перевірка адекватності розробленої математичної моделі</li> </ul>	19.04-07.05.2021	Розділ 2
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Результати проведених досліджень, їх аналіз та практичні рекомендації</li> </ul>	10.05-25.05.2021	Розділ 3

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</li> </ul>	26.04-25.05.2021	Розділ 4
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Складання висновків за результатами досліджень</li> </ul>	20.05-25.05.2021	Висновки МКР
Узагальнення результатів досліджень, підготовка до захисту роботи	<ul style="list-style-type: none"> <li>Узагальнення результатів теоретичних та аналітичних досліджень та написання доповіді на захист МКР</li> <li>Оформлення ілюстративного матеріалу, реферату, підготовка презентації МКР в редакторі Microsoft Office PowerPoint.</li> <li>Одержання відзиву наукового керівника та рецензії</li> </ul>	25.05-28.05.2021	Ілюстративний матеріал, презентація

## 7. Очікувані результати

На основі одержаних наукових результатів отримати практичні рекомендації щодо обґрунтування заходів із підвищення ефективності виробничого процесу обслуговування та поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування товариства з обмеженою відповідальністю «Автомир-Вінниця»

## 8. Матеріали, які подають після завершення написання МКР та її етапів

Переплетена пояснювальна записка магістерської кваліфікаційної роботи; графічний матеріал; відгук керівника; рецензія зовнішнього рецензента.

## 9. Порядок приймання МКР та її етапів

Результати магістерської кваліфікаційної роботи розглядаються на процентовках керівником роботи та завідувачем кафедри відповідно до етапів роботи та термінів їх виконання; проводиться попередній захист роботи та офіційний захист магістерської кваліфікаційної роботи.

Дата початку роботи – 10 березня 2021 р.

Граничний термін закінчення робіт – 28 травня 2021 р.

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет машинобудування та транспорту  
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему:

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ  
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ  
АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «АВТОМИР-ВІННИЦЯ»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 1АТ-19мз

Смашнюк В.В.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ

Кукурудзяк Ю.Ю

**Мета роботи** – Підвищення ефективності організації робіт обслуговування і поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування

**Основні задачі роботи:**

1. Виконати аналіз діяльності станції технічного обслуговування, аналіз і дослідження ринку послуг та аналіз організації робіт з обслуговування і ремонту автомобілів на підприємстві.
2. Проаналізувати фактори які впливають на ефективність функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів, визначити основні параметри які впливають на ці фактори.
3. Обґрунтувати і запропонувати науковий підхід щодо удосконалення організації її робіт в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту, а саме оптимізації кількості робочих постів обслуговування та оптимізації оборотного фонду запасних частин.
4. Базуючись на теорії масового обслуговування розробити алгоритм практичної реалізації визначення оптимальної кількості робочих постів в зоні технічного обслуговування і поточного ремонту

**Об'єкт дослідження** – процес організації робіт обслуговування і поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування

**Предмет дослідження** – методи і алгоритми визначення ефективності функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту автомобілів на станції технічного обслуговування автомобілів

## Наукова новизна отриманих результатів

1. Запропоновано науковий підхід удосконалення організації робіт обслуговування і поточного ремонту автомобілів в умовах станції технічного обслуговування, який полягає в оптимізації кількості постів зони технічного обслуговування і поточного ремонту.
2. Запропоновано науковий підхід визначення оптимального оборотного фонду запасних частин для виконання робіт обслуговування і поточного ремонту.

# Організаційна структура ТОВ «Автомир-Вінниця»



Салон нових автомобілів (шоу-рум)

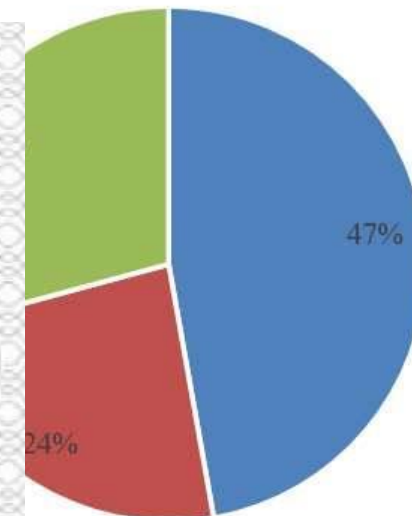
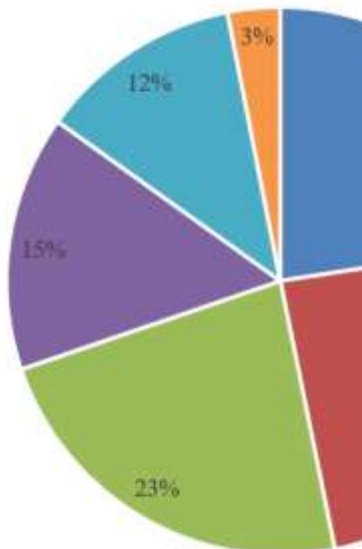
Від прий замож

Офісні приміщення

Паркувальний майданчик та зона відпочинку

# Дослідження ринку послуг СТО

Оцінка попиту на послуги підприємств автосервісу виконується різними методами статистичного спостереження.



ГО спеціалізованого  
громадянства

- Сервісні центри інших представників корпорацій
- Майстерні невеликих розмірів

Дані статистичних досліджень МВС України

## Вихідні дані технологічного розрахунку СТО

Параметр	Ум. позн.	Од. вим.	Значення
Існуюча кількість постів	$X_{п-існ}^{СТО}$	од.	9
Кількість заїздів для вико		їздів	3420
Частота заїздів одного авт		ів в рік	2
Частота заїздів одного авт антикорозійної обробки		ів в рік	1
Кількість автомобілів, що		авт.	1710
в тому числі:		вт.(%)	376
- автомобілів I групи:		вт.(%)	718
- автомобілів II групи:		вт.(%)	616
- автомобілів III групи:		км	12500
Середньорічний пробіг ав		-	Ручний
Спосіб миття автомобілів		-	Помірно-теплий
Кліматичний район			
Кількість робочих днів СТО		дні	305
Тривалість зміни		год.	7
Кількість робочих змін	ТО і П		1
	миття і прибирання	с	1
	приймання і видачі	с	1
	передпродажна підготовка	с	1
	антикорозійного захисту	с	1





## Результати технологічного розрахунку СТО

Вид робіт	Розподіл за видами робіт, люд.-год		Розподіл за місцем виконання									
			Постові роботи					Дільничні роботи				
	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		К-сть постів	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.				
	%	$T_{ТОіПР}^i$	%	$T_{ТОіПР}^i$		$P_{я}$	$P_{ш}$	$X_{ТОіПР}^i$	%	$T_{ТОіПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Роботи ТО і ПР автомобілів												
контрольно-діагностичні												
технічне обслуговування												
мастильні												
регулювання кутів керова												
ремонт і регулювання галл												
електротехнічні									20	347,69	0,17	0,19
роботи за системою живле									30	521,54	0,25	0,29
аккумуляторні									90	782,31	0,38	0,43
шинні									70	608,47	0,29	0,33
ремонт вузлів, систем і ар									50	1738,47	0,84	0,93
кузовні й арматурні									25	2716,36	1,32	1,49
фарбувальні												
оббивні									50	651,93	0,32	0,35
слюсарно-механічні									00	3042,33	1,47	1,62
Разом робіт ТО і ПР									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



# Визначення оптимального фонду запасних частин

$$\omega = \frac{\Delta n_i}{N_i \Delta l_i},$$

$\Delta n_i$  – кількість відмов за одиницю пробігу  $\Delta l_i$ .

$$\beta = \frac{m}{n \Delta t},$$

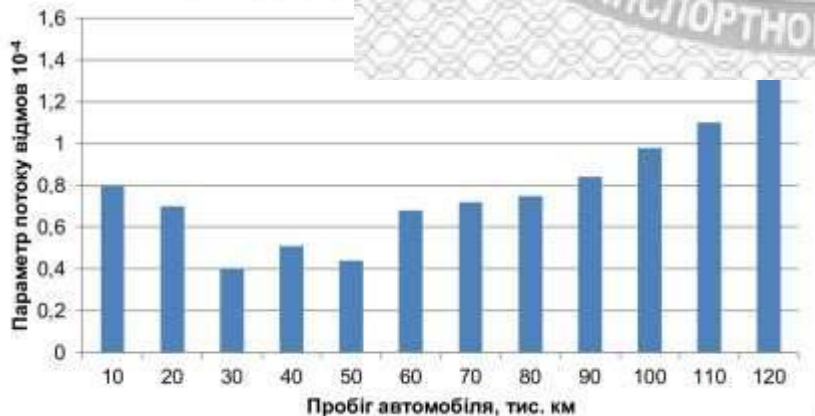
$$A \geq \frac{N n \omega}{\beta}$$



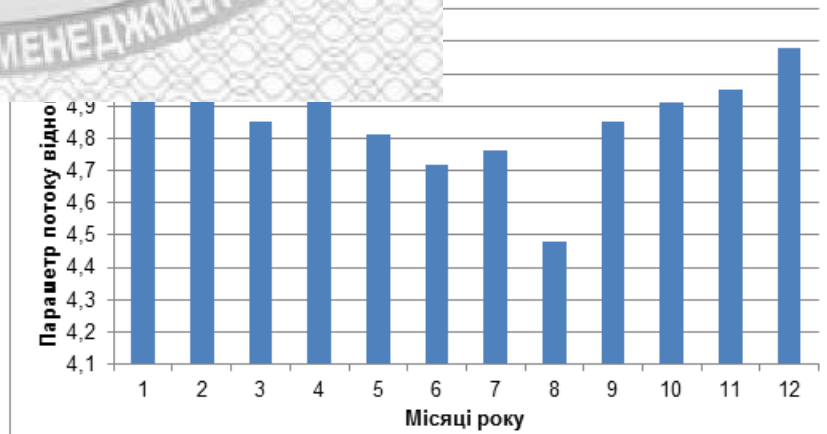
ту в інтервалі  $\Delta t$ .

ових елементів

Параметр амортиза



у відновлення



# Схема системи масового обслуговування та показники ефективності



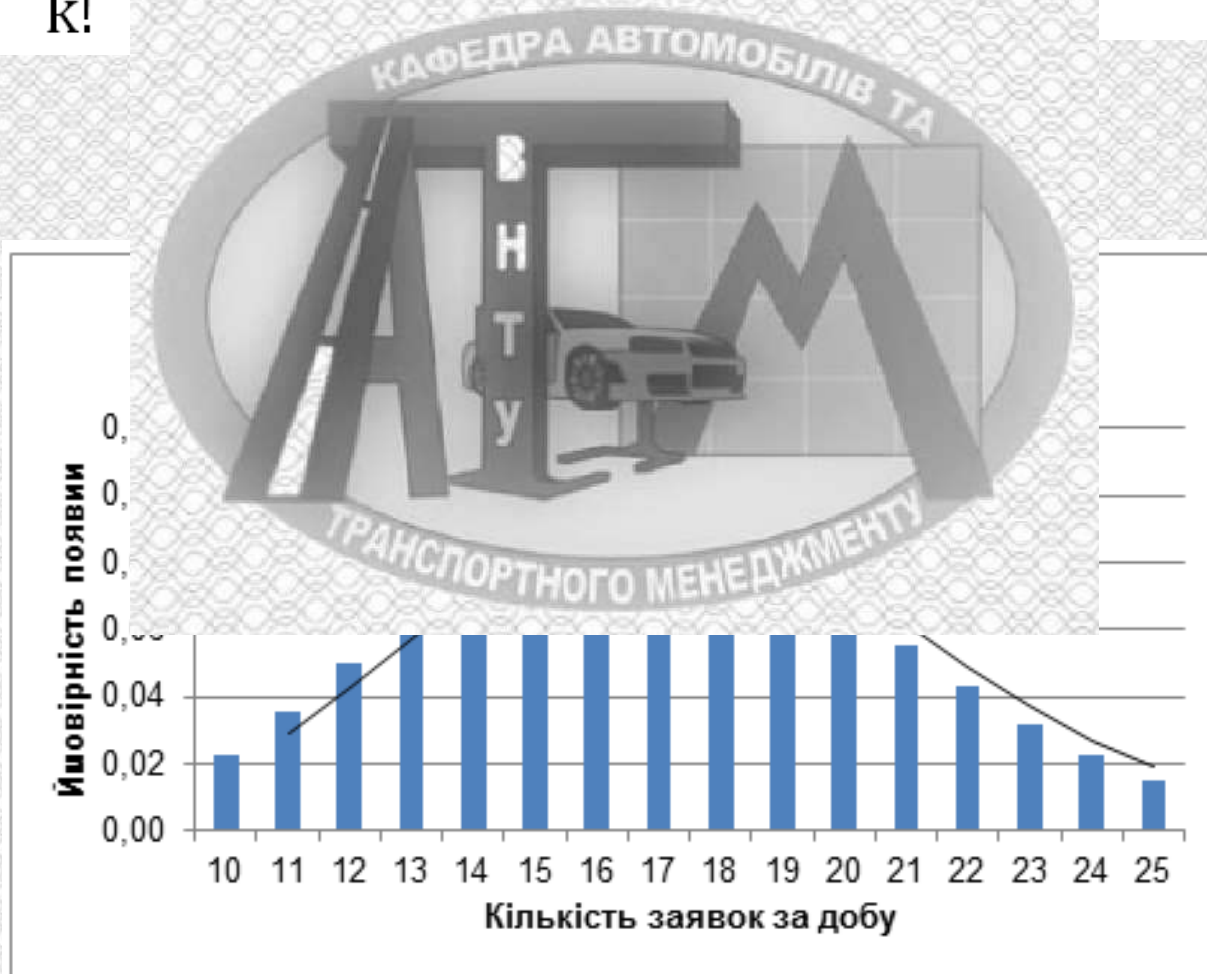
Тип СМО				Число зайнятих апаратів обслуговування $n_{зайн}$
Одноканальна ( $n = 1$ )				$n_{зайн} = \frac{\mu}{\omega + \mu}$
Багатоканальна ( $n > 1$ )	$g = 1 - \frac{P_0}{n!}$	$P_0 = \frac{1}{1 + \sum_{k=1}^n \frac{\rho^k}{k!}}$	$P_{відм} = \frac{P_0}{n!}$	$n_{зайн} = \rho g$
Багатоканальна взаємодопомогою ( $n > 1; \mu_{бр} = n\mu$ )	$g = \frac{\mu_{бр}}{\omega + \mu_{бр}}$	$P_0 = \frac{\mu_{бр}}{\omega + \mu_{бр}}$	$P_{відм} = \frac{\omega}{\omega + \mu_{бр}}$	$n_{зайн} = \frac{\omega}{\omega + n\mu}$

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

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

$$P_{k=0} = \frac{a^k}{k!} e^{-a}$$

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



## 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

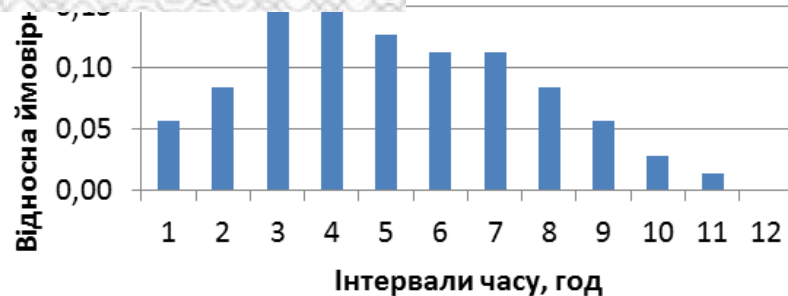
Інтервали часу



Час перебуванн



мовірність  
в заданому  
лі часу



## Середня довжина черги

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

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

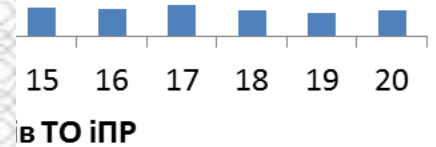
$P_0$  - ймовірність нульової системи

$S$  – число постів в системі

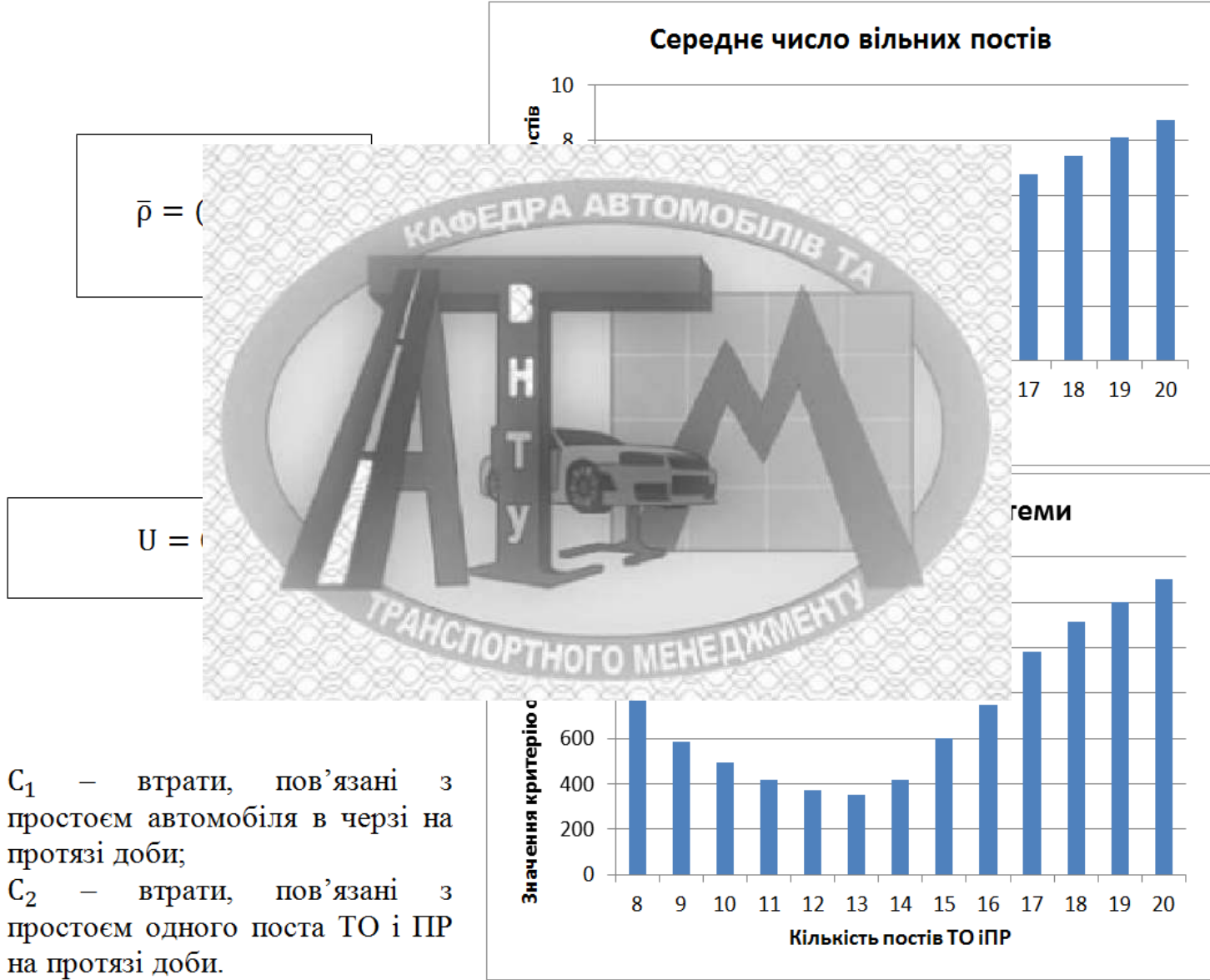
$\psi$  – коефіцієнт використання робочого часу постів



а черги



# Визначення числа постів ТО і ПР за критерієм оптимальності

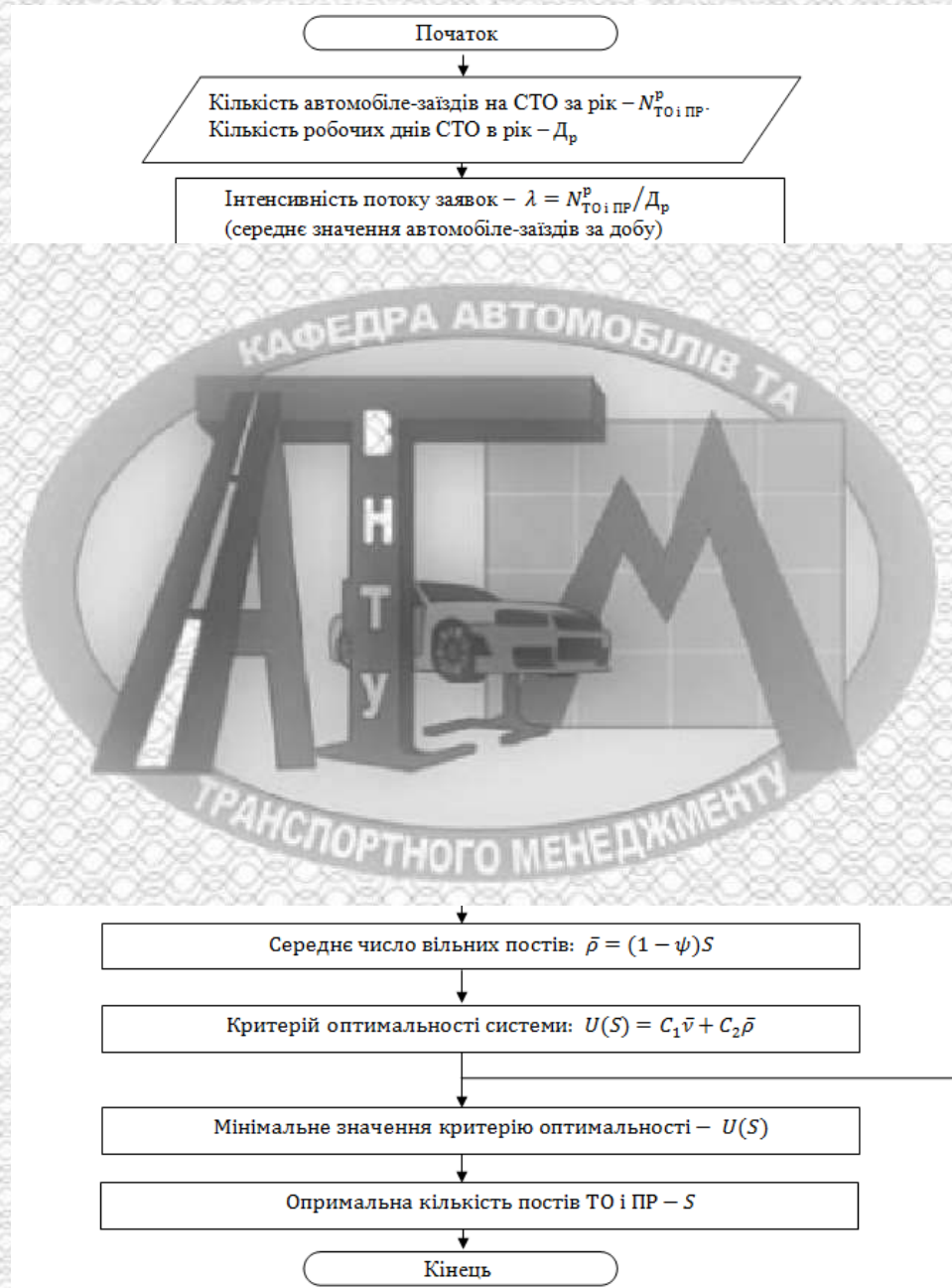


$C_1$  – втрати, пов’язані з простоем автомобіля в черзі на протязі доби;

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



## Блок-схема оптимізації кількості постів ТО і ПР



## ВИСНОВКИ

1. Аналіз виробничої діяльності станції технічного обслуговування товариства з обмеженою відповідальністю “Автомир-Вінниця”, а також аналіз наукових робіт та технічної літератури у сфері організації надання послуг обслуговування та ремонту автомобілів на стадії оптимізації і економічного ремонту в процесі підвищення ефективності обслуговування автомобілів в умовах класичними підходами.

2. Вікова та кількісна структура фонду запасних частин, тому обсяг обслуговування.

3. Підвищення продуктивності автомобілів можливе базуючись на запланованій оптимальній кількості автомобілів.

4. Оптимізація кількості витрат при наданні послуг індивідуальним власникам автомобілів. Така мінімізація забезпечується оптимальним співвідношенням автомобілів що перебувають в черзі та кількістю робочих постів.

