



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

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

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

« 19 » 09 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Подольану Дмитру Віталійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Авто Дім» місто Вінниця»,

керівник роботи Крещенецький Володимир Леонідович, к.т.н., доцент,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Строк подання студентом роботи: 07.12.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автопарку України; район експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – СТО «Авто-Дім» місто Вінниця; об'єкт дослідження – процеси забезпечення надійності АТЗ та їх вплив на безпеку руху; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

1 Аналіз сучасних методів і способів оптимізації функціонування виробничого підрозділу станції технічного обслуговування автомобілів

2 Визначення параметрів функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту.

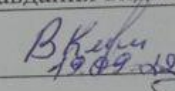
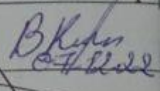

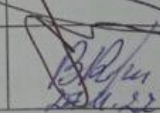
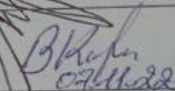
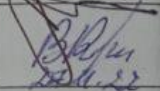
3 Оптимізація функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту.

4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

- 1-3 Тема, мета та завдання дослідження.
- 4 Техніко-економічні показники ВТБ СТО.
- 5 Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО.
- 6 Вихідні дані технологічного розрахунку СТО.
- 7 Параметри потоку відновлення та відмов амортизації підвіски.
- 8 Схема системи масового обслуговування та показники ефективності.
- 9 Критерії оптимальності систем та ймовірність появи заданого числа заявок.
- 10 Середнє число вільних постів та середня довжина черги.
- 11 Блок-схема оптимізації кількості постів ТО і ПР.
- 12 Висновки.

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

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


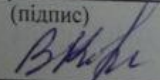
7. Дата видачі завдання « 19 » вересня 2022 р.

#### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

Керівник роботи

  
(підпис)  
  
(підпис)

Подолян Д.В.

Крещенецький В.Л.

## АНОТАЦІЯ

Предметом дослідження є методи і алгоритми визначення параметрів функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту на станції технічного обслуговування автомобілів

Робота складається з чотирьох розділів:

1. Аналіз сучасних методів і способів оптимізації функціонування виробничого підрозділу станції технічного обслуговування автомобілів. 2. Визначення параметрів функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту. 3. Оптимізація функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту. 4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження - процес функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту на станції технічного обслуговування автомобілів.

Головною метою кваліфікаційної роботи є удосконалення методики оптимізації основних параметрів функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту станції технічного обслуговування автомобілів.

В роботі виконано:

1. Запропоновано науковий підхід оптимізації оборотного фонду запасних частин зони технічного обслуговування і поточного ремонту та кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів.

2. Одержав подальший розвиток метод визначення параметрів функціонування виробничих підрозділів СТО на основі теорії масового обслуговування.

## ANNOTATION

The subject of research is methods and algorithms determine the parameters of the area of maintenance and current repair station maintenance vehicles

The work consists of four sections:

1. Analysis of modern methods and ways to optimize the functioning of the unit stations vehicle maintenance. 2. Defining parameters of the area of maintenance and maintenance. 3. Optimize the operation area of maintenance and maintenance. 4. Health and safety in emergency situations.

The object of study - the process of functioning of a maintenance and current repair station maintenance vehicles.

The main aim of the qualification is to improve methods of optimizing the basic parameters of the areas of maintenance and current repair station maintenance vehicles.

The work carried out:

1. A scientific approach Revolving Fund optimizing spare parts area maintenance and routine maintenance and the number of service positions of individual vehicles.

2. Has received the further development of the method of determining the parameters of the production units stations based on queuing theory.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 РОЗДІЛІ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ І СПОСОБІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПІДРОЗДІЛУ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ	10
1.1 Аналіз системи ТО і ремонту автомобілів	10
1.2 Аналіз стану виробничо-технічної бази СТО	14
1.3 Аналіз існуючої системи і організації ТО і ПР	20
1.4 Основні висновки і задачі проектування	25
2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ	27
2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних	27
2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ	30
2.3 Розрахунок чисельності робітників	37
2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ	39
2.5 Організація виробничих підрозділів на СТО	41
3 ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ	49
3.1 Формування потоку відмов автомобілів	49
3.2 Обґрунтування оптимального обмінного фонду	59
3.3 Організація ТО і ПР автомобілів як системи масового обслуговування	60
3.4 Показники ефективності організації ТО і Р ДТЗ	65
3.5 Дослідження вхідного потоку вимог ТО і ПР	69
3.6 Дослідження середньої тривалості обслуговування одного автомобіля	73
3.7 Оптимізація кількості постів ТО і ПР	75
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	82
4.1 Аналіз умов праці	82
4.2 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи	82
4.3 Організаційні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	83

4.4	Організація та розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки	87
	автотранспорту на базі станції технічного обслуговування	
	ВИСНОВКИ	93
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	94
	ДОДАТКИ	97

## ВСТУП

### **Актуальність теми.**

Наш автомобільний ринок знаходиться на стадії розвитку і тому істотно відрізняється від стабільного автомобільного ринку Західної Європи. У структурі бізнес інтересів на автомобільному ринку України переважає продаж автомобілів. Обсяги і темпи продажів щорічно збільшуються. Розвиток автосервісу відстає від потреб ринку, тому що темпи розвитку автосервісних підприємств об'єктивно не можуть відповідати темпам приросту парку, а також тому, що бізнес не зацікавлений в створенні таких підприємств через більш низьку рентабельність автосервісу в порівнянні з продажем автомобілів.

Ця об'єктивна економічна ситуація веде до росту дефіциту автосервісу, зниження його якості і деформації пропозиції.

Така ситуація триватиме до повного насичення ринку і суттєвого зниження темпів приросту парку. Коли приріст парку практично зупиниться, як це спостерігається в розвинених країнах, і, відповідно, знизиться рентабельність продажу автомобілів, що також спостерігається в Європі, почне розвиватися автосервіс і конкуренція в ньому буде висока.

Зростання конкуренції потребують суттєвого підвищення якості автосервісу, рівня задоволеності клієнтів. Нині діючі СТО, зіткнувшись з цим завданням, в більшості випадків виявляються не готовими до її вирішення, оскільки зараз можуть дозволити собі не дбати про якість послуг.

Слід враховувати, що питання налагодження системи якості, в тому числі в зв'язку з необхідністю покращення організації роботи підприємства та підбору більш кваліфікованого персоналу, вирішуються набагато складніше, ніж питання технічного оснащення СТО. Очевидно, що багато сучасних підприємств автосервісу, які звикли працювати в умовах неякісного сервісу, не зможуть витримати конкуренцію і будуть змушені піти з ринку.

Дана робота передбачає дослідження питань організації функціонування виробничого підрозділу станції технічного обслуговування автомобілів, що є одним



з основних критеріїв забезпечення якості надання автосервісних послуг, а відповідно і кількості клієнтів підприємства.

Виходячи з вище описаного можна охарактеризувати дану роботу як актуальну, направлену на вирішення важливої науково-технічної 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.** Удосконалення методики оптимізації основних параметрів функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту станції технічного обслуговування автомобілів.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

1. Виконати аналіз сучасних методів і способів оптимізації функціонування виробничих підрозділів станції технічного обслуговування автомобілів.

2. Визначити основні параметри функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту станції технічного обслуговування та проаналізувати фактори, що на них впливають.

3. Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо оптимізації оборотного фонду запасних частин зони технічного обслуговування і поточного ремонту та кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів.

4. Розробити алгоритм практичної реалізації оптимізації кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів на СТО на основі критерію оптимальності теорії масового обслуговування.

**Об'єкт дослідження** – процес функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту на станції технічного обслуговування автомобілів.

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

**Методи досліджень.** У процесі дослідження застосовувались: математичне моделювання для розробки моделі оптимізації кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів на СТО на основі теорії масового обслуговування.

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

1. Запропоновано науковий підхід оптимізації оборотного фонду запасних частин зони технічного обслуговування і поточного ремонту та кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів.

2. Одержав подальший розвиток метод визначення параметрів функціонування виробничих підрозділів СТО на основі теорії масового обслуговування.

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

- алгоритм оптимізації оборотного фонду запасних частин станції технічного обслуговування автомобілів;
- алгоритм оптимізації кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів на СТО на основі критерію оптимальності теорії масового обслуговування.

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

**Апробація результатів роботи на наукових конференціях.** Основні положення магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (м. Вінниця, 2022 р.).

**Публікації.** Матеріали магістерської роботи висвітлені в одній опублікованій науковій праці апробаційного характеру [40].

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ І СПОСОБІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВИРОБНИЧОГО ПІДРОЗДІЛУ СТАНЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

### 1.1 Аналіз системи ТО і ремонту автомобілів

Під час експлуатації автотранспортних засобів (АТЗ) проходять порушення регулювань їх систем, вузлів та агрегатів, тобто змінюються значення структурних параметрів, безпосередньо тих, які характеризують їх працездатність чи справність. До цих параметрів належать зазори у спряженнях, зноси поверхонь деталей та інші, вимірювання яких пов'язане з потребою проведення розбиральних робіт. Це підвищує трудомісткість контролю та істотно знижує (інколи до 10% [18]) ресурс агрегату, що контролюється. Останнє пояснюється появою додаткового циклу припрацювань поверхонь спряжень деталей агрегату. Тому важливо правильно визначити періодичність втручань для того, щоб забезпечити достатню надійність АТЗ (його агрегатів) і одночасно зменшити кількість таких втручань – технічних обслуговувань (ТО).

Технічне обслуговування – комплекс операцій або одна операція, необхідні для підтримання працездатності чи справності АТЗ під час використання їх за призначенням.

На основі закону України “Про автомобільний транспорт було розроблено Положення-98 . Положення визначає порядок і періодичності проведення ТО і ремонтно-обслуговувальних дій (РОД) щодо АТЗ і поширюється на усіх юридичних та фізичних осіб, які реалізують комерційну та технічну експлуатації АТЗ незалежно від форм власності.

Якщо у документації заводу-виготівника АТЗ вказані інші періодичності, ніж зазначені у Положенні-98, то, необхідно керуватися інструкцією заводу-виготівника. Наведені нормативні значення періодичності ТО можуть бути зменшені власниками АТЗ до 20%, залежно від категорії умов їх експлуатації.

Альтернативою щодо періодичності ТО в км пробігу є періодичність у літрах (кг, т) спаленого палива. Така періодичність була регламентована “Положенням-94”, основу якої становила система ОР-Д-УН, розроблена вченими ХНАДУ. Положення-94 вказує, що заводи-виготівники встановлюють періодичності і перелік профілактичних впливів, виходячи з результатів випробувань і досвіду експлуатації своїх моделей. Вказувалось, що процеси втрати працездатності автомобіля прискорюються або затримуються, залежно від кількості транспортної роботи, яку вони виконують.

Заводи-виготівники вказують періодичність профілактичних РОД, як правило, для першої категорії (еталонні) умов експлуатації. Положення-86 [26] та пізніші регламентують усі нормативи з РОД, прив'язуючи їх до власне цих умов.

Крім категорій умов експлуатації АТЗ, на періодичність РОД, їх трудомісткість впливають й інші чинники, наприклад, природно-кліматична зона, у якій експлуатуються АТЗ, спосіб їх використання (поодинокий чи у складі автопоїзда) тощо. Усі ці особливості відображаються відповідним коефіцієнтом коректування періодичностей РОД, їх трудомісткостей та тривалостей виконання.

Основним сучасним документом, який регламентує проведення профілактичних РОД є “Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту” (“Положення-98”), який передбачає наступні їх різновиди: підготовку до продажу; технічне обслуговування в період обкатки; щоденне обслуговування (ЩО); перше технічне обслуговування (ТО-1); друге технічне обслуговування (ТО-2); сезонне технічне обслуговування (СО); поточний ремонт (ПР); капітальний ремонт (КР); технічне обслуговування під час консервації АТЗ; ТО та ремонт АТЗ на лінії.

Стандарт, наприклад, 18322-78 (СТ СЭВ 5151-85), яким користувалися до 1994 року, “Система технічного обслуговування ремонту техніки. Терміни і визначення” встановлює технічні, виробничі терміни та означення показників, основних понять, видів, методів і показників ТО і ремонту. Терміни, які встановлені цим стандартом, обов'язкові для використання у документації всіх видів науково-технічної, навчальної та довідкової літератури.

У загальних положеннях цього стандарту наведені трактування термінів, які стосуються ТО і ремонту. Наприклад, щодо технічного обслуговування:

- Технічне обслуговування – це комплекс операцій або операція щодо підтримки працездатності або справності виробу під час використання за призначенням, зберігання та транспортування
- Система ТО і ремонту техніки – це сукупність взаємопов'язаних засобів, документації з ТО і ремонту та виконавців, які потрібні для підтримування і відновлення якості виробів, що входять у цю систему
- Періодичність ТО (ремонт) – це інтервал часу або напрацювання між даним видом ТО (ремонт) і наступним таким же видом або іншим, більшої складності.

Цей стандарт також регламентує терміни щодо видів ТО:

- Періодичне ТО – це ТО, яке виконується через встановлені в експлуатаційній документації значення напрацювання або інтервали часу;
- Регламентоване ТО – це ТО, яке передбачене у нормативно-технічній документації і, яке виконується з періодичністю та в обсягах, встановлених в ній, незалежно від технічного стану виробу у моменти початку ТО;
- ТО з періодичним контролем – це ТО, за якого контроль технічного стану виконується згідно з встановленою у нормативно-технічній документації періодичністю та обсягами, а обсяг усіх решта операцій визначаються технічним станом виробу.

За даними НИИАТ на ТО і ремонт одного АТЗ середнього класу протягом року витрачається 750-1000 люд-год трудозатрат. Грошові витрати підприємства на ці ТО та ремонт становлять 12-15% собівартості перевезень. Використання засобів технічного діагностування АТЗ перетворює звичайні технологічні процеси технічного обслуговування і ремонту у раціональні, які характеризуються зменшеними трудозатратами на ТО на 6-10 %, на поточний ремонт (ПР) – на 5-7%; витратами запчастин – на 8-10%; ремонтно-технологічних матеріалів – на 10-12%; палива (після відповідних регулювань) – на 1-3%. В результаті – підвищується коефіцієнт готовності парку АТЗ на 4-6 % .

Сьогодні у державі чинна планово-запобіжна система ТО і ремонту АТЗ, у якій регламентовано періодичності ТО, згідно з “Положенням-98”.

Нормативи ТО і ремонту можуть коректуватися за допомогою коефіцієнтів залежно від: категорії умов експлуатації –  $K_1$ ; модифікації АТЗ та організації їх роботи –  $K_2$ ; природно-кліматичних умов –  $K_3$ ; пробігів АТЗ з початку експлуатації –  $K_4$  і  $K_4$ ; розмірів підприємства та кількості технологічно-сумісних груп АТЗ –  $K_5$ .

Крім планово-запобіжної системи, елементи якої задекларовані “Положеннями-94, 98”, у 80-х роках професором Говорущенко М.Я. була розроблена система ОР-Д-УН (обов’язкові роботи-діагностування-усунення несправностей). Система регламентувала виконання обов’язкових робіт (ОР) ОР-1 і ОР-2 незалежно від технічного стану автомобіля, під час виконання яких виконувалися контрольні-діагностувальні роботи – Д-1 і Д-2 (Д-1 з метою визначення загального технічного стану і стану систем безпеки руху, а Д-2 – поглиблене діагностування окремих механізмів); усунення несправностей (УН) за потребою. При цьому на ОР відводилось близько 15-25 % трудомісткості, на діагностування – 8-12 % і на УН – 65-75 % загальної трудомісткості робіт.

На основі цієї системи було розроблено “Положення-94”, згідно з яким, перелік обов’язкових робіт (у країнах СНД - ТО), їх періодичність, а також зміна переліку та періодичності виконання залежно від тривалості операцій (вік автомобіля) фірми або заводи-виготівники наводять у сервісних книжках, заводських інструкціях та інших документах.

За кордоном не регламентуються чіткі періодичності ТО повнокомплектних АТЗ. Наприклад, для японських автомобілів (Toyota, Nissan) передбачено лише по-агрегатні періодичності ТО: для нових автомобілів - ТО систем ДВЗ після 20 тис. км, але не пізніше одного року експлуатації та кожне наступне через кожні 40 тис. км, але не рідше одного разу в 2 роки. Для автомобілів Mitsubishi - через кожні 15 тис. км – аналог ТО-1, а вимірювання вмісту СО у ВГ кожні 45 тис. км, але не рідше 3 років. Особливість систем ТО закордонних АТЗ полягає в тому, що періодичність регламентується не на проведення ТО, а для обов’язкового діагностування техніч-

ного стану . Причому, одним із діагностичних параметрів обов'язково використовується токсичність відпрацьованих газів, що дозволяє не тільки контролювати токсичність, а й отримувати якісну інформацію про стан системи живлення і запалювання.

## **1.2 Аналіз стану виробничо-технічної бази СТО**

Аналіз стану виробничо-технічної бази СТО може бути виконаний різними способами. Для прикладу покажемо порівняння техніко-економічних показників існуючої міської СТО.

Всі приміщення СТО можна розділити на кілька груп. Перше, це виробничі приміщення. Вони призначені безпосередньо для надання послуг ТО і ремонту автомобілів клієнтам СТО. До цих приміщень відноситься зона ТО і ПР, пост приймання автомобілів та антикорозійної обробки, а також ремонтно-механічна дільниця. Друге – складське приміщення, призначене для зберігання запасних частин, інструменту, матеріалів та ін. Третє – допоміжні та побутові приміщення, це два санвузли, душова, побутова кімната для робітників СТО, кімната для клієнтів СТО, яка розташована біля поста приймання автомобілів. Четверте – адміністративне приміщення, в якому розміщені адміністрація СТО та бухгалтерія. Також на даному СТО є невеликий автомагазин, де продають запасні частини, та автомобільні аксесуари, які користуються найбільшим попитом.

У виробничих приміщеннях СТО розташоване технологічне обладнання, яке забезпечує технологічні процеси ТО і ремонту автомобілів. Все обладнання виробничих підрозділів СТО поділяється на чотири групи. Підйомно-оглядове обладнання – це електромеханічні підіймачі, яким обладнані пости ТО і ПР. Основне технологічне обладнання – це мотор-тестер, обладнання для розбирально-складальних робіт, стенди, верстати та ін. Допоміжне обладнання – шафа для приладів та інструментів, стіл-верстак, ящики та ін. Пристрої та інструменти – професійні набори інструментів слюсаря авторемонтника.

Оцінювання виробничо-технічної бази СТО виконується шляхом порівняння

показників ВТБ для існуючої СТО з нормативними показниками типової СТО.

Питомі техніко-економічні показники для міських СТО визначені з розрахунку на один робочий пост для еталонних умов:

- чисельність робітників – 5,0;
- площа виробничо-складських приміщень – 197 м<sup>2</sup>;
- площа адміністративно-побутових приміщень – 81 м<sup>2</sup>;
- площа території – 1050 м<sup>2</sup>;

Питомі показники для міських СТО розраховані для таких еталонних умов: число робочих постів – 10; середньорічний пробіг одного автомобіля – 10 тис. км; кліматичний район – помірно-холодний; умови водо-, тепло- і електропостачання – від міських мереж.

Для умов, що відрізняються від еталонних, всі показники для міських СТО залежно від загального числа робочих постів (ТО, ПР, комерційного миття, проти-корозійного оброблення, передпродажної підготовки) коректуються введенням коефіцієнтів  $K_p$ :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{пит}} &= P_{\text{пит}}^{\text{ет}} \cdot K_p; \\
 S_{\text{вир.пит}} &= S_{\text{вир.пит}}^{\text{ет}} \cdot K_p; \\
 S_{\text{адм.пит}} &= S_{\text{адм.пит}}^{\text{ет}} \cdot K_p; \\
 S_{\text{тер.пит}} &= S_{\text{тер.пит}}^{\text{ет}} \cdot K_p,
 \end{aligned}
 \tag{1.1}$$

де  $P_{\text{пит}}$ ,  $S_{\text{вир.пит}}$ ,  $S_{\text{адм.пит}}$ ,  $S_{\text{тер.пит}}$  – відповідні питомі значення чисельності виробничих робітників, площі виробничо-складських приміщень, площі адміністративно-побутових приміщень та площі території, зведені до умов підприємстві;

$P_{\text{пит}}^{\text{ет}}$ ,  $S_{\text{вир.пит}}^{\text{ет}}$ ,  $S_{\text{адм.пит}}^{\text{ет}}$ ,  $S_{\text{тер.пит}}^{\text{ет}}$  – значення ТЕПів для еталонних умов;

$K_p$  – коефіцієнт, що враховує число робочих постів СТО.

Дані для порівняння приведені в таблиці 1.1.



Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники СТО

Назва показника	Показники		$\frac{П_1^ф}{П_1^н} \cdot 100\%$
	Існуючої СТО, $П_1^ф$	Типової СТО, $П_1^н$	
1. Площа території, м <sup>2</sup>	2520	2310	91,66
2. Чисельність виробничих працівників, чол.	9	10	90
3. Площа виробничо-складських приміщень, м <sup>2</sup>	324	316	102,53
4. Площа адміністративно-побутових приміщень, м <sup>2</sup>	162	184	88,04

Проаналізувавши стан ВТБ СТО можна зазначити, що вона придатна для виконання якісного ремонту і ТО легкових автомобілів, але їй необхідно оптимізувати роботу зони ТО і ПР, щоб покращити якість і швидкість надання послуг.

Аналіз техніко-економічних показників СТО показує:

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

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

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

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

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

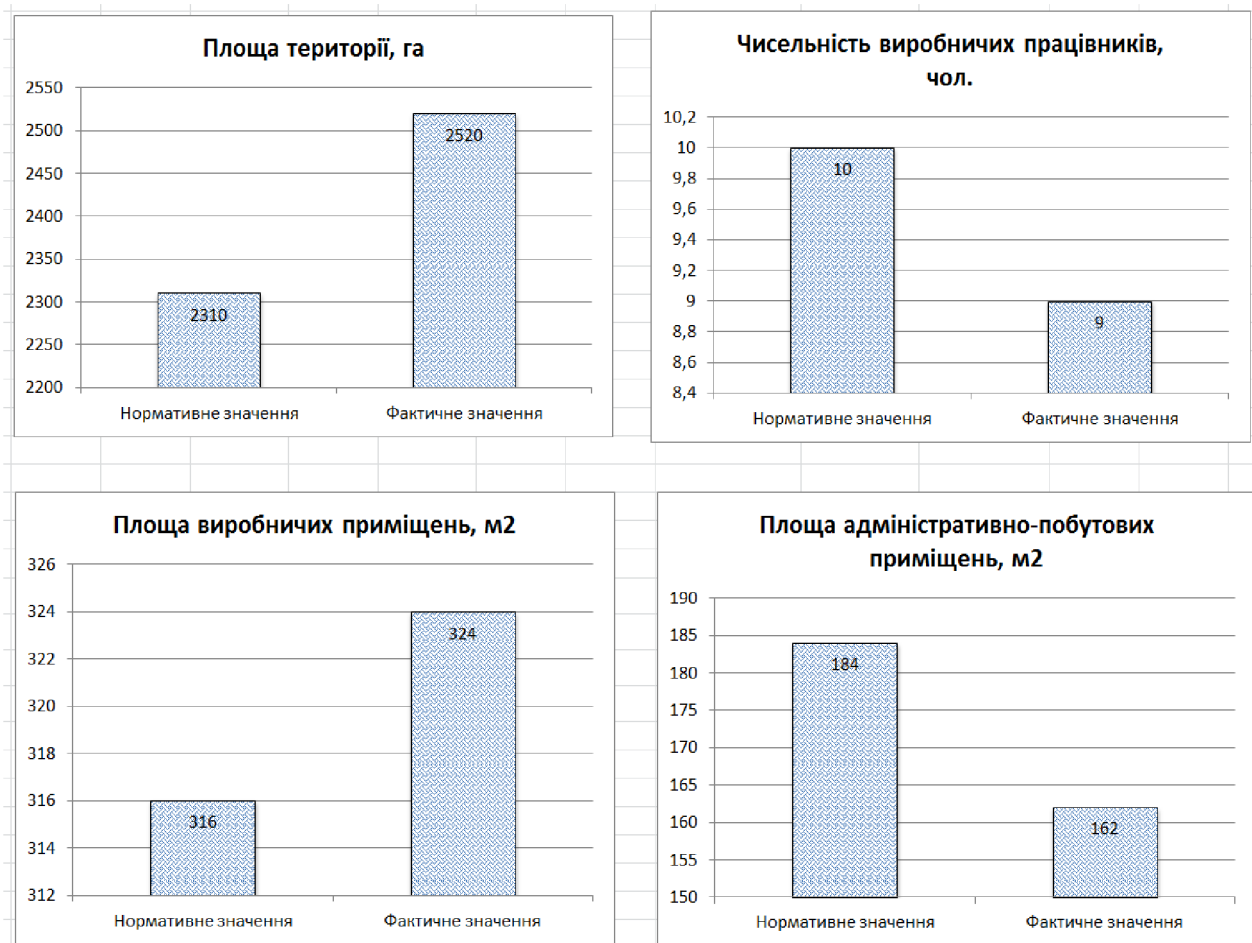


Рисунок 1.1 - Техніко-економічні показники ВТБ СТО

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

Комплексну оцінку стану ВТБ виконують за такими напрямками: характеристика виробничих приміщень, стан технологічного устаткування, характеристика рівня технології ТО і ПР, рівень організації та управління виробництвом.

У відповідності до матеріалів річної фінансової звітності СТО (показники

подані в таблиці 1.2) визначимо показники ефективності за наступними формулами.

Фондовіддача розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{в}} = \frac{\text{ОП}}{\text{ОЗ}}, \quad (1.2)$$

де ОП – обсяг реалізованої продукції, тис. грн.;

ОЗ – вартість основних засобів, тис. грн.

Фондомісткість розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{м}} = \frac{\text{ОЗ}}{\text{ОП}}. \quad (1.3)$$

Фондоозброєність розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{озб}} = \frac{\text{ОЗ}}{\text{ЧП}}, [\text{тис. грн.}] \quad (1.4)$$

де ЧП – чисельність працівників, осіб.

Таблиця 1.2 – Основні засоби та показники ефективності їх використання

Найменування показника	Минулий рік	Поточний рік	Відхилення
Залишкова вартість основних засобів, тис. грн.	68,9	75,4	6,5
Чистий дохід (виручка від реалізації), тис. грн.	998	1020	22,0
Чисельність працівників, осіб	15	16	1
Показники ефективності використання виробничо-технічної бази СТО			
Фондовіддача	13,48	13,52	0,04
Фондомісткість	0,071	0,073	0,002
Фондоозброєність, тис. грн.	4,59	4,71	0,12

Розраховуємо показники за формулами (1.2-1.4):

$$\Phi_{\text{в}}^{13} = \frac{998}{68,9} = 13,48; \quad \Phi_{\text{в}}^{14} = \frac{1020}{75,4} = 13,52;$$

$$\Phi_{\text{м}}^{13} = \frac{68,9}{998} = 0,071; \quad \Phi_{\text{м}}^{14} = \frac{75,4}{1020} = 0,073;$$

$$\Phi_{\text{озб}}^{13} = \frac{68,9}{15} = 4,59; \quad \Phi_{\text{озб}}^{14} = \frac{75,4}{16} = 4,71;$$

Аналізуючи показники ефективності використання основних засобів можна, що спостерігається незначна тенденція до покращення показників:

- фондівдача у поточному році в порівнянні з минулим зросла на 0,04;
- фондомісткість майже залишилась на одному і тому ж рівні – 0,07 грн.;
- фондоозброєність зросла на 0,12 тис. грн.,

Динаміка зміни показників ефективності використання основних засобів показана на рисунку 1.2

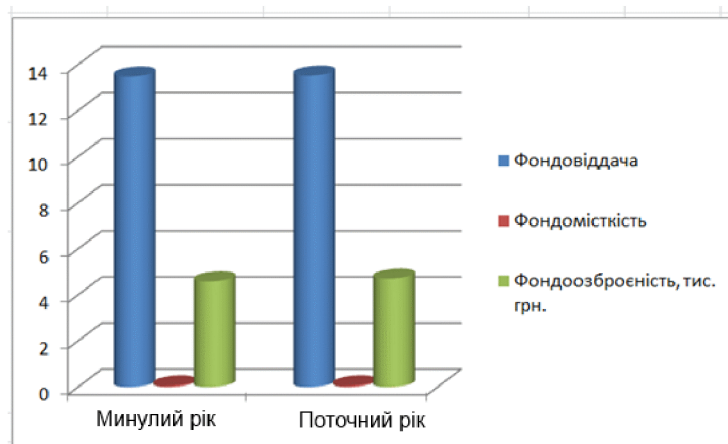


Рисунок 1.2 - Динаміка зміни показників ефективності використання основних засобів СТО

Як висновок, можна відмітити, що чисельність працівників зросла на 1 особу і відбулося зростання вартості основних засобів, за рахунок чого відбувся ріст фондоозброєності на 0,12 тис. грн., але поряд з цим фондівдача залишилась майже на тому ж самому рівні, тому управлінському персоналу необхідно більше звертати уваги окрім нарощування виробничого потенціалу на його ефективне використання у виробничому процесі.

### 1.3 Аналіз існуючої системи і організації ТО і ПР

Експлуатація та організація технічного обслуговування і ремонту приватних автомобілів має специфічні особливості [3, 21, 23, 37, 38], які необхідно враховувати при визначенні необхідного комплексу профілактичних та ремонтних робіт для підтримки їх в технічно справному стані.

Система обслуговування приватних автомобілів має такі особливості:

- ТО і ПР автомобілів в більшості випадків здійснюються на СТО на основі заявки власника. Застосовується самообслуговування;
- СТО не має визначеної сфери обслуговування і закріпленої клієнтури;
- планово-попереджувальна система обслуговування рекомендує та частково регламентує власникам автомобілів періодичність ТО, але не передбачає відповідальність за невиконання цих вказівок. ТО частково здійснюється завдяки застосуванню сервісних книжок;
- власник користується правом на вибіркове проведення операцій по ТО і ПР;
- капітальний ремонт автомобілів не виконується. Виконується тільки капітальний ремонт вузлів та агрегатів.

В системі розрахунків за послуги та в системі планування запасів запасних частин існують такі специфічні особливості:

- витрати на ТО, ремонт та експлуатацію автомобіля несе його власник;
- кількість необхідних для кожного автосервісного підприємства запасних частин визначається за методикою, що враховує специфіку попиту на них для приватного автотранспорту;
- діє система страхування;
- діє система гарантійних обов'язків;
- передбачається безкоштовний гарантійний та передпродажний сервіс.

Метою СТО є одержання максимального прибутку від своєї діяльності.

Предметом діяльності СТО є:

- сервісне обслуговування та ремонт транспортних засобів;

- торгіві операції, комерційне підприємництво, в тому числі на консигнаційній та комерційній основі, лізингові операції;
- експорт та імпорт товарів, запасних частин, матеріалів, обладнання і капіталів;
- надання послуг платної стоянки з кімнатами для відпочинку, в тому числі - іноземним громадянам;
- організація ринку по продажу автомобілів, запасних частин, автоприладів та супутніх товарів;
- інша діяльність, що не заперечена законодавством України.

Клієнтами СТО є власники приватних автомобілів і підприємства. Розрахунок зі станцією ведеться як готівкою, так і по безготівковому розрахунку. Підприємство укладає угоди на планове технічне обслуговування та ремонт легкових автомобілів з колективними господарствами та автотранспортними підприємствами.

Перелік робіт, які виконуються на СТО наведений нижче.

Контрольно-оглядові роботи.

Перевіряється: наявність сколів, тріщин і місць корозії лако-фарбового покриття кузова, пошкоджень мастики арок коліс і днища; робота дверей, стан елементів передньої і задньої підвісок, їх гумово-металевих шарнірів, втулок і подушок; стан рульових тяги, їх захисних ковпачків, захисних ковпачків, захисних чохлів рульового механізму, приводів коліс, пальців і шарніра тяги перемикачів передач; люфт стану демпфера; герметичність системи охолодження, живлення і гідравлічного приводу гальм, стан шлангів і трубок; герметичність ущільнень вузлів і агрегатів; рівень охолоджувальної рідини; стан натягнення ременів приводу генератора; рівень і щільність електроліту акумулятора; роботу генератора, освітлення, світлову і звукову сигналізацію, контрольні прилади, обігрівач, склоочисники, омивачі, обігрів заднього скла, систему запалення; встановлення моменту запалення; правильність роботи вузлів і деталей гідрокорректора фар; роботу економайзера примусового холостого ходу і пускового ходу карбюратора, терморегулятора повітряного фільтру; наявність сторонніх шумів і стукотів двигуна, зчеплення, коробки передач і валів приводу передніх коліс; вільний хід на важелі вилки виключення

зчеплення або хід педалі зчеплення; ефективність роботи передніх гальм; ефективність роботи задніх гальм; рівень масла в коробці передач; регулювання гальма стоянки і вільний хід педалі; працездатність вакуумного підсилювача гальм; працездатність термостата; працездатність регулятора тиску; стан зубчатого ременя приводу механізму газорозподілу; рівень гальмівної рідини.

Регулювальні роботи.

Підтяжка болтів кріплення головки блоку; комп'ютерну діагностику двигуна (для інжекторних двигунів); підтягти кріплення кришок розподільного валу; підтягти кріплення агрегатів, вузлів і деталей шасі; відрегулювати натягнення зубчатого приводу механізму приводу газорозподілу.

Інші роботи при ТО і ПР.

Очистити і промити деталі системи вентиляції картера; замінити елемент повітряного фільтру, що фільтрує; перевірити зазори в газорозподільному механізмі; відрегулювати роботу холостого ходу з контролем токсичності відпрацьованих газів; замінити масляний фільтр і масло в картері двигуна; замінити масло в коробці передач і картері заднього моста.

Замінити рідину охолодження; зачистити і змастити клеми акумуляторної батареї; відбалансувати колеса і переставити по схемі; відрегулювати кути установки передніх коліс; замінити зубчатий ремень приводу газорозподільного механізму; замінити свічки запалення; зачистити контактні кільця генератора, перевірити знос і прилягання щіток; очистити і змастити деталі приводу стартера; зачистити контактні кільця генератора, перевірити знос і прилягання щіток; перевірити стан колодок передніх коліс; перевірити стан колодок задніх коліс; замінити гальмівну рідину; відрегулювати напрям світлових пучків фар (при необхідності); промити і продути деталі карбюратора, фільтри карбюратора і паливного насоса. За потребою відрегулювати рівень пального в поплавцевій камері; замінити фільтр тонкого очищення пального.

Зона ТО і ПР СТО призначена для виконання робіт сервісного обслуговування автомобілів в гарантійний та післягарантійний період, а також для надання послуг поточного ремонту автомобілів за зверненнями клієнтів СТО.

В обсязі поточного ремонту виконують заміну агрегатів, вузлів і систем, ремонт вузлів та агрегатів без їх знімання з автомобіля та незначний по трудомісткості та складності поточний ремонт знятих з автомобіля агрегатів і вузлів. В роботи ТО і ПР відносять такі види робіт: діагностичні, регулювальні, мастильно-заправні, розбирально-складальні. ТО і ПР автомобілів проводиться на відповідних робочих постах. При необхідності несправні агрегати знімають з автомобіля, ремонтують у виробничих дільницях. Після ремонту на автомобіль встановлюється відновлений агрегат і виконуються відповідні контрольні та регулювальні операції.

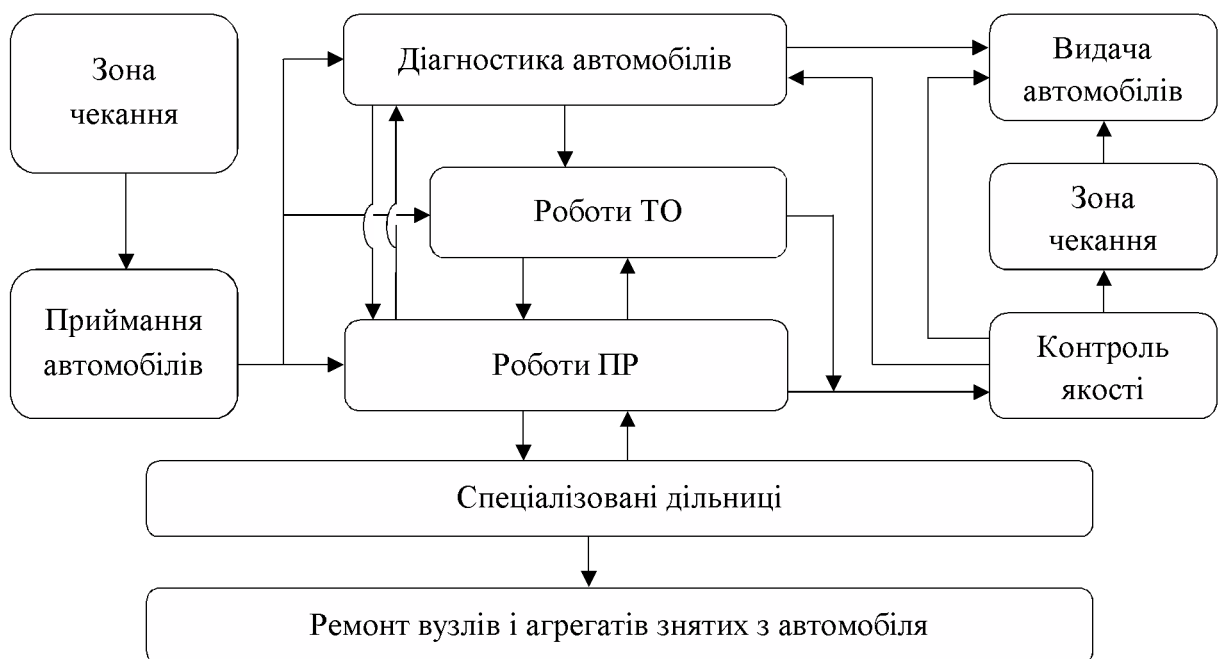


Рисунок 1.3 – Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО

Пости ТО і ПР споряджені відповідним технологічним обладнанням, пристроями та інструментом. Пости ТО і ПР тупикові. В'їзд на пости може здійснюватися через ворота розташовані навпроти постів. При зайнятому посту автомобіль встановлюється на відкриту стоянку на місце очікування. Після виконання запланованих робіт автомобіль з'їжджає з поста заднім ходом.

Основна частина робіт з ТО і ремонту автомобіля виконується на робочих постах виробничої зони ТО і ПР. Крім того, роботи з обслуговування та ремонту



приладів системи живлення, електротехнічні, слюсарно-механічні та інші роботи частково виконуються у спеціалізованій виробничій дільниці після зняття відповідних вузлів і агрегатів з автомобіля. В основу організації технологічного процесу покладена єдина функціональна схема (рис. 1.3): автомобілі, що прибувають на СТОА для проведення ТО і ремонту, проходять огляд і діагностування, а потім направляються в зону ТО і ПР.

Під раціонально організованим технологічним процесом розуміється певна послідовність робіт, що забезпечує високу якість їх виконання при мінімальних витратах.

При звертанні на СТО враховується право власника автомобіля замовити на СТО виконання робіт будь-якого виду або вибіркового комплексу робіт.

Складені найбільш характерні варіанти поєднання видів і комплексів робіт з ТО і ПР автомобілів і їх раціональної організації:

Варіант 1 – ТО у повному обсязі. Автомобіль надходить у зону ТО і ПР, де в певній послідовності згідно з технологічними картами виконуються роботи (кріпильні, регульовальні, по системі живлення, системі електрообладнання, мастильні), передбачені обсяги ТО-1 або ТО-2.

Варіант 2 – вибіркові роботи ТО. Автомобіль надходить у зону ТО і ПР, де виконуються вибіркові види або комплекс робіт, узгоджених з замовником.

Варіант 3 – ТО в повному обсязі та частково ПР. Автомобіль надходить у зону ТО і ПР і на автомобіле-місця спеціалізованих виробничих дільниць. Після виконання ПР і діагностування проводиться ТО згідно з технологічними картами.

Варіант 4 – вибіркові роботи ТО і ПР. Автомобіль надходить у зону ТО і ПР, а після діагностування проводяться вибіркові комплекси робіт з обсягу, які замовлені власником автомобіля.

Варіант 5 – ТО в повному обсязі та роботи ПР, необхідність проведення яких була виявлена при діагностуванні та виконанні ТО.

Варіант 6 – роботи ПР за заявкою власника. Автомобіль надходить в зону ТО і ПР, де згідно з технологічними картами виконуються заявлені власником роботи.

Організація виробничого процесу технічного обслуговування на постах СТО

визначається технологічними особливостями кожного виду робіт та виробничою програмою СТО.

Враховуючи нерівномірний характер надходження автомобілів на СТО, а також необхідність вибіркового проведення окремих видів робіт, для СТО доцільніше вибирати одиничний метод ТО на універсальних і спеціалізованих постах.

Підставою для виконання робіт ПР на СТО є заявка власника автомобіля, дані діагностування або несправності, виявлені при виконанні ТО.

Роботи ПР поділяються на розбірно-складальні і ремонтно-відновні. По характеру і місцю виробництва весь обсяг робіт ПР поділяється на дві частини: постові (розбірно-складальні, регулювально-кріпильні, усунення несправностей гальмівної та інших систем, усунення незначних пошкоджень кузова, агрегатів і вузлів без їх зняття і розбирання) та дільничні (цехові), які виконуються в спеціалізованих дільницях (агрегатні, електротехнічні, кузовні та ін.).

Ремонт автомобілів на СТО, як правило, виконується індивідуальним методом, але можливе також застосування агрегатного методу. Для організації ремонту агрегатним методом необхідно створити достатній обмінний фонд.

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

На основі проведеного аналізу можна зробити висновки, що для удосконалення і оптимізації функціонування станції технічного обслуговування автомобілів, та виробничих підрозділів зокрема необхідний науковий підхід, який дасть можливість оптимізувати окремі показники в залежності від різних факторів, які можуть постійно змінюватись, зокрема від кількості клієнтів СТО та поточної кількості заявок на виконання окремих видів робіт.

Метою даної роботи є оптимізація функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту на станції технічного обслуговування автомобілів.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

Виконати аналіз сучасних методів і способів оптимізації функціонування виробничих підрозділів станції технічного обслуговування автомобілів.

Визначити основні параметри функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту станції технічного обслуговування та проаналізувати фактори, що на них впливають.

Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо оптимізації оборотного фонду запасних частин зони технічного обслуговування і поточного ремонту та кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів.

Розробити алгоритм практичної реалізації оптимізації кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів на СТО на основі критерію оптимальності теорії масового обслуговування.

## 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.

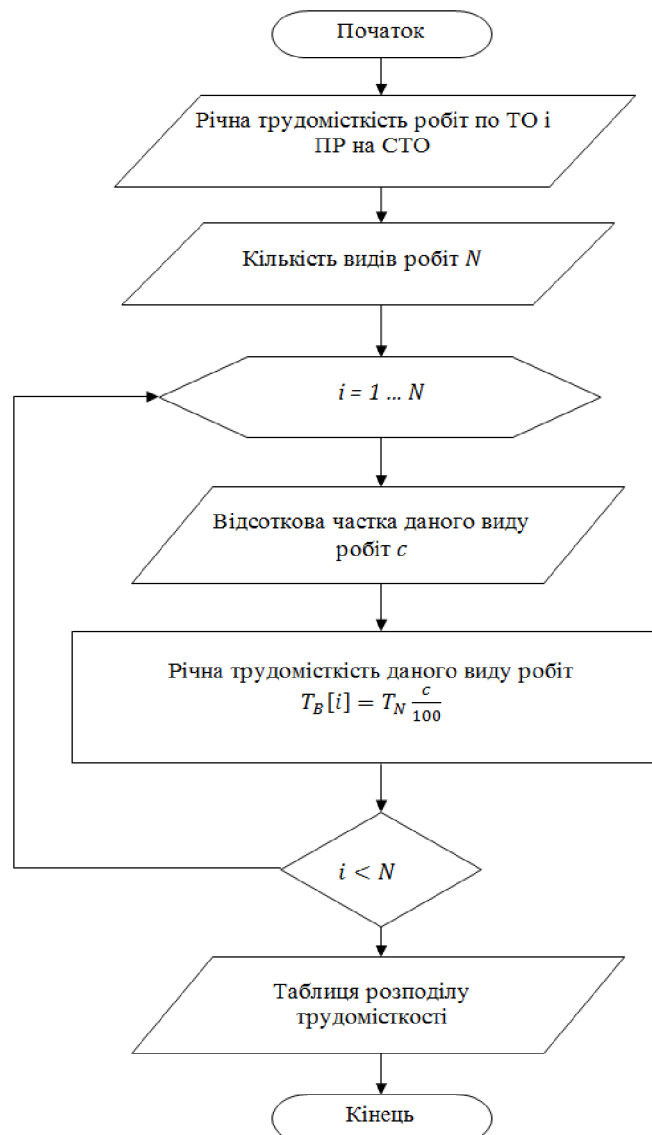


Рисунок 2.1 – Блок-схема розрахунків трудомісткості робіт ТО і ПР

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:  $L_{c-p} = 8 \dots 10$  тис. 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:  $X_{п-існ}^{СТО} = 5$ .

Визначимо кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО, статистичним способом. Згідно з статистичними даними за минулий рік було зареєстровано  $N_{ТО і ПР}^p = 1420$  (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.

$$A_{\text{авт}} = \frac{1420}{2} = 710 \text{ (авт.)}.$$

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 – 30 %;

автомобілі малого класу – 40 %;

автомобілі середнього класу – 30 %.

Середньорічний пробіг автомобілів приймаємо  $L_{\text{с-р}} = 12000$  (км), як для регіону в якому середньорічна кількість днів із плюсовою температурою становить 230 днів. Вихідні дані до розрахунку виробничої програми зводимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані до розрахунку виробничої програми міської СТО

Параметр	Ум. позн.	Од. вим.	Значення
Існуюча кількість постів	$X_{\text{п-існ}}^{\text{СТО}}$	од.	4
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів	1420
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.	710
в тому числі: - автомобілів І групи:	$A_{\text{авт}}^{\text{I}}$	авт.(%)	213

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
- автомобілів II групи:	$A_{\text{авт}}^{\text{II}}$	авт.(%)	284
- автомобілів III групи:	$A_{\text{авт}}^{\text{III}}$	авт.(%)	213
Середньорічний пробіг автомобілів	$L_{\text{с-р}}$	км	12000
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:

$$t_{\text{ТО і ПР}} = t_{\text{ТО і ПР}}^{\text{H}} \cdot K_{\text{П}} \cdot K_3, \quad (2.2)$$

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;

$K_3$  – 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.  $K_3 = 0,90$ .

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		$K_{\text{п}}$	–	1,0	1,0	1,0
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 за- в.	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;

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

$T_{\text{доп}}$  – 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:

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

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

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

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

$$T_{\text{ТО і ПР}}^I = \frac{213 \cdot 12000 \cdot 1,71}{1000} = 4370,8 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{\text{ТО і ПР}}^{II} = \frac{284 \cdot 12000 \cdot 1,97}{1000} = 6701,8 \text{ (люд} \cdot \text{год)};$$

$$T_{\text{ТО і ПР}}^{III} = \frac{213 \cdot 12000 \cdot 2,31}{1000} = 5900,5 \text{ (люд} \cdot \text{год)}.$$

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

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

де  $n_{\text{а-к}}^p$  – частота заїздів одного автомобіля, що обслуговується на СТО, для виконання робіт антикорозійної обробки автомобілів протягом року;

$t_{\text{а-к}}$  – разова трудомісткість антикорозійних робіт одного автомобіля (однакова для всіх груп автомобілів), люд·год.

$$T_{\text{а-к}} = 710 \cdot 1 \cdot 3 = 2130 \text{ (люд} \cdot \text{год)}.$$

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

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

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

$$\begin{aligned} T_{\text{п-в}}^I &= 213 \cdot (2 + 1) \cdot 0,15 = 95,9 \text{ (люд} \cdot \text{год)}; \\ T_{\text{п-в}}^{II} &= 284 \cdot (2 + 1) \cdot 0,20 = 170,4 \text{ (люд} \cdot \text{год)}; \\ T_{\text{п-в}}^{III} &= 213 \cdot (2 + 1) \cdot 0,25 = 159,8 \text{ (люд} \cdot \text{год)}. \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned} T_{\text{ТО і ПР}} &= 4370,76 + 6701,83 + 5900,53 = 16973,12 \text{ (люд} \cdot \text{год)}; \\ T_{\text{п-в}} &= 95,9 + 170,4 + 159,8 = 426,0 \text{ (люд} \cdot \text{год)}. \end{aligned}$$

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;

$$T_{\text{доп}} = (16973,12 + 284 + 426 + 2130) \cdot \frac{20}{100} = 3997,62 \text{ (люд} \cdot \text{год)}.$$

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;

$$T^{\text{пост}} = 16973,12 \cdot \frac{74}{100} + 284 + 426 + 175 + 2130 = 15575,11 \text{ (люд} \cdot \text{год)}$$

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).

$$X_{\text{п}}^{\text{СТО}} = \frac{15575,11 \cdot 1,15}{305 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 1,5 \cdot 0,95} = 4,91 \approx 5 \text{ (постів)}$$

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	4370,7 6	6701,8 3	5900,5 3	16973,1 2
Роботи приймання і видачі	$T_{\text{п-в}}$	люд.-год	95,9	170,4	159,8	426,0
Роботи антикорозійної обробки	$T_{\text{а-к}}$	люд.-год	–	–	–	2130,0
Всього робіт СТО	$T_{\Sigma}$	люд.-год	–	–	–	19529,1 2

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

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

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

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

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

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

Результати розподілу зводимо в таблицю 2.6.

### 2.3 Розрахунок чисельності робітників

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

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

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

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

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

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

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

- при 5-ти денному робочому тижні:

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

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

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

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

Річний ефективний фонд часу робітника  $\Phi_{в.р.}$  залежить від кількості днів ос-

новної та додаткової відпусток та кількості пропусків по хворобі та інших поважних причинах:

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

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
	$D_{\text{від}}^{\text{осн}}$	$D_{\text{від}}^{\text{дод}}$	$D_{\text{пов}}$	$\Phi_{\text{р.м.}}$	$\Phi_{\text{в.р.}}$
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. Результати визначення чисельності робітників для кожного виду робіт ТО і ПР зводимо в таблицю.

## 2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ

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

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

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

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів;

$D_p$  – число днів роботи СТО, дні;

$c$  – число робочих змін протягом доби;

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

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

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

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку кількості постів СТО

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

Кількість постів робіт технічного обслуговування в повному обсязі:



$$X_i = \frac{5940,59 \cdot 1,15}{305 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,95} = 1,68$$

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 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.		
	%	$T_{ТО\ i\ ПР}^i$	%	$T_{ТО\ i\ ПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$		$X_{ТО\ i\ ПР}^i$	%	$T_{ТО\ i\ ПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$
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)	6	1018,39	100	1018,39	0,51	0,56	0,29	–	–	–	–	
технічне обслуговування в повному обсязі	35	5940,59	100	5940,59	2,96	3,28	1,68	–	–	–	–	
мастильні	5	848,66	100	848,66	0,42	0,47	0,24	–	–	–	–	
регулювання кутів керованих коліс	10	1697,31	100	1697,31	0,85	0,94	0,48	–	–	–	–	
ремонт і регулювання гальм	10	1697,31	100	1697,31	0,85	0,94	0,48	–	–	–	–	
електротехнічні	5	848,66	80	678,92	0,34	0,37	0,19	20	169,73	0,08	0,09	
роботи за системою живлення	5	848,66	70	594,06	0,30	0,34	0,17	30	254,60	0,13	0,14	

Продовження таблиці 2.6

аккумуляторні шинні	1	169,73	10	16,97	0,01	0,01	0,00	90	152,76	0,08	0,09
ремонт вузлів, систем і агрегатів	7	1188,12	30	356,44	0,18	0,20	0,10	70	831,68	0,41	0,47
Разом робіт ТО і ПР	16	2715,70	50	1357,85	0,68	0,75	0,38	50	1357,85	0,68	0,75
Приймання і видачі автомобілів	100	16973,12	84	14206,5	7,08	7,86	4,03	16	2766,62	1,38	1,54
Антикорозійної обробки автомобілів			100	426,0	0,21	0,24	0,24	–	–	–	–
Всього робіт СТО				16762,5	8,58	9,52	5,44		2766,62	1,38	1,54

## 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. Провести об'єднання постів по 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 розподіл кожного підрозділу по видах робіт, які будуть в них виконуватись.

5. Визначимо загальну схему виконання робіт по ТО і ПР ДТЗ на підприємстві, методи виконання поточного ремонту та загальний технологічний процес виконання робіт в підрозділу, який проектується, в агрегатній дільниці.

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	14206,5	8	8	4
Пост приймання-видачі та антикорозійної обробки	- антикорозійна обробка кузова - приймання видача автомобілів	2556	1	1	1
Ремонтно-механічна дільниця	Дільничні роботи: - ремонт вузлів, систем і агрегатів; - електротехнічні роботи; - роботи за системою живлення	1782,18	1	1	-
Всього		18544,68	10	10	5
На підприємстві не виконуються	Дільничні роботи: - акумуляторні роботи; - шинні роботи;	984,44	-	-	-

Перелік послуг, які надає дане СТО своїм клієнтам не включає в себе роботи, пов'язані з ремонтом кузова та фарбуванням автомобілів. Це можна пояснити тим, що потужність СТО не велика і загальна кількість постів СТО складає 5 постів.

Один пост не розташований в зоні ТО і ПР. Це окремий пост, розташований в окремому приміщенні, з окремим заїздом. На цьому посту виконуються роботи з огляду та приймання автомобілів від власників, а також роботи антикорозійної обробки автомобілів, як окремої послуги. Трудомісткість цих робіт не включена в трудомісткість робіт зони ТО і ПР.

В зоні ТО і ПР розташовано 4 пости, на яких виконуються всі передбачені роботи з обслуговування та ремонту автомобілів.

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 чотири пости. Розділити весь

обсяг робіт ТО і ПР між постами. В зоні ТО і ПР три пости 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. 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, безпосередньо 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 розташування 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. У випадку, коли один робітник працює на декількох постах, число робітників, закріплених за одним постом, може бути не цілим, а загальна кількість робітників у відповідній зоні повинна бути цілою.

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	Трудомісткість на роб. місці,		Число виконавців, чол.	Спеціальність, розряд
				%	люд.-год		
1	2	3	4	5	6	7	8
1-3	1	Зверху автомобіля	ТО і ПР системи живлення. Електротехнічні роботи. ТО і ПР двигуна та його систем.	25	3551,6	6	III р.- 3 чол  IV р.- 3 чол
	2	Знизу автомобіля	ТО і ПР двигуна, трансмісії, рульового керування. ПР ходової частини, гальмівної системи. Додатково роботи з обслуговування інших систем.	35	4972,2		
	3	Збоку автомобіля	ТО і ПР гальмівної системи, ходової частини, шинні роботи. Додатково роботи з обслуговування інших систем.	15	2130,9		
4			Діагностування автомобіля із застосуванням комп'ютерного діагностичного обладнання. При необхідності виконання робіт ТО і ПР, аналогічних постам 1-3.	25	3551,6	2	IV р.- 1 чол  V р.- 1 чол
Всього постових робіт ТО і ПР					14206,5	8	

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

Місце на плані	Номер робочого місця	Обладнання, прилади, пристрої, інструмент	Модель, тип	К-сть, шт.	Габаритні розміри, мм	Площа, м <sup>2</sup>		Потужність, кВт
						Одиниці	Загальна	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Підйомно-транспортне та підйомно-оглядове обладнання</b>								
1	1,2,3	Підіймач електромеханічний	ПЕМ-4,5	4	–	–	–	6,6
<b>Основне технологічне обладнання та прилади</b>								
2	1	Мотор-тестер	МТ-800	1	550×600	0,33	0,33	0,25
3	2	Підіймач-візок для зняття і установки агрегатів	–	1	1170 x 730	0,85	0,85	–
4	1	Пересувний пост електрика	ГАРО-5467	1	1100 x 600	0,66	0,66	–
5	1, 3	Пересувний пост мастильних робіт	ГАРО-4678	1	1200×800	0,96	1,92	—
6	1,2,3	Пересувний пост слюсаря-авторемонтника	ГАРО-5467	3	700 x 500	0,35	1,05	
<b>Організаційна оснастка та допоміжне обладнання</b>								
7	4	Верстак слюсарний	–	1	1200×700	0,84	0,84	–
8		Стелаж-вертушка для кріпильних деталей	–	1	D 700	0,38	0,38	–
9		Шафа для інструменту	–	1	800×400	0,32	0,32	–
10		Бак для зливу моторного масла	–	1	500×600	0,3	0,3	–
11		Бак для зливу трансмісійного масла	–	1	500×600	0,3	0,3	–
12		Ящик для відходів	–	2	500×500	0,25	0,25	–
13		Ящик для обтиральних матеріалів	–	1	500×500	0,25	0,25	–
<b>Пристрої та інструменти</b>								
		Електрогайковерт пневматичний	И-318	2				0,75
		Комплект слюсаря авторемонтника	ГАРО-5647	3	–	–	–	–

Рівень механізації в загальних трудовитратах в окремому виробничому підрозділі розраховується за формулою:

$$R = R_M + R_{MP}, \quad (2.15)$$

де  $R_M$  – рівень механізованої праці в загальних трудовитратах, %;

$R_{MP}$  – рівень механізовано-ручної праці в загальних трудовитратах, %.

Рівень механізованої та рівень механізовано-ручної праці в загальних трудовитратах розраховуються за формулами:

$$R_M = \frac{T_M}{T} \cdot 100\%; \quad R_{MP} = \frac{0,3 \cdot T_{MP}}{T} \cdot 100\%, \quad (2.16)$$

де  $T_M, T_{MP}$  – трудомісткість механізованих та механізовано-ручних робіт у виробничому підрозділі, люд.-год;

$T$  – загальна трудомісткість робіт у виробничому підрозділі, люд.-год.

Трудомісткість механізованих і механізовано-ручних робіт у виробничому підрозділі залежить від часу роботи окремих одиниць обладнання за зміну, та кількості робітників, які одночасно працюють із застосуванням відповідних одиниць обладнання.

Середній час роботи кожної одиниці обладнання за зміну  $\tau_{об}$  може бути визначений хронометражем або у відповідності з розподілом обсягу робіт у виробничому підрозділі між робочими місцями за формулою:

$$\tau_{об} = \frac{T}{D_{p,z} \cdot P_{об}} \cdot \frac{C_{об}}{100}, \quad (2.17)$$

де  $T$  – загальна трудомісткість робіт у підрозділі, люд.-год;

$P_{об}$  – кількість робітників, які одночасно працюють біля відповідної одиниці обладнання на робочому місці та виконують роботу механізованим, механізовано-ручним або ручним способами, чол.;

$D_{р.з}$  – кількість робочих днів у році відповідного підрозділу;

$C_{об}$  – відсоткова частка робіт із застосуванням відповідної одиниці обладнання (для механізованих, механізовано-ручних або ручних робіт) в загальній трудомісткості робіт у виробничому підрозділі.

Річна трудомісткість робіт  $T_{об}$  із застосуванням однієї окремої одиниці обладнання може бути визначена на основі відсоткової частки робіт із застосуванням відповідної одиниці обладнання  $C_{об}$  або на основі середнього часу роботи кожної одиниці обладнання за зміну  $\tau_{об}$  за однією з формул:

$$T_{об} = T \cdot \frac{C_{об}}{100}; \quad T_{об} = P_{об} \cdot \tau_{об} \cdot D_{р.з} \cdot c, \quad (2.18)$$

де  $c$  – кількість робочих змін.

Річна трудомісткість механізованих  $T_M$ , механізовано-ручних  $T_{MP}$  і ручних  $T_P$  робіт визначається за формулами:

$$T_M = \sum_{i=1}^{N_M} T_{об_i}; \quad T_{MP} = \sum_{i=1}^{N_{MP}} T_{об_i}; \quad T_P = \sum_{i=1}^{N_P} T_{об_i}, \quad (2.19)$$

де  $N_M, N_{MP}, N_P$  – кількість одиниць технологічного обладнання, із застосуванням якого виконують, відповідно, механізовані, механізовано-ручні та ручні роботи.

Показники визначення рівня механізації зводимо в таблицю 2.10.



Таблиця 2.10 – Показники рівня механізації у зоні ТО і ПР

Номер робочого місця	Обладнання на робочому місці	Номер на плані	Час роботи за зміну		Річна трудомісткість, люд.-год		
			$C_{об}, \%$	$\tau_{об}, год$	механізованих	механізовано-ручних	ручних
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Підіймач електромеханічний	1	2	0,16	284,13		
	Мотор-тестер	2	10	0,80	1420,65		
	Пересувний пост електрика	4	10	0,80		1420,65	
	Пересувний пост мастильних робіт	5	8	0,64		1136,52	
	Пересувний пост слюсаря-автомонтника	6	15	1,20		2130,98	
2	Підіймач електромеханічний	1	2	0,16	284,13		
	Підіймач-візок для зняття і установки агрегатів	3	8	0,64		1136,52	
	Пересувний пост слюсаря-автомонтника	5	15	1,20		2130,98	
3	Підіймач електромеханічний	1	2	0,16	284,13		
	Пересувний пост мастильних робіт	5	8	0,64		1136,52	
	Пересувний пост слюсаря-автомонтника	6	15	1,20		2130,98	
4	Верстак слюсарний	7	5	0,40			710,33
Всього			100		2273,04	11223,15	710,33

Визначаємо рівень механізованої та рівень механізовано-ручної праці в загальних трудовитратах:

$$R_m = \frac{2273,04}{14206,5} \cdot 100 = 16,01 \% ; \quad R_{mp} = \frac{0,3 \cdot 11223,15}{14206,5} \cdot 100 = 23,6 \%$$

Визначаємо рівень механізації у цілому виробничому підрозділі:

$$R = 16,01 + 23,6 = 39,61 \%$$

## РОЗДІЛ 3

### ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ

#### 3.1 Формування потоку відмов автомобілів

Надійність елементів автомобілів оцінюють за модулями фізичних процесів руйнування в такій послідовності:

- 1) визначають спектри навантажень та інші особливості експлуатації за складеною функціональною моделлю автомобіля;
- 2) розробляють моделі тих фізичних процесів руйнування автомобілів, які призводять до відмов і граничних станів;
- 3) оцінюють можливість досягнення граничних станів складовими частинами автомобілів;
- 4) класифікують складові частини автомобіля, які відмовляють або досягають граничних станів, на групи за критеріями відмов і граничними станами і для кожної групи вибирають відповідні методи розрахунку;
- 5) виконують детерміновані розрахунки за найбільш несприятливої взаємодії чинників та умов експлуатації і, якщо при цьому відмови або граничні стани не досягаються в межах заданого напрацювання, то відповідну складову частину в розрахунку надійності автомобіля не враховують і виключають із структурної схеми;
- б) значення показників надійності складових частин, для яких досягаються граничні стани, визначають ймовірнісними методами.

Найважливіша умова підтримання заданого рівня надійності автомобілів в процесі експлуатації — призначення оптимальних режимів ТО їх: періодичності, переліку й трудомісткості операцій або виду обслуговування.

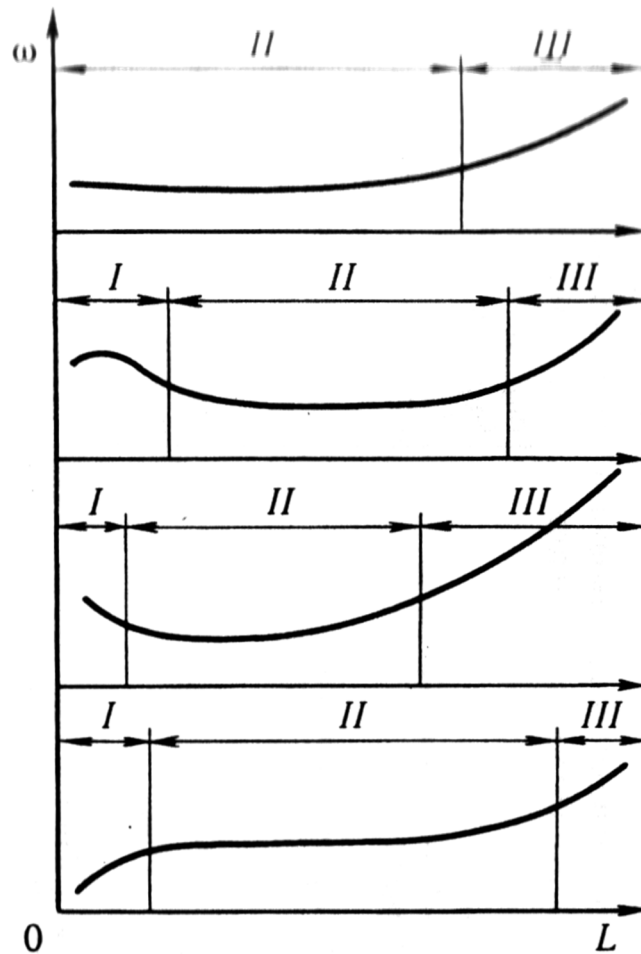
Під оптимальним треба розуміти такий режим, який забезпечує надійну роботу автомобіля та його елементів при мінімальних витратах коштів на ТО і ремонт.

Проблема оптимізації ТО дуже складна, і її можна розглядати в різних аспектах. Проте як би її не розв'язували, треба враховувати надійність і готовність автомобілів, вплив на них профілактичних робіт. Розв'язанню цієї проблеми присвячено багато досліджень, виконаних науково-дослідними і навчальними закладами, а також автомобільними заводами і автотранспортними підприємствами. Вони покладені в основу діючої системи ТО і ремонту автомобілів у нашій країні.

До складу профілактичних робіт входять контрольні-діагностичні, кріпильні, регулювальні, електротехнічні, мастильні та інші роботи. Контрольно-діагностичні роботи виконують в обов'язковому порядку після певного пробігу, а всі інші — після контрольних-діагностичних робіт (за потребою). Отже, періодичність ТО автомобілів, яка є основним питанням при обґрунтуванні режимів профілактики, визначається періодичністю контрольних-діагностичних робіт.

Періодичність контрольних-діагностичних робіт нерозривно пов'язана з надійністю окремих вузлів і агрегатів автомобіля в конкретних умовах експлуатації внаслідок випадкового характеру виникнення його відмов.

За час експлуатації автомобіля спостерігаються три характерних періоди: припрацювання, нормальна експлуатація, інтенсивне спрацювання, які можна наближено визначити за закономірністю змінення параметра потоку відмов (рис. 3.1). У період припрацювання виникають відмови, спричинені технологічними і конструктивними недоліками. Період нормальної експлуатації найтриваліший і характеризується в основному раптовими відмовами. Період інтенсивного спрацювання характеризується відмовами, спричиненими спрацюванням деталей автомобіля. Крім тривалості і причин виникнення відмов ці періоди характеризуються також різними значеннями параметра потоку відмов. Цей параметр має найбільше і нерівномірне значення в період інтенсивного спрацювання. Варто зазначити також, що надійність різних агрегатів автомобіля неоднакова. Отже, періодичність ТО автомобіля має визначатися для кожного агрегату й окремо для кожного періоду його експлуатації.



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

Рисунок 3.1 – Закономірності зміни параметра потоку відмов автомобілів

Як критерії для визначення оптимальної періодичності контрольно-діагностичних робіт можна використати такі характеристики експлуатаційної надійності автомобілів: імовірність безвідмовної роботи і справного стану (з урахуванням відновлення), параметр потоку відмов, середнє напрацювання на відмову тощо. Це пояснюється тим, що вони охоплюють багато конструктивно-технологічних та експлуатаційних чинників і, отже, досить повно характеризують надійність автомобіля в заданих умовах експлуатації.

Імовірність безвідмовної роботи. Припустимо, що в період нормальної експлуатації автомобіля потік його відмов має стаціонарність, ординарність і не має післядій (рис. 3.2).

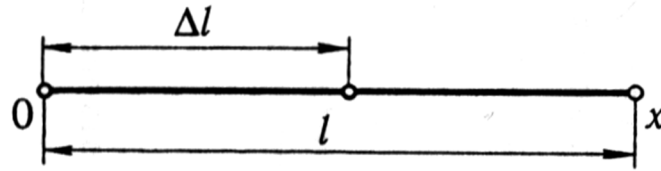


Рисунок 3.2 – Схема випадкового виникнення відмов автомобіля

Беручи до уваги ці властивості й застосовуючи теорему про повторення дослідів, неважко довести, що ймовірність появи  $n$  відмов на відріжку  $l$  виражається формулою (закон рідкісних подій Пуассона)

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

Під параметром потоку відмов  $\omega$ , що входить до формули, розуміють граничне значення відношення ймовірності появи хоча б однієї відмови (у потоці відмов) за інтервал  $\Delta l$  пробігу до довжини 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 однієї відмови за інтервал пробігу  $l, \Delta l$ ;  $P_{>1}(l, l + \Delta l)$  — ймовірність появи двох, трьох і більше відмов за інтервал пробігу  $l, l + \Delta l$ . Очевидно, що сума ймовірностей  $P_1(l, \Delta l) + P_{>1}(l, l + \Delta l)$  — це ймовірність появи хоча б однієї відмови за інтервал пробігу  $l, l + \Delta l$ .

Імовірність:

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

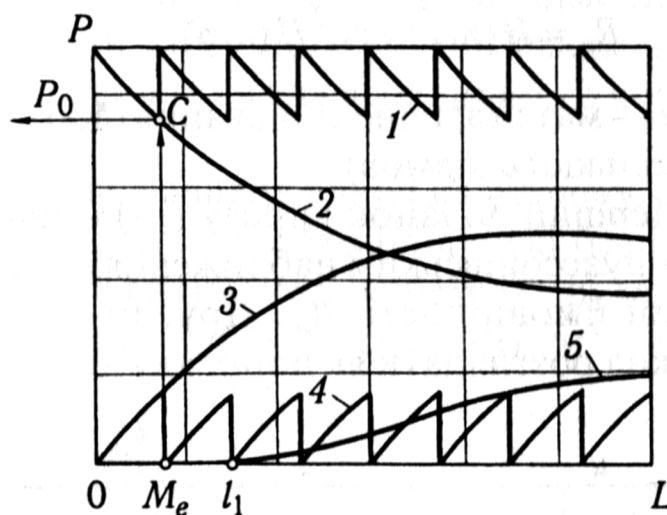
де  $P_0(l, \Delta l)$ —ймовірність не появи жодної відмови за інтервал пробігу  $l, l + \Delta l$ . Для ординарного потоку відмов

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

Отже, рівняння одинарних потоків для параметра потоку відмов має вигляд

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

За виразом можна визначити характеристики експлуатаційної надійності ( $n = 0$ ) і ненадійності ( $n = 1, 2, \dots$ ) автомобіля (рис. 3.3).



1,2 – імовірності безвідмовної роботи автомобіля відповідно з урахуванням і без урахування профілактики; 3,4 – імовірності виникнення однієї відмови автомобіля відповідно з урахуванням і без урахування профілактики; 5 - імовірність виникнення двох відмов автомобіля без урахування профілактики.

Рисунок 3.3 – Залежність періодичності ТО автомобіля від імовірності безвідмовної роботи

Аналіз цих характеристик дає змогу вибрати оптимальну періодичність ТО, яка визначається медіанним значенням  $M_e$  відрізка  $0l_1$ ; осі абсцис (імовірність появи двох і більше відмов автомобіля на відрізку  $0l_1$  практично дорівнює нулю). Імовірність безвідмовної роботи при цьому значенні періодичності визначається ординатою точки  $C$ , абсцисою якої буде вибрана періодичність ТО автомобіля.

При визначенні періодичності ТО автомобілів під час нормальної експлуатації припускають, що кількість відмов протягом розглядуваного інтервалу пробігу визначається законом рідкісних подій Пуассона. Це можливо, якщо елементи автомобіля мають експоненціальні функції надійності, тобто якщо  $P(l) = e^{-\omega l}$ , де  $\omega = \text{const}$ . Відповідно до граничної теореми Пальма це правомірно при будь-яких функціях надійності елементів, якщо кількість останніх в автомобілі досить велика. Проте в деяких агрегатах автомобіля кількість змінних елементів, які треба враховувати, оцінюючи надійність, порівняно невелика. Функції їхньої надійності можуть помітно відрізнятися від експоненціальних.

Аналогічна ситуація складається і в разі резервування, коли окремі елементи об'єднують в один складний і при цьому вважають, що він виходить з ладу за умови поломки всіх його складових елементів. Функція надійності такого елемента не буде експоненціальною навіть тоді, коли функції надійності окремих елементів експоненціальні. У подібних ситуаціях, оцінюючи надійність автомобіля, доцільно враховувати відхилення розподілу кількості відмов від закону Пуассона. Для цього треба спочатку визначити функцію  $R_n(l, u)$ , яка є ймовірністю не менш як  $n$  відмов у розглядуваному інтервалі пробігу для заданого агрегату автомобіля, що складається з  $K$  елементів:

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

де  $a$  — математичне сподівання (або середня кількість відмов).

Перший доданок виразу є звичайним пуассонівським наближенням для шу-

каної ймовірності  $R_n$ . Другий доданок можна розглядати як поправку до пуассонівського наближення. Множник  $\varepsilon$  враховує відхилення а дисперсії кількості відмов цього потоку від дисперсії відповідного 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 у розглядуваному інтервалі пробігу ( $u, u+1$ ) (рис. 3.4).

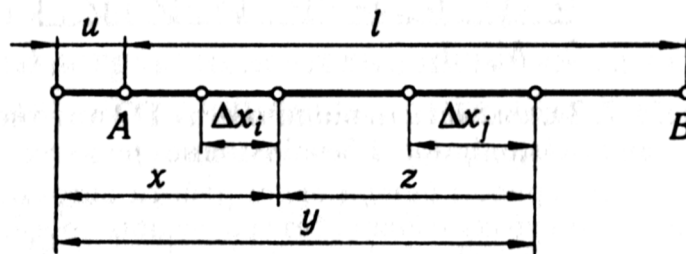


Рисунок 3.4 – Обчислення дисперсії кількості відмов

Множник  $\varepsilon$  наближено визначають за виразами:

- для складних елементів та елементів із поступовими відмовами:

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

- 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 відповідно початковий і в інтервалі

$u$ .



Після обчислення функцій  $R_n(l, u)$  визначають характеристики експлуатаційної надійності і ненадійності:

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

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

Періодичність ТО автомобіля в період припрацювання (враховуючи тривалість його) можна визначити, корегуючи періодичність для періоду нормальної експлуатації (порівнюючи параметри потоку відмов відповідних періодів).

Для періоду інтенсивного спрацьовування автомобіля, коли функції  $H(n, a)$  і  $\varepsilon \delta^2 H(n, a)$  стають близькими до відповідних функцій при нормальному розподілі, характеристики експлуатаційної надійності та ненадійності агрегатів автомобіля треба визначати за 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.

Розглянемо тепер вплив кількості елементів в автомобілі (агрегаті) на близькість потоку відмов до пуассонівського потоку.

Для елементів автомобіля з раптовими відмовами досліджуваний потік можна вважати пуассонівським, якщо

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

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

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

Для складних елементів та елементів з поступовими відмовами потік відмов можна вважати пуассонівським, якщо

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

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

У решті випадків доцільно вводити поправки до відповідних пуассонівських наближень викладеними вище методами.

Метод визначення періодичності ТО за ймовірністю безвідмовної роботи простий і зручний для користування, оскільки параметр потоку відмов досить просто визначити зі статистичної вибірки, а решта функцій табульована.

Імовірність справного стану. Оцінюючи надійність автомобіля з урахуванням відновлення, не можна оперувати поняттям «імовірність безвідмовної роботи». Треба користуватися поняттям «імовірність справного або несправного стану автомобіля» протягом заданого інтервалу робочого часу.

Імовірність справного стану автомобіля  $P(t)$  у довільний момент часу  $t$  для періоду нормальної експлуатації можна визначити за формулою:

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

де  $K_r$ ,  $T_B$  — відповідно коефіцієнт готовності і час відновлення автомобіля. Цей вираз дає змогу визначити характеристику експлуатаційної надійності автомобіля (рис. 3.5).

Оскільки експлуатаційну надійність автомобіля з урахуванням профілактики

оцінюють коефіцієнтом готовності  $K_r$ , оптимальну періодичність ТО визначають відрізком осі абсцис  $0t_1$ , утвореним проекцією ординати (значення якої дорівнює прийнятому  $K_r$ ) на вісь абсцис.

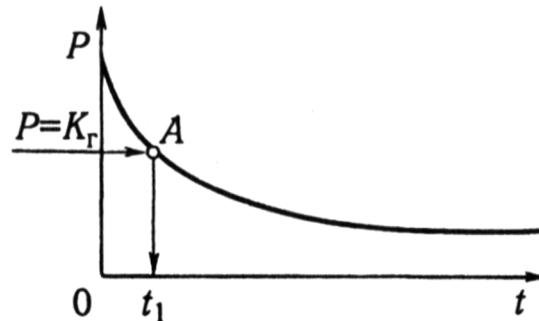


Рисунок 3.5 – Залежність періодичності ТО автомобіля від імовірності справного стану

Середнє напрацювання на відмову. Для деяких агрегатів автомобіля, які безпосередньо не впливають на безпеку руху, періодичність їхньої профілактики можна визначити за середнім напрацюванням на відмову за формулою:

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

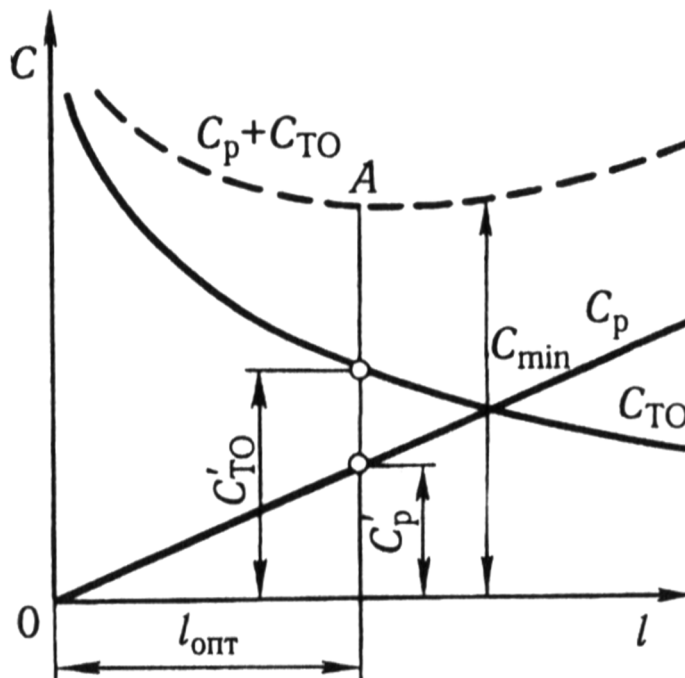
де  $\bar{\omega}(L)$  — усереднений за пробіг параметр потоку відмов автомобіля.

Формула справедлива для будь-якого закону розподілу пробігу автомобілів без відмов, оскільки при її доведенні ніде не накладається ніяких обмежень на щільність розподілу пробігу безвідмовної роботи  $f(l)$ . З урахуванням того, що  $L_{TO} \leq L$  (де  $L_{TO}$  — періодичність ТО автомобіля), вираз дає змогу визначити періодичність ТО тих агрегатів автомобіля, які не впливають на безпеку його руху.

Визначити періодичність ТО автомобілів за середнім напрацюванням на відмову просто: для цього досить знати значення параметра потоку відмов. Проте застосування цього методу обмежене, оскільки він дає прийнятні результати тільки

тоді, коли автомобіль має добре відпрацьовану конструкцію, інакше не забезпечується його висока експлуатаційна надійність, що суперечить умові поставленого завдання.

Техніко-економічний метод. Критерієм для визначення періодичності ТО техніко-економічним методом є економічна доцільність його виконання, що корегується технічними критеріями (безпекою руху, легкістю проведення технічного обслуговування тощо). Техніко-економічний метод (рис. 3.6) досить універсальний і враховує не лише економічні критерії, а й технічні. Його застосовують при обґрунтуванні режимів ТО автомобілів у нашій країні і за кордоном.



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

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

### 3.2 Обґрунтування оптимального обмінного фонду

Теорія надійності дає змогу визначити оптимальний обмінний фонд агрегатів, механізмів, вузлів і запасних частин автомобілів. Як приклад розглянемо визначення обмінного фонду для елемента ходової частини – амортизаторів.

Критерієм для визначення обмінного фонду може бути мінімальна тривалість чекання в черзі автомобілів через те, що немає запасної частини при заданих експлуатаційних затратах. При цьому використовують такі характеристики експлуатаційної надійності: *параметр потоку відмов* і *параметр потоку відновлення*. Вибір цих параметрів пояснюється тим, що вони охоплюють велику кількість конструктивно-технологічних та експлуатаційних чинників, від яких залежить надійність автомобілів у заданих умовах експлуатації.

Потрібний обмінний фонд треба визначати, враховуючи вік автомобілів, оскільки розміри фонду залежать від багатьох індивідуальних чинників. Протягом усього року роботи підприємства параметр потоку відновлення  $\beta$  можна вважати сталим, хоча в осінньо-зимову пору спостерігається деяке збільшення його. Оптимальний розмір обмінного фонду:

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

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

Параметр потоку відмов визначається за 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:

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

де  $m$  – кількість відремонтованих елементів;

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

Визначимо оптимальний обмінний фонд для 200 автомобілів, що обслуговуються на СТО.

За віком автомобілі розподілені так: до 20 тис. км пробігу – 10% автомобілів, до 80 тис. км – 40%, понад 80 тис. км – 50%.

Параметр потоку відмов амортизаторів, визначений на підставі статистичної інформації, наведено на рис. 3.7, а параметр потоку відновлення ходової частини, визначений на підставі аналогічної інформації, – на рис. 3.8.

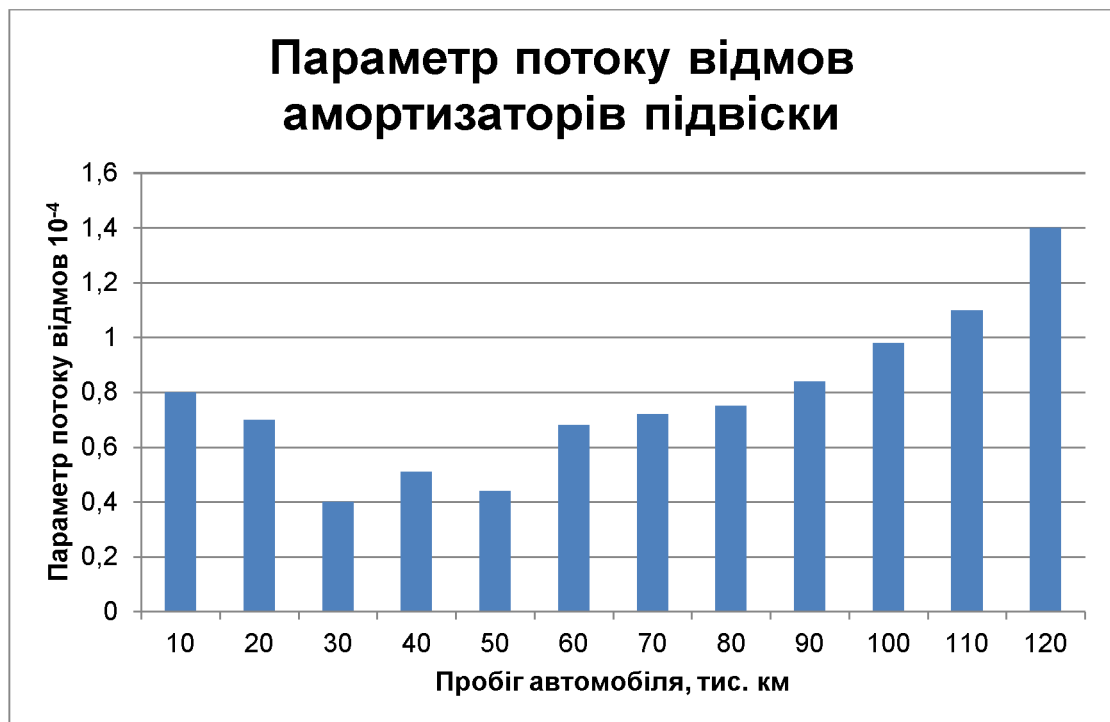


Рисунок 3.7 – Параметр потоку відмов амортизаторів підвіски



Рисунок 3.8 – Параметр потоку відновлення ходової частини

Аналізуючи графік (рис. 3.7) можна зробити висновок, що перша група автомобілів перебувала в першому періоді (припрацювання), друга – у другому, а третя – у третьому.

Таким чином, параметр потоку відмов для першої групи становитиме  $0,8 \cdot 10^{-4}$  (беремо максимальне значення); для другої групи—  $0,47 \cdot 10^{-4}$  (беремо середнє значення, оскільки в цей період він практично залишається на одному рівні) і для третьої групи —  $1,47 \cdot 10^{-4}$  (беремо максимальне значення). Середнє значення параметра потоку відновлення кермового керування – 4,8, а в перерахунку на один кілометр він становитиме  $6 \cdot 10^{-4}$  (оскільки пробіг автомобіля за місяць становить приблизно 1,5 тис. км).

Підставивши отримані значення в рівняння (3.16), дістанемо, що оптимальна кількість оборотних амортизаторів автомобілів дорівнює 9 шт. (зокрема, для автомобілів першої групи — 1 шт., другої — 3 шт., третьої — 5 шт.). У міру збільшення пробігу автомобілів від початку експлуатації треба корегувати кількість оборотного фонду в бік збільшення, беручи до уваги зміну параметра потоку відмов.

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

Працездатність ДТЗ автомобільного транспорту підтримується шляхом виконання профілактичних та ремонтних робіт. Характерною особливістю організації цих робіт є потік вимог, який змінюється в часі, а також змінні трудомісткість і тривалість виконання.

Системи, в яких змінними і випадковими є моменти надходження вимог на обслуговування і тривалість самих обслуговувань, називаються системами масового обслуговування (СМО). Прикладами СМО в області технічної експлуатації автомобілів є: пости і лінії ТО і ПР, ремонтні дільниці, склади запасних частин, автозаправні станції та ін.

Застосування методів теорії масового обслуговування в організації технологічних процесів ТО і ПР ДТЗ дає змогу за короткий час, на базі використання сучасного математичного апарату та обчислювальної техніки, знаходити найбільш оптимальні рішення.

Система масового обслуговування складається з визначеної кількості основних елементів, як показано на рис. 3.9.

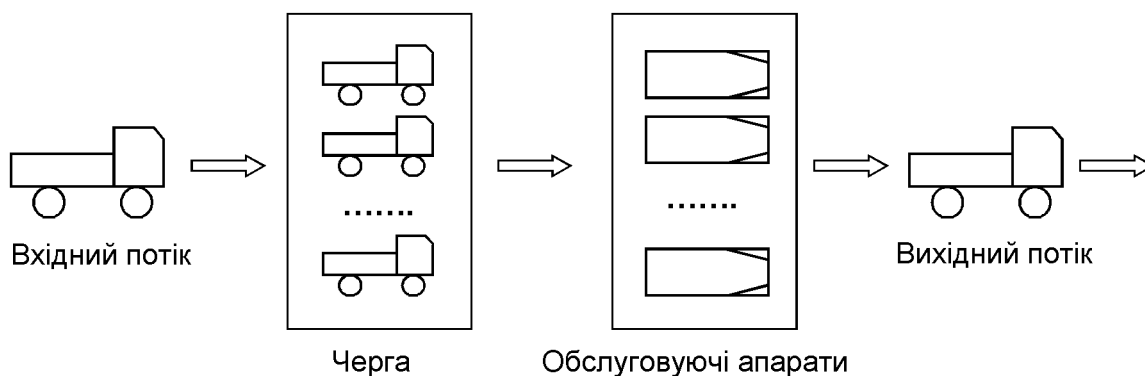


Рисунок 3.9 – Схема системи масового обслуговування

Вхідним потоком вимог є сукупність вимог на задоволення потреб в проведенні певних робіт. Заявки поступають в деякі випадкові моменти часу. Тому число



вимог, що поступають в систему за одиницю часу, є випадковою величиною, а вхідним потоком є випадковий процес, який, як правило, описується законом Пуассона. Вимоги можуть бути однорідними і неоднорідними.

Обслуговуючі апарати – це сукупність окремих робітників, ланок, бригад з необхідним технологічним обладнанням, засобами механізації, інструментом і оснасткою. При виконанні ТО – це бригади, при виконанні ПР – робочі пости, на ремонтних дільницях – окремі робітники.

Черга утворюється у тому випадку, коли пропускна спроможність обслуговуючих апаратів недостатня по відношенню до вхідного потоку вимог. Величина вхідного потоку має варіацію щодо математичного очікування.

Вихідний потік, залежно від характеристики СМО, складають в загальному випадку вимоги які пройшли та які не пройшли обслуговування. Але для автомобільного транспорту обов'язковим є виконання необхідних робіт по обслуговуванню і ремонту, тобто вихідний потік повинен складатися тільки з вимог, що пройшли обслуговування – з працездатних автомобілів.

Системи масового обслуговування класифікуються наступним чином:

- по обмеженнях на довжину черги – з втратами, без втрат і з обмеженням по довжині черги. У системах з втратами вимога покидає чергу, якщо всі обслуговуючі апарати зайняті. У системах без втрат вимога займає чергу, якщо всі апарати зайняті. Можуть існувати обмеження на довжину черги або на час перебування в ній;

- по кількості каналів обслуговування – одно- і багатоканальні;

- за типом обслуговуючих апаратів – однотипні (універсальні) і різнотипні (спеціалізовані);

- по порядку обслуговування – одно- і багатофазові. Однофазові – це такі системи, в яких вимога обслуговується на одному посту. При багатофазовому обслуговуванні вимога послідовно проходить декілька обслуговуючих апаратів, наприклад на потоковій лінії ТО;

- по числу обслуговуючих апаратів – обмежене і необмежене;

по пріоритетності обслуговування – з пріоритетом і без пріоритету. З пріоритетом – це такі системи, в яких ряд вимог обслуговуватиметься насамперед незалежно від наявності черги інших вимог, наприклад заправка паливом поза чергою автомобілів швидкої медичної допомоги. Без пріоритету – вимоги обслуговуються в порядку надходження в систему;

по величині вхідного потоку вимог – з обмеженим і необмеженим потоком;

по структурі системи – замкнуті і відкриті. Замкнуті – це такі системи, в яких вхідний потік вимог залежить від числа вимог, що пройшли обслуговування. Відкриті – вхідний потік вимог не залежить від числа вимог, що пройшли обслуговування;

по взаємозв'язку обслуговуючих апаратів – з взаємодопомогою і без неї. У системах без взаємодопомогою параметри пропускної спроможності і продуктивності обслуговуючих апаратів постійні і не залежать від завантаження або простою інших апаратів. У системах із взаємодопомогою пропускна спроможність обслуговуючих апаратів залежатиме від зайнятості інших апаратів. Взаємодопомога між постами і виконавцями характерна при організації роботи зон і дільниць ТО і ремонту і при колективних методах праці, при якій робітники можуть переміщатися по постах.

Стосовно технічної експлуатації автомобілів найбільше поширення знаходять замкнуті і відкриті, одно- і багатоканальні СМО, із однотипними або спеціалізованими обслуговуючими апаратами, з одно- або багатозафазовим обслуговуванням, без втрат або з обмеженням на довжину черги чи часу перебування в ній.

### **3.4 Показники ефективності організації ТО і Р ДТЗ**

Показниками ефективності застосування системи масового обслуговування є величини, описані нижче:

Інтенсивність обслуговування, характеризує спроможність обслуговуючих апаратів (постів чи ліній ТО, ПР):

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

де  $t_d$  – тривалість обслуговування однієї вимоги;

Приведена щільність потоку вимог:

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

де  $\omega$  – параметр потоку вимог;

Абсолютна пропускна здатність, яка показує кількість вимог, що поступають за одиницю часу:

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

де  $g$  – відносна пропускна здатність, яка визначає долю вимог, що пройшли обслуговування, від загальної кількості вимог;

Ймовірність того, що всі пости вільні  $P_0$ , характеризує такий стан системи при якому всі об'єкти справні і не потребують проведення обслуговування, тобто вимоги відсутні.

Ймовірність відмови в обслуговуванні  $P_{\text{відм}}$  має смисл для СМО з втратами або з обмеженнями по довжині черги чи часу перебування в ній. Цей показник показує долю втрачених для системи об'єктів. Такі випадки можливі на станціях технічного обслуговування.

Ймовірність утворення черги визначає такий стан системи, при якому всі обслуговуючі апарати зайняті, і наступні вимоги займають чергу з числом вимог, що знаходяться в черзі  $r$ .

В залежності від структури СМО показники функціонування визначаються по різному. Для СМО з втратами (черга відсутня,  $r = 0$ ) ці показники визначаються за формулами приведеними 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 взаємодопомогою ( $n > 1$ ; $\mu_{\text{бр}} = n\mu$ )	$g = \frac{\mu_{\text{бр}}}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$P_0 = \frac{\mu_{\text{бр}}}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$P_{\text{відм}} = \frac{\omega}{\omega + \mu_{\text{бр}}}$	$n_{\text{зайн}} = \frac{\omega}{\omega + n\mu}$

Якщо структура СМО передбачає обслуговування всіх вимог без обмежень (або з обмеженнями) по довжині черги чи часу перебування в ній, то показники ефективності визначаються за формулами, приведеними нижче (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:

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

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 ТО і ПР

Процеси технічного обслуговування і ремонту автомобілів містять елементи випадковості. Відмови і несправності автомобілів, скасування і затримки рейсів автобусів, недоліки в постачанні обмінного фонду агрегатів і запасних частин та інші причини породжують нерегулярність надходження автомобілів на обслуговування і несталість обсягу виконуваних робіт.

Випадкові процеси, що характеризують вхідний потік СМО, а саме, надходження автомобілів на ТО і Р, можуть бути описані марковськими випадковими процесами. Їх особливість полягає в тім, що ймовірність любого стану системи (автомобіля, групи автомобілів) в майбутньому залежить тільки від її стану в теперішній час і залежить від того якими шляхами система прийшла до цього стану. Працездатність автомобіля в майбутньому залежить тільки від фактичного технічного стану, до якого він може прийти по різному.

Марковські процеси з дискретним станом і неперервним часом характеризують функціонування систем, у яких перехід із одного стану в інших відбувається у випадкові моменти часу, а самі стани є дискретними, наприклад поява відмов і несправностей. Для такого процесу розглядаються щільності 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.

При наявності даних по щільності ймовірностей переходів  $P_{ij}$ , можна визначити ймовірності всіх станів системи в різні моменти часу.

Одним з найбільш поширених випадків марковських процесів з дискретним станом і неперервним часом є найпростіші процеси або потоки, які характеризуються властивостями стаціонарності, ординарності та відсутністю післядії.

Стаціонарним являється потік, при якому ймовірність виникнення події (наприклад, відмов) на протязі деякого інтервалу часу (або пробігу) залежить тільки від довжини цього інтервалу і не залежить від початку відліку часу. Інтенсивність потоку вимог протягом цього проміжку часу – стала. 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.

Ординарність означає, що ймовірність виникнення двох і більше подій на протязі деякого інтервалу часу досить мала і нею можна знехтувати в порівнянні з довжиною самого інтервалу. Одночасне виникнення двох і більше відмов у автомобілів практично мало ймовірне, тобто одночасно може надійти не більше однієї вимоги щодо обслуговування.

Відсутність післядії – це незалежність характеру потоку від потоків і моментів їх виникнення, що були раніше. Кількість вимог, що надійшли до системи після довільного моменту часу  $t$  не залежить від того, скільки вимог надійшло до системи до моменту часу  $t$ .

Потоки, які відповідають умовам стаціонарності, ординарності та відсутності

післядії описуються 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.

В реальних умовах виробництва фіксується значення  $t$  як одна година, одна зміна, один тиждень і т.д., тобто  $t = 1$ , а  $\omega t = \Omega_0 = a$  – середнє число відмов, що виникають за час  $t$ . Тоді формула (3.32) прийме вид:

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

Використовуючи формулу (3.33) визначимо ймовірність появи визначеного числа вимог  $P_{ka}$  при відомому значенні середнього числа відмов  $a$ .

Ймовірність появи різного числа вимог (числа заявок для ТО і ПР на СТО)  $P_{ka}$  на одиничному інтервалі часу  $t$  при відомому значенні  $n$  середнього числа заявок  $a$  на цьому інтервалі часу.

Середнє число заявок (число автомобіле-заїздів за день) може бути визначене, виходячи з кількості автомобіле-заїздів на СТО за рік. Кількість заїздів на СТО за рік приймаємо, виходячи з вихідних даних:

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

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

$D_p$  - кількість робочих днів СТО.

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



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

Дані потоку заявок показують, що поява вимог носить ймовірнісний характер, але ця ймовірність може бути визначена, знаючи закон розподілу випадкової величини, тобто поява визначеної кількості вимог на якомусь інтервалі часу передбачувана.

Виходячи з цього, можна дійти висновку, що пропускна здатність виробничих зон і дільниць підприємства може бути розрахована, виходячи із середньої необхідності, а не з максимального завантаження. Такий підхід призведе до появи черги на обслуговування. Пропускна здатність підприємства характеризується кількістю та рівнем механізації виробничого обладнання, виробничими площами, кількістю робітників, організацією праці та ін, що, в свою чергу, характеризується вартісним показником  $C_{обл}$ . Економічні втрати по причині простою автомобілів в черзі характеризуються показником  $C_{авт}$ . Отже, для визначення оптимальної пропускної здатності виробничих зон і дільниць, необхідно мінімізувати, так звану, цільову функцію  $u = C_{обл} + C_{авт}$ .

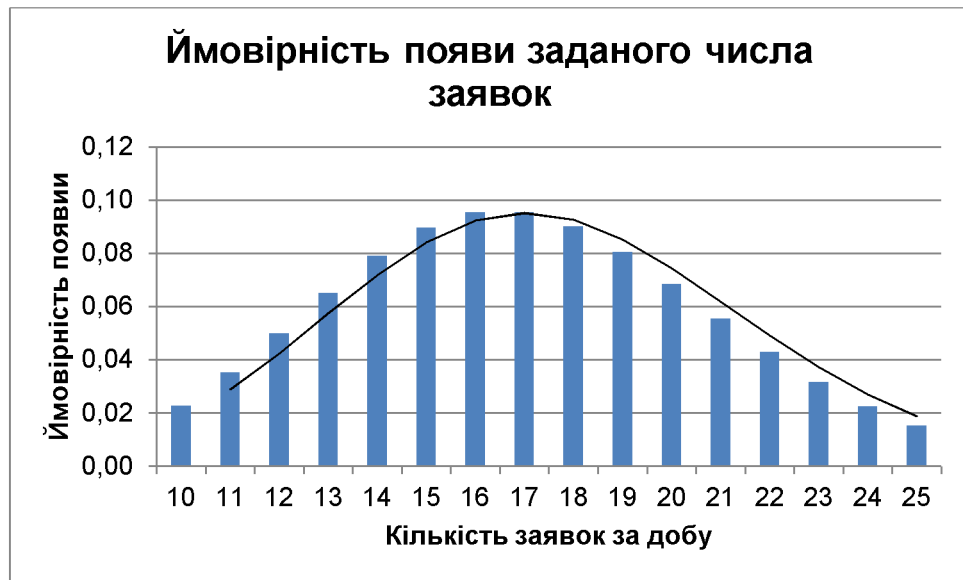


Рисунок 3.10 – Ймовірність появи заданого числа заявок

### 3.6 Дослідження середньої тривалості обслуговування одного автомобіля

Для визначення закону розподілу тривалості простою автомобілів в ТО і ПР скористаємося статистичними даними про простій деякої кількості автомобілів в технічному обслуговуванні і поточному ремонті. Дані про час перебування в автомобілів в ТО і ПР взяті з статистичних даних підприємства.

Постановка завдання. Визначити відносну ймовірність часу перебування автомобіля в ТО і ПР –  $P_j$  в заданому інтервалі часу  $\Delta t$  та щільність розподілу  $f(t)$  випадкової величини, якщо відомі статистичні інтервали часу перебування за даними підприємства.

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

З статистичного ряду інтервалів видно, що найбільшим є інтервал 13 год. Інтервали часу  $\Delta t$ , в яких необхідно визначити частоту появи вимоги виберемо 1 год. Час перебування  $v_j$  в кожному інтервалі часу  $\Delta t$  визначається підрахунком. Відносна ймовірність  $P_j$  визначається за формулою:  $P_j = v_j / N\Delta t$ . Таким чином, отримаємо границі інтервалів через час  $\Delta t$ , час перебування  $v_j$  та відносну ймовірність  $P_j$ , як показано на рис 3.11.

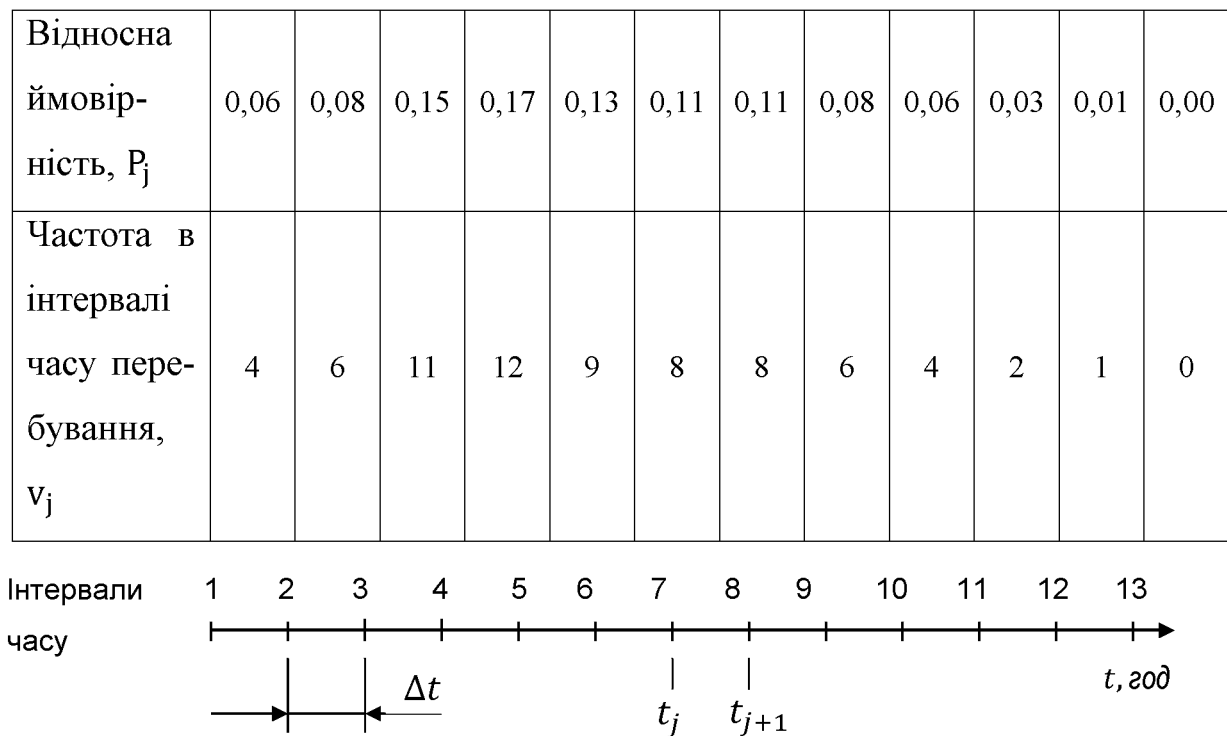


Рисунок 3.11 – Вибір інтервалів часу  $\Delta t$  та відносна ймовірність  $P_j$

Згідно значень, приведених на рисунку 3.11, побудуємо гістограму, яка графічно відображає час перебування в ТО і ПР у відповідних інтервалах часу (рис. 3.12). Ступінчату гістограму можна згладити неперервною кривою  $f(t)$ . Функція  $f(t)$  являє собою щільність розподілу випадкової величини (часу перебування автомобіля на СТО). Вона визначає закон розподілу, оскільки показує, з якою ймовірністю ця величина набуває тих чи інших значень. Крива, зображена на рис. 3.12, по формі близька до нормальної. Це дає змогу зробити висновок, що час перебування автомобілів в ТО і ПР має нормальний розподіл.



Рисунок 3.12 – Розподіл часу перебування автомобілів в ТО і ПР

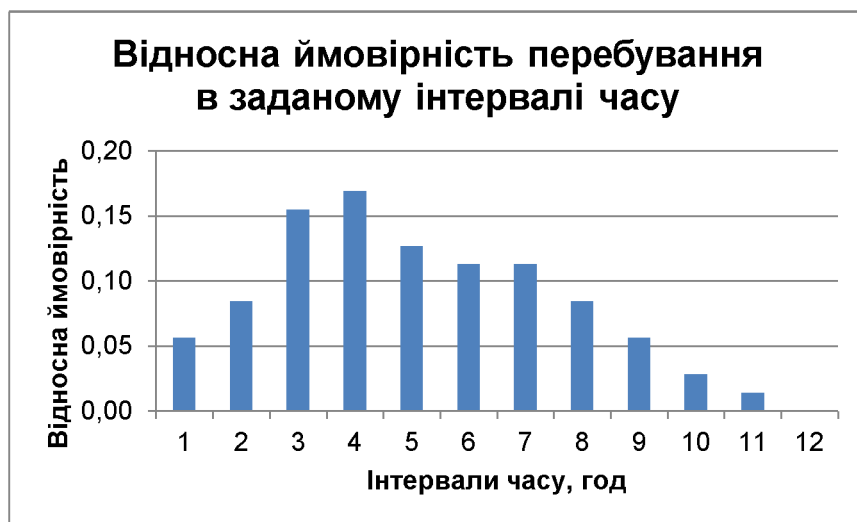


Рисунок 3.13 – Відносна ймовірність перебування в заданому інтервалі часу

### 3.7 Оптимізація кількості постів ТО і ПР

Вихідні дані:

- кількість заявок за добу.
- пропускна спроможність одного поста ТО і ПР.

Необхідно визначити:

- оптимальну кількість постів ТО і ПР – S.

Визначимо методами теорії масового обслуговування середню довжину черги або яка кількість автомобілів при заданій кількості постів ТО і ПР в середньому знаходитиметься в черзі в очікуванні обслуговування. Згідно з дослідженням вхідного потоку даних, інтервали між моментами надходження автомобілів на СТО і час, що витрачається на поточний ремонт автомобіля, розподіляються по законах, дуже близьких до нормального закону розподілу.

Визначимо ймовірність того, що на станції технічного обслуговування взагалі не знаходитиметься жодного автомобіля – ймовірність нульового стану системи. Ця ймовірність може бути знайдена з умови:

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_n = 1, \quad (3.35)$$

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

$P_n$  – ймовірність перебування системи в стані  $n$ .

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

$$\sum_{n=0}^{S-1} P_0 \cdot \frac{S^n \cdot \psi^n}{n!} + \sum_{n=S}^{\infty} P_0 \cdot \frac{S^S \cdot \psi^n}{S!} = 1 \quad (3.36)$$

або

$$P_0 \left[ \sum_{n=0}^{S-1} \frac{S^n \cdot \psi^n}{n!} + \sum_{n=S}^{\infty} \frac{S^S \cdot \psi^n}{S!} \right] = 1 \quad (3.37)$$

Звідки визначимо:

$$P_0 = \frac{1}{\frac{S^S \cdot \psi^S}{S!(1-\psi)} \sum_{n=0}^{S-1} \frac{S^n \psi^n}{n!}} \quad (3.38)$$

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

$\psi$  – коефіцієнт використання робочого часу постів.

Коефіцієнт використання робочого часу постів (обслуговуючих апаратів) в даному випадку визначається таким чином. Розглянемо достатньо великий інтервал часу  $T$ . Протягом цього часу через систему пройде в середньому  $\lambda T$  вимог. За той же час, при повному їх завантаженні, обслуговуючі апарати змогли б обслужити  $\mu T$  вимог. Коефіцієнт використання за часом обслуговуючих апаратів:

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (3.39)$$

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.

Визначимо середню довжину черги при заданій кількості робочих постів зони ТО і ПР.

Середня довжини черги  $\bar{v}$  та коефіцієнт використання робочих постів  $\psi$  являються вихідними величинами для визначення оптимального числа постів (обслуговуючих апаратів) в зоні ТО і ПР.

Середня довжина черги  $\bar{v}$  визначається таким чином. Вимога може знаходитися в черзі, якщо кількість вимог в системі  $n$  перевищуватиме число обслуговуючих апаратів  $S$ . При  $n = S + 1$  в черзі знаходитиметься одна вимога, при  $n = S + 2$  – дві вимоги і так далі. В загальному випадку число вимог в черзі:

$$v = n - S \quad (3.40)$$

Середня довжина черги визначається рівнянням:

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

$$\frac{S^S}{S!} P_0 \sum_{n=S+1}^{\infty} (n - S) \psi^n = \quad (3.41)$$

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

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

Виходячи з цього, середня довжина черги може бути визначена:

$$\bar{v} = \frac{S^S \cdot \psi^{S+1}}{S! (1 - \psi)^2} P_0 \quad (3.42)$$

Для визначення оптимальної кількості постів ТО і ПР необхідно вибрати критерій оптимальності.

В даному випадку, як критерій оптимальності, зручно прийняти сумарні витрати, що виникають внаслідок неповного використання постів ТО і ПР і простоями автомобілів в очікуванні ремонту.

Для цього спочатку потрібно визначити середнє число обслуговуючих апаратів (число постів ТО і ПР), не зайнятих обслуговуванням  $\bar{\rho}$ .

Ця величина визначається за формулою:

$$\bar{\rho} = (1 - \psi)S \quad (3.43)$$

Критерій оптимальності системи може бути визначений як:

$$U = C_1 \bar{v} + C_2 \bar{\rho} \quad (3.44)$$

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

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

Величини втрат  $C_1$  і  $C_2$  визначаються методом калькуляції на СТО. Критерій оптимальності  $U$  залежатиме від вибраного числа постів ТО і ПР. Із збільшенням числа постів втрати, пов'язані з їх неповним використанням, збільшуватимуться, а втрати, пов'язані з простоем автомобілів, зменшуватимуться. Зміна  $U$  по мірі збільшення  $S$  можна представити у вигляді кривої (рис. 3.14).

Як випливає з графіка, сумарні втрати від простоїв автомобілів і постів по мірі збільшення  $S$  спочатку зменшуються, а потім знову збільшуються. Необхідно знайти мінімальне значення сумарних втрат  $U_{\min}$  і відповідне цьому значенню оптимальне число постів ТО і ПР –  $S_{\text{опт}}$ .

Функція, представлена на рис. 3.14 називається цільовою функцією або функцією мети.

Для вирішення поставленого завдання мінімізуватимемо цільову функцію методом простого перебору. Блок-схема визначення мінімального значення цільової функції представлена на рисунку 3.17.

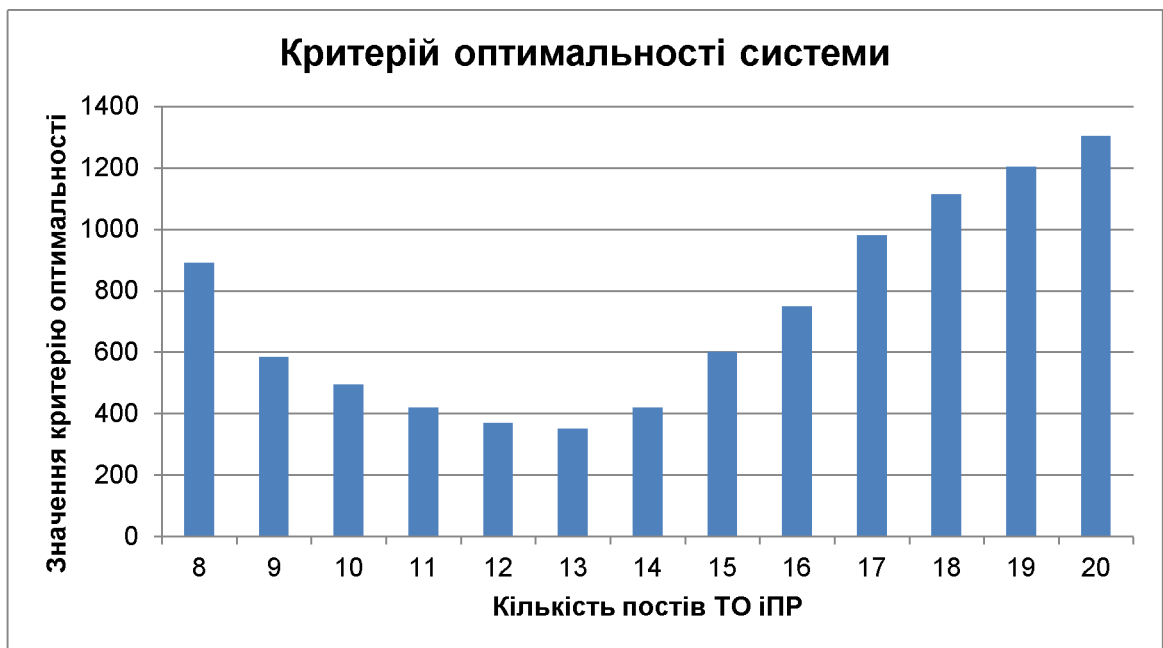


Рисунок 3.14 – Значення критерію оптимальності кількості постів ТО і ПР



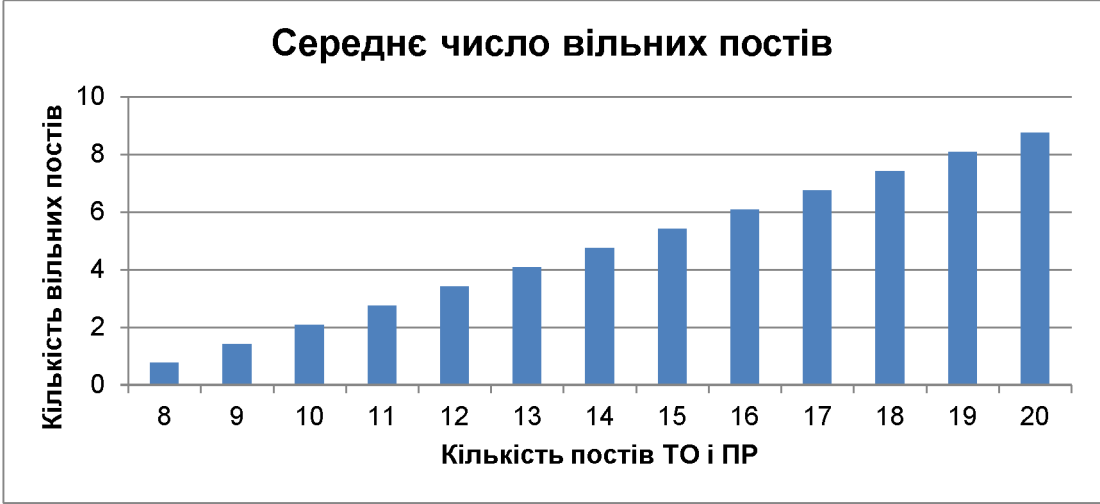


Рисунок 3.15 – Середнє число вільних постів зони ТО і ПР

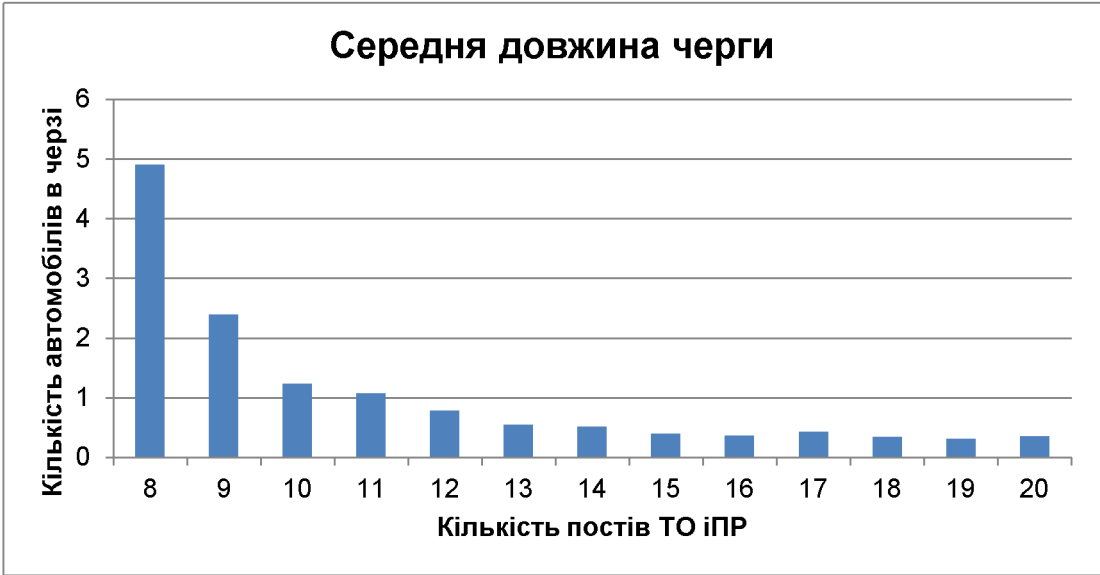


Рисунок 3.16 – Середня довжина черги

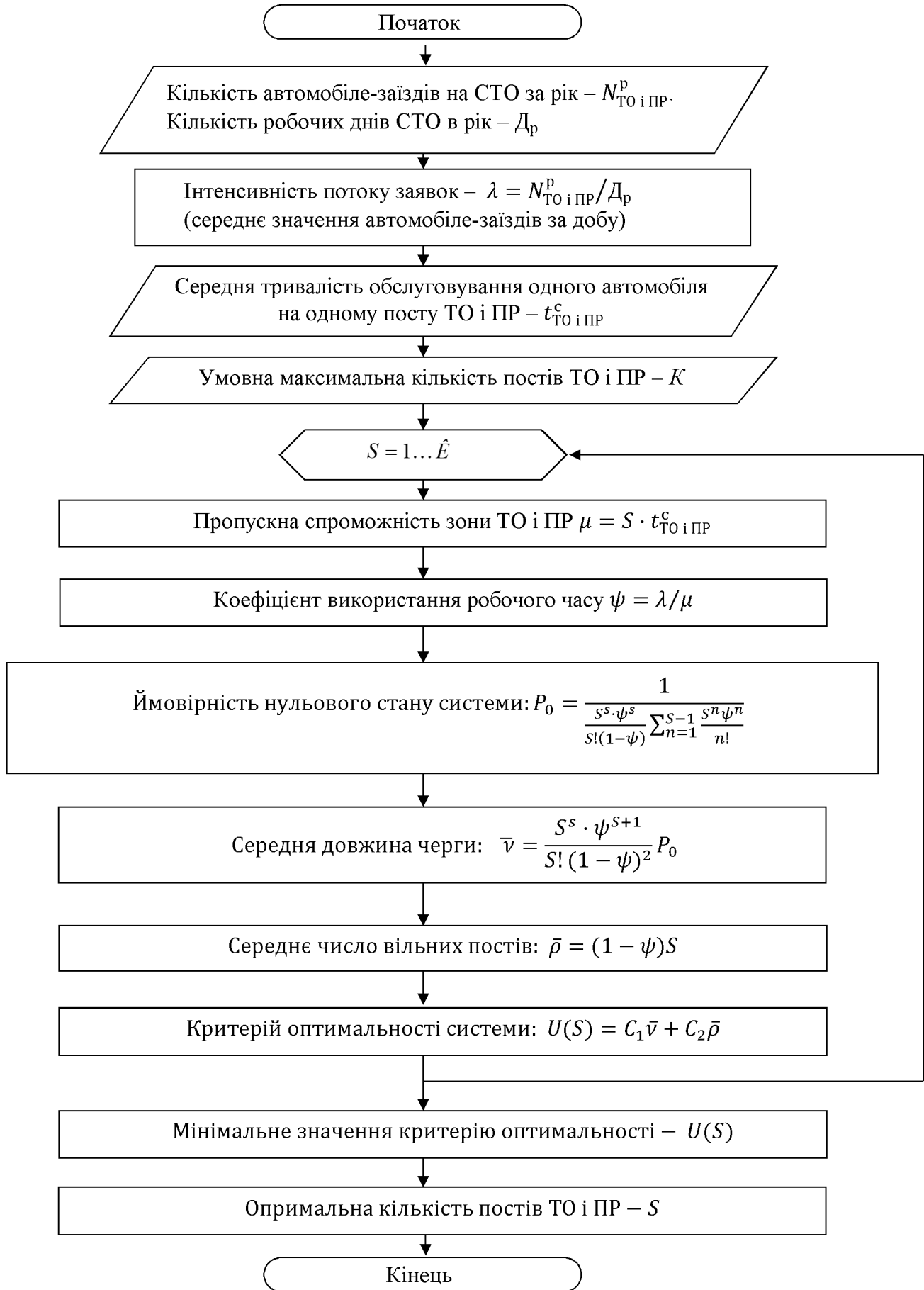


Рисунок 3.17 – Блок-схема оптимізації кількості постів ТО і ПР

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 4.1 Аналіз умов праці

У приміщенні зони технічного обслуговування і поточного ремонту в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Авто Дім» можуть виникати небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що відносять до фізичної і психологічної груп. До групи фізичних небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться:

- підвищений рівень шуму;
- підвищене значення напруги в електричній мережі, замикання якої може відбуватись через тіло людини
- відсутнє або недостатнє природне освітлення
- недостатнє освітлення

Психологічну групу шкідливих і небезпечних виробничих акторів складають:

- фізичні перевантаження(статичні)
- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці).

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

Електробезпека. Для живлення обладнання електричним струмом використовують трифазну чотири провідну мережу напругою до 1000В з заземленою нейтраллю, напругою  $U = 380 / 220В$ . Оскільки мають місце такі небезпечні умови, як наявність струмопровідної підлоги (лінолеум), а також є можливість одночасного дотику людини до металевих частин конструкції, то приміщення відносять до приміщень з особливою безпекою, тому для захисту працюючих від можливого ураження електричним струмом слід передбачити такі заходи:

1. Забезпечити недоступність струмопровідних елементів, що знаходяться під напругою для випадкового дотику. Застосування подвійної ізоляції.
2. Застосовувати занулення обладнання, що може опинитись під напругою.
3. Використання систем захисного відключення.
4. Використання малих напруг в лампах місцевого освітлення.

Умови праці повинні бути максимально безпечними для працюючих. Особливу увагу також слід приділяти робочому місцю.

### **4.3 Організаційні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії**

Вимоги до обладнання та приміщення. Всі вимоги до обладнання, приміщення зводяться до створення умов, які б були б безпечними для працюючих, не допускали б або знижували небезпеку контакту людини з небезпечною зоною. Тому обладнання, що використовуватиметься (комп'ютери) повинно бути оснащене запобіжниками і сигналізуючими пристроями.

Особливу увагу слід приділити до вимог безпеки приміщень. Ці приміщення повинні забезпечувати сприятливу виробничу обстановку і ліквідувати пожежну небезпеку. Об'єм виробничого приміщення повинен бути таким, щоб на одного працюючого припадало не менше 15 м<sup>3</sup>, а площа приміщення - не менше 6 м<sup>2</sup>.

Зовнішні стіни приміщення повинні мати таку товщину, при якій виключалась би можливість конденсації вологи на внутрішній поверхні.

На дільниці слід передбачити побутові приміщення, кімнати відпочинку, що дозволить створити сприятливі виробничі умови.

#### **Мікроклімат в виробничому приміщенні.**

Роботи, що виконуються відносяться до категорії робіт II б – середньої важкості. Вони пов'язані з ходінням працюючих. Ці роботи пов'язані з фізичним навантаженням.

Параметри, що характеризують мікроклімат в приміщенні є наступними: температура, відносна вологість, швидкість руху повітря.

Числові значення цих норм подано в табл. 4.1. Для нормалізації мікроклімату в виробничому приміщенні необхідно улаштувати вентиляцію і опалення.

Інтенсивність опромінення  $100 \text{ Вт/м}^2$ .

Опромінення людського тіла не більше 25 %.

Таблиця 4.1 – оптимальні і допустимі норми параметрів: температура, відносна вологість, швидкість руху повітря

Період року	Категорія	Температура, °C			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/хв	
		Оптим.	Допустима		Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.
			Верхня гран.	Нижня гран.				
Холод.	Пб	17-19	21	15	40-60	75	0,3	0,4
Тепл.	Пб	20-22	27	16	40-60	70	0,4	0,5

Опалення і вентиляція. Система вентиляції приміщення буде комбінована, тобто буде поєднувати в собі механічну і природну, організовану вентиляцію.

Механічна вентиляція буде здійснюється за рахунок вентилятора з приводом від електродвигуна.

При обертанні вентилятора створюється різниця тиску, в результаті чого повітря переміщується з переміщення (витяжна вентиляція) і в приміщення (проточна вентиляція). Приточна вентиляція забезпечуватиме приток чистого повітря в приміщення, а витяжна вентиляція забезпечуватиме видалення забрудненого повітря назовні. Природна вентиляція здійснюватиметься за рахунок різниці густин повітря, що виникатиме за рахунок різниці температур повітря, а також за рахунок енергії вітру. Для здійснення природної вентиляції будуть застосовуватись кватирки.

Для компенсації втрат тепла і підтримання температури повітря в межах норми передбачається встановлення систем опалення. Система опалення буде водяною (температура води понад  $100^{\circ}\text{C}$ ). Використання такої системи дозволить підтримувати належний температурний режим з мінімально можливими витратами.

### **Освітлення.**

Для освітлення приміщення буде використовуватись суміщене освітлення.

Природне освітлення буде здійснюватись боковим світлом – через вікна в зовнішніх стінах. Штучне освітлення буде комбінованим. Джерелами загального штучного освітлення будуть газорозрядні лампи, а місцевого – лампи розжарення.

В табл. 4.2 подано норму штучного освітлення, а також коефіцієнт природного освітлення для 2-го поясу світлового клімату в залежності від робіт, що виконуються. Оскільки місцевість, на якій розташовано підприємство відносять до 4-го поясу світлового клімату, то нормоване значення коефіцієнту природного освітлення обчислюють за формулою (СніП II-4-79):

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

$e^{III}$  – коефіцієнт природного освітлення для III поясу світлового клімату

$C$  – коефіцієнт сонячності клімату ( $C=0,9$ )

$m$  – коефіцієнт світлового клімату ( $m=0,75$ )

тоді  $e^{IV} = 2,5 * 0,9 * 0,75 = 1,75\%$

Таблиця 4.2 – Норма штучного освітлення, коефіцієнт природного освітлення для 2-го поясу світлового клімату в залежності від робіт, що виконуються

Характер зорової роботи	Найменший розмір об'єкту розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкту розрізнення з фоном	Характер фону	Штучне, лм	Природне, %
						Комбіне	Комбіне
Високоточн.	Більше 0,15 до 0,3	2	в	Середн.	Середн.	750	2,5

### Шум і вібрація.

Для даного виду трудової діяльності відповідні значення рівнів звукового тиску, рівня звуку і еквівалентних рівнів звуку (табл. 4.3)

Таблиця 4.3 – Значення рівнів звукового тиску, рівня звуку і еквівалентних рівнів

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівнів звуку, дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Вібрація, так як і шум негативно впливає на організм людини. Джерелом вібрацій є фактично кожна машина, як і при боротьбі з шумом, необхідно збалансувати тіла, що обертаються, зменшувати пульсацію робочих рідин та газів. Вібрація, що може виникнути в даному виробничому приміщенні, відноситься до категорії третього типу. Параметри, що характеризують вібрацію, є віброшвидкість і віброприскорення. Нормовані значення цих величин подано в табл. 4.4 (для локальної вібрації) і в табл. 4.5 (для загальної вібрації).

Таблиця 4.4 – Нормативні значення віброшвидкості і віброприскорення для локальної вібрації

Середньо геометрична частота октавних смуг, Гц	Нормативні значення			
	віброприско-		віброшвидкість	
	$m/c^2$	дБ	$m/c * 10^{-2}$	дБ
8	1,4	12	2,8	115
16	1,4	12	1,4	109
31,5	2,7	12	1,4	109
63	5,4	13	1,4	109
125	10,7	14	1,4	109
250	21,3	14	1,4	109
500	42,5	15	1,4	109
1000	85	15	1,4	109

#### 4.4 Організація та розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки автотранспорту на базі станції технічного обслуговування

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.

Таблиця 4.5 – Нормативні значення віброшвидкості і віброприскорення для згальної вібрації

Середньо геометричні частоти смуг, Гц	Допустимі значення нормуемого параметра		
	По віброприскор. $m/c^2$	По віброшвидкості	
		$m/c * 10^{-1}$	дБ
2,0	0,14	1,3	108
4,0	0,10	0,45	99
8,0	0,11	0,22	93
16,0	0,2	0,20	92
31,5	0,4	0,20	92
63	0,8	0,20	92

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). Тех-



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

Реевакуація населення здійснюється після завершення робіт з дезактивації населених пунктів чи зниження забруднення внаслідок природного розпаду РР до допустимих рівнів. Дозвіл на реевакуацію дається після обстеження населених пунктів спеціально створюваними комісіями.

Для проведення дезактивації використовується вода. Разом з водою застосовуються спеціальні препарати, що підвищують ефективність змивання радіоактивних речовин.

Це поверхнево-активні і комплексоутворюючі речовини, кислоти, луги. До перших відносять порошок СФ-2 і препарати ОП-7 і ОП-10; до других - фосфати натрію, трилон - Б, Лужна і лимонна кислоти, солі цих кислот.

Для одержання розчину порошок додають у воду невеликими порціями при постійному перемішуванні. Дезактивацію транспортних засобів і техніки проводять із застосуванням 0,15 %-го розчину СФ-2 у воді (улітку) чи аміачній воді, що містить 20 - 24% аміаку. Препарат ОП-7 і ОП-10 застосовують як складову частину дезактивуючих розчинів, призначених для деззктикації поверхонь будинків споряджень і устаткування.

Дезактивація транспортних засобів і техніки проводиться при їхньому зараженні 200 мР/год і більше. Дезактивація проводиться змиванням струменем води під тиском 2-3 атм. чи обробкою дезактивуючими розчинами, протиранням ганчіркою змоченою в бензині, гасі, дизельному паливі, а також обробкою газокрапельним потоком.

Пункт спеціальної обробки ПуСО доцільно розробляти і організувати на базі даного підприємства тому, що воно повністю забезпечене потрібним персоналом та спеціалістами, які здатні обслуговувати та працювати в ПуСО, також підприємство має всі необхідні засоби техніку та обладнання для організації ПуСО.

Розташування ПуСО зручно зробити на виїзді з міста тому, що поблизу протікає річка, яка повністю може забезпечити потреби ПуСО у водопостачанні. Електропостачання забезпечує лінія електропередач, яка проходить поблизу.

Розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки.

Визначення кількості естакад необхідних для миття автомобілів:

$$N_e = \frac{H_{год} \cdot t_m}{60} = \frac{18 \cdot 15}{60} = 4,5, \quad (4.5)$$

де  $H_{год} = 18$  (авт/год) – інтенсивність руху автомобілів;

$t_m = 15$  (хв.) – час витрачений на миття одного автомобіля.

Приймаємо 5 естакад.

Визначаємо необхідну кількість постів для прибирання:

$$N_e = \frac{H_{год} \cdot t_n}{60} = \frac{18 \cdot 14}{60} = 4,2 \quad (4.6)$$

де  $t_n = 14$  (хв) – мінімальний час необхідний для прибирання одного автомобіля.

Приймаємо 5 постів для прибирання.

Визначаємо необхідну кількість води для миття автомобілів на 5 днів:

1. Протягом 4-х днів безперервної роботи через ПуСО пройде

$$H_{7д} = H_{год} \cdot 24 \cdot 4 = 18 \cdot 24 \cdot 5 = 2160 \text{ (авт)}.$$

2. Необхідна кількість води для миття одного автомобіля  $V_a = 200$  л, тоді необхідна кількість води на 5 діб

$$V_{7д} = 2160 \cdot 200 = 432000 \text{ (л)};$$

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

$$V_n = M_n \cdot V_a, \quad (4.7)$$

Норми витрати порошку СФ-2 на один літр води складають

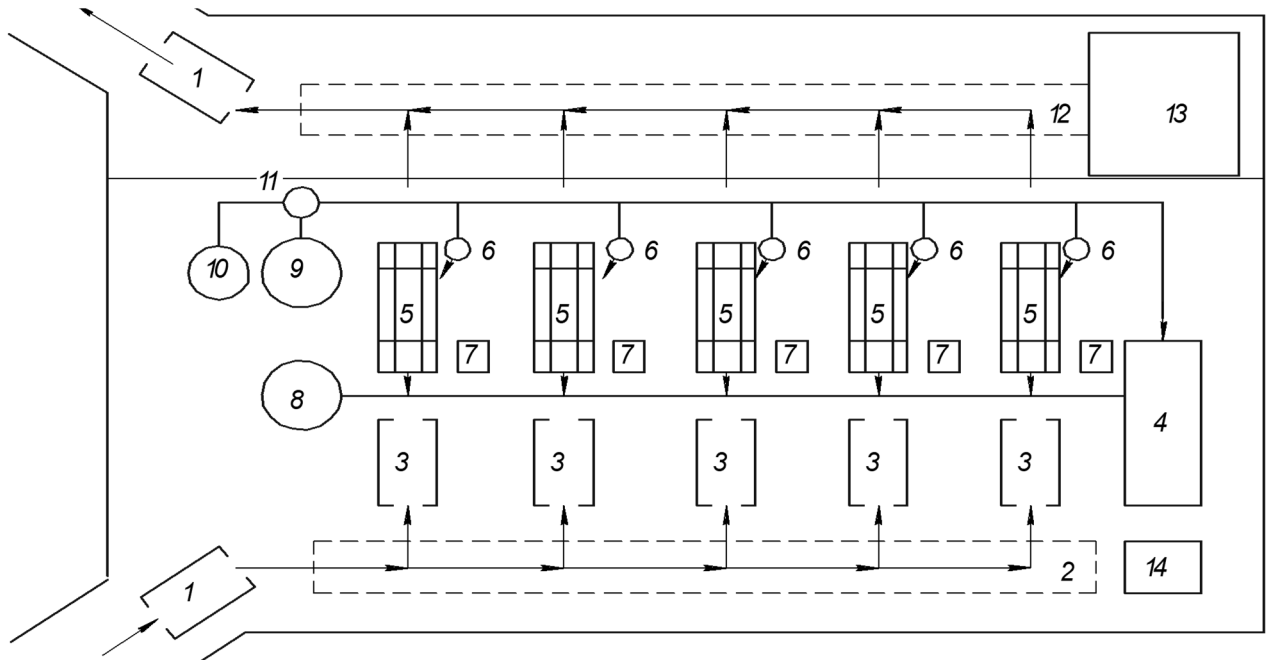
$M_n = 0,15\%$ , тоді:

$$V_{п5д} = M_{п} \cdot V_{5д} = 0,0015 \cdot 432000 = 648 \text{ (кг);}$$

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

$$V_{п5д} = M_{п} \cdot V_{5д} = 0,007 \cdot 432000 = 3024 \text{ (л).}$$

Розробка плану пункту спеціальної обробки. Схема організації ПуСО наведена на рис. 4.1.



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

Рисунок 4.1 – Схема організації ПуСО

## Способи дезактивації техніки і транспорту

До основних способів відносять:

- 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, здійснюється 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.

Засоби знезаражування техніки і транспорту:

- авто-розливальна станція АРС- 12У (АРС-14), комплекти ДК-4, ІДК-1, ДК-3;

- комунальна, сільськогосподарська, дорожня і будівельна техніка, що придатна для використання при виконанні робіт зі знезаражування.

Дезактивація одягу, взуття та індивідуальних засобів захисту проводиться вибиванням і витрушуванням, миттям або протиранням (прогумованих і шкіряних виробів) водяними розчинами миючих засобів або водою, а також пранням за спеціальними режимами з використанням речовин для дезактивації.

Дезактивація бавовняного, сукняного і шерстяного одягу та взуття проводиться витрушуванням і вибиванням, а також чисткою щітками.

Якщо названими способами ступінь зараження одягу не можливо понизити до допустимих величин, то він підлягає дезактивації шляхом прання за відповідною технологією.

Дегазація одягу, взуття та індивідуальних засобів захисту здійснюється кип'ятінням, пароаміачною сумішшю, пранням і провітрюванням.

#### **Висновки до розділу 4**

1. Розділ присвячено питанням охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях, проаналізовано умови праці, виробничу санітарію, виконано розрахунок загального штучного освітлення, запропоновані заходи для захисту від шуму та вібрації, сформовані вимоги з техніки безпеки, електробезпеки та пожежної безпеки.

2. В підрозділі безпеки в надзвичайних ситуаціях було розглянуто способи та засоби спеціальної обробки технічних засобів і проведено розрахунок пункту спеціальної обробки транспортних засобів заданої пропускну здатності.

## ВИСНОВКИ

На основі аналізу науково-технічної літератури обґрунтована необхідність удосконалювання методики визначення основних параметрів функціонування виробничих підрозділів станції технічного обслуговування автомобілів. Існуючі класичні методи не дозволяють оптимізувати окремі параметри в залежності від змінних факторів – кількості клієнтів СТО та кількості заявок на виконання окремих видів робіт.

2. Обґрунтовано необхідність оптимізації оборотного фонду запасних частин в залежності від вікової та кількісної структури автомобілів, які обслуговуються на СТО.

3. На основі запропонованого наукового підходу розроблено алгоритм оптимізації кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів на СТО на основі критерію оптимальності теорії масового обслуговування. Це дає можливість оптимізувати співвідношення витрат на утримання робочих постів та часу перебування автомобілів в черзі на обслуговування.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автомобильные двигатели. Системы управления и впрыск топлива : руководство (пер. с англ.). – СПб. : ЗАО "Альфамер Паблишинг", 1999. – 338 с.
2. Автомобильный справочник BOSCH / [перевод: "Automotive Handbook BOSCH"]. – М. : ЗАО КЖИ "За рулем", 2004. – 992 с.
3. 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.
4. 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.
5. Бендат Дж. Прикладной анализ случайных данных / Дж. Бендат, А. Пирсол ; [пер. с англ. Привальский В. Е., Кочубинский А. И.] ; – М. : Мир, 1989. – 540 с.
6. Буралев Ю. В. Устройство, обслуживание и ремонт топливной аппаратуры автомобилей : учебник / Буралев Ю. В., Мартынов О. А., Кленников Е. В. – [3-е изд., перераб. и допол.] – М. : Высшая школа, 1987. – 288 с. : ил.
7. Газарян А. А. Техническое обслуживание автомобилей / Газарян А. А. – [2-е изд., перераб. и допол.] – М. : "Третий Рим", 2000. – 272 с.
8. 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.
9. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта : учебное пособие / Н. Я. Говорущенко, В. Н. Варфоломеев. – Харьков : ХГАДТУ, 2001. – 271 с.
10. Диагностическое и гаражное оборудование для станций технического обслуживания автомобилей : [информационные листы и каталоги представительства концерна Роберт Бош Лтд в Украине]. – К., 2007.

11. 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).
12. Канарчук В. Є. Виробничі системи на транспорті : підручник / В. Є. Канарчук, І. П. Курніков. – К. : Вища школа, 1997. – 359 с.
13. 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.
14. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 2 : організація, планування і управління : підручник / В. Є. Канарчук, О. А. Лудченко, А. Д. Чигиринець – К. : "Вища школа", 1994. – 383 с.
15. Карагодин В. И. Автомобили КАМАЗ : устройство, техническое обслуживание, ремонт / В. И. Карагодин, Д. В. Карагодин. – М. : Транспорт, 2001. – 344 с. : ил.
16. Каталог специализированного технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта автомобилей : [каталог] / Минавтотранс УССР. – Киев, 1988.
17. Колесник П. А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебник для вузов / П. А. Колесник, В. А. Шейнин – М. : Транспорт, 1985. – 325 с.
18. 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.
19. 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.
20. Лудченко О. А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів : технологія : підручник / Лудченко О. А. – К. : Вища шк., 2007. – 527 с. : іл.
21. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / Лудченко О. А. – К. : Знання, 2004. – 478 с.
22. 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.

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

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

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

26. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М. : Транспорт, 1986. – 72 с. – (Нормативные директивные правовые документы).

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

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

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

30. Системы управления двигателем ВАЗ-2111, 21102, 21122, 21083, 2109, 21099 с распределенным впрыском топлива. – М. : Ливр, 2000. – 144 с.

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

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

33. 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).

34. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень : навчальний посібник / Субботін С. О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с.

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

36. 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.

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

38. Фастовцев Г. В. Организация ТО и Р легковых автомобилей / Фастовцев Г. В. – М. : "Транспорт", 1989 .

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

40. Крещенецький В.Л., Подолян Д.В. Формування потоку відмов автомобілів // Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи», – Вінниця: ВНТУ, 2022, Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2022/schedConf/presentations>

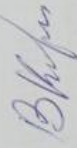
## **ДОДАТКИ**

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ТЕХНІЧНОГО  
ОБСЛУГОВУВАННЯ І ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ В УМОВАХ СТАНЦІЇ  
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ «АВТО  
ДІМ» МІСТО ВІННИЦЯ**

магістерська кваліфікаційна робота  
зі спеціальності 274  
Автомобільний транспорт

Керівник роботи

к.т.н., доц. Крещенецький В.Л.



Розробив студент гр. 1АГ-21М  
Подольан Д.В.



**Мета роботи** – оптимізувати функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту на станції технічного обслуговування автомобілів

2

**Основні задачі роботи:**

1. Виконати аналіз сучасних методів і способів оптимізації функціонування виробничих підрозділів станції технічного обслуговування автомобілів.
2. Визначити основні параметри функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту станції технічного обслуговування та проаналізувати фактори, що на них впливають.
3. Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо оптимізації обо-ротного фонду запасних частин зони технічного обслуговування і поточного ремонту та кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів.
4. Розробити алгоритм практичної реалізації оптимізації кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів на СТО на основі критерію оптимальності теорії масового обслуговування.

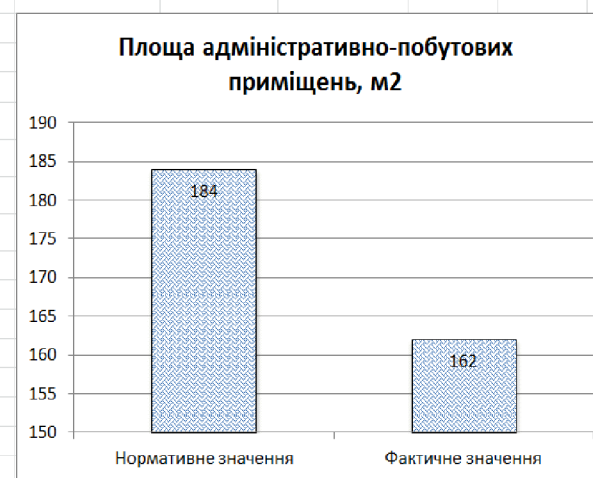
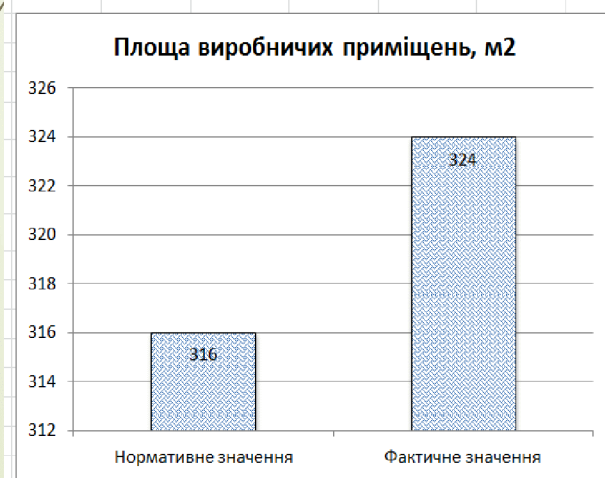
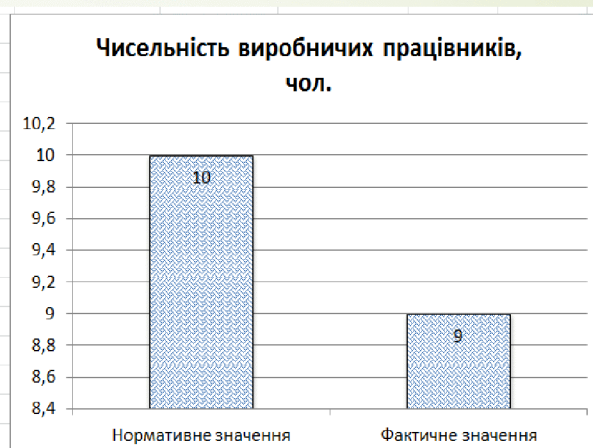
**Об'єкт дослідження** – процес функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту на станції технічного обслуговування автомобілів

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

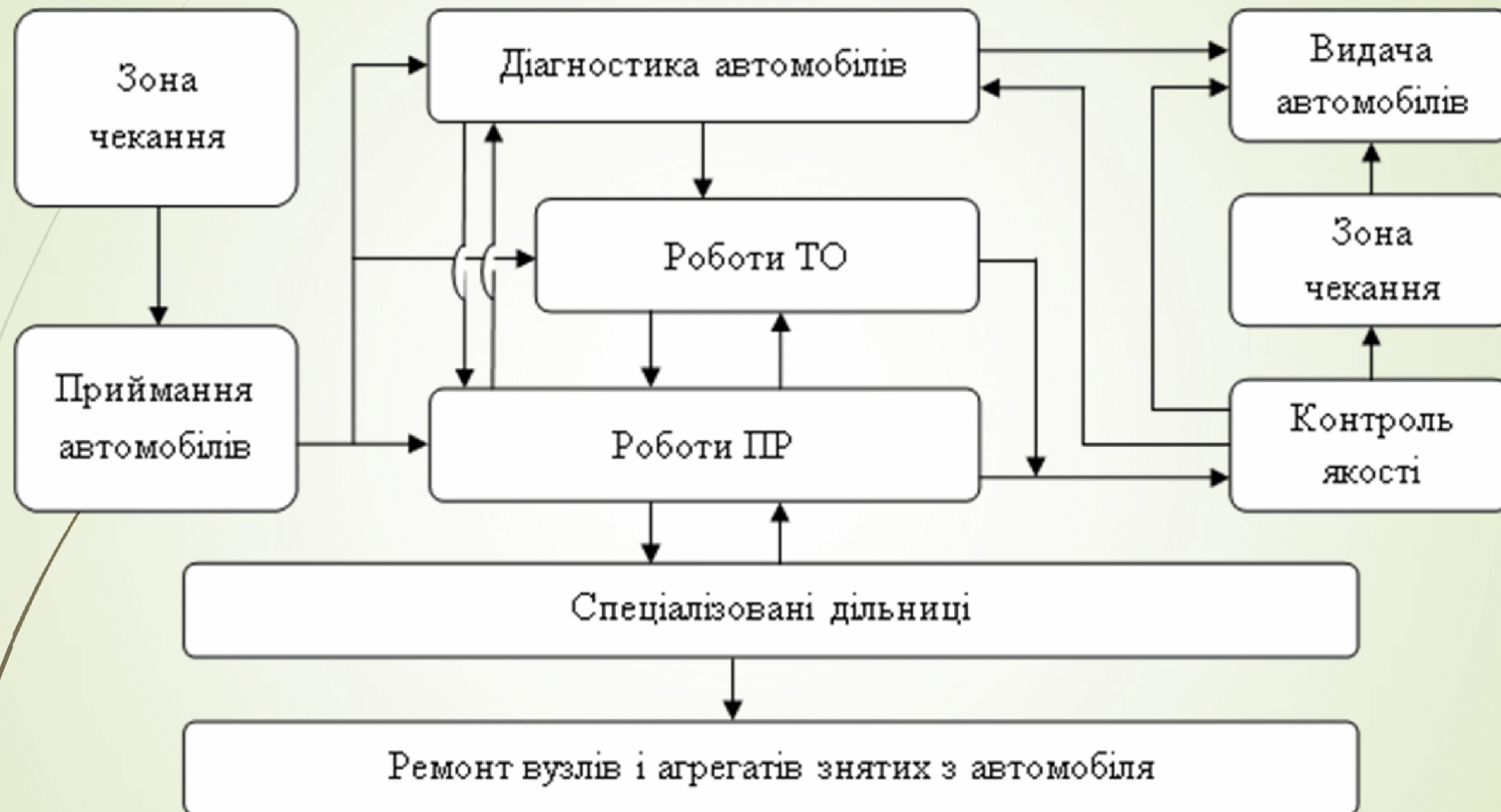
## Наукова новизна отриманих результатів

1. Запропоновано науковий підхід оптимізації оборотного фонду запасних частин зони технічного обслуговування і поточного ремонту та кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів.
2. Одержав подальший розвиток метод визначення параметрів функціонування виробничих підрозділів СТО на основі теорії масового обслуговування.

# Техніко-економічні показники ВТБ СТО



## Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО

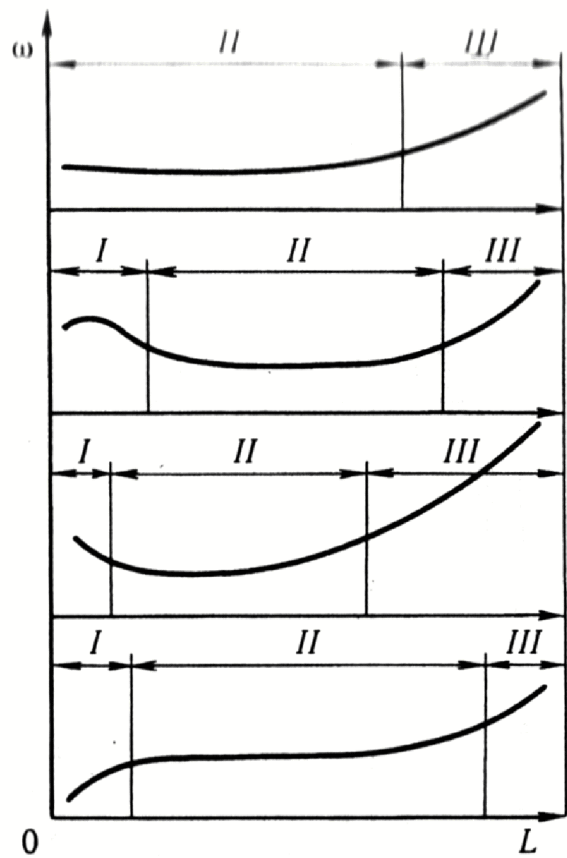




## Вихідні дані технологічного розрахунку СТО

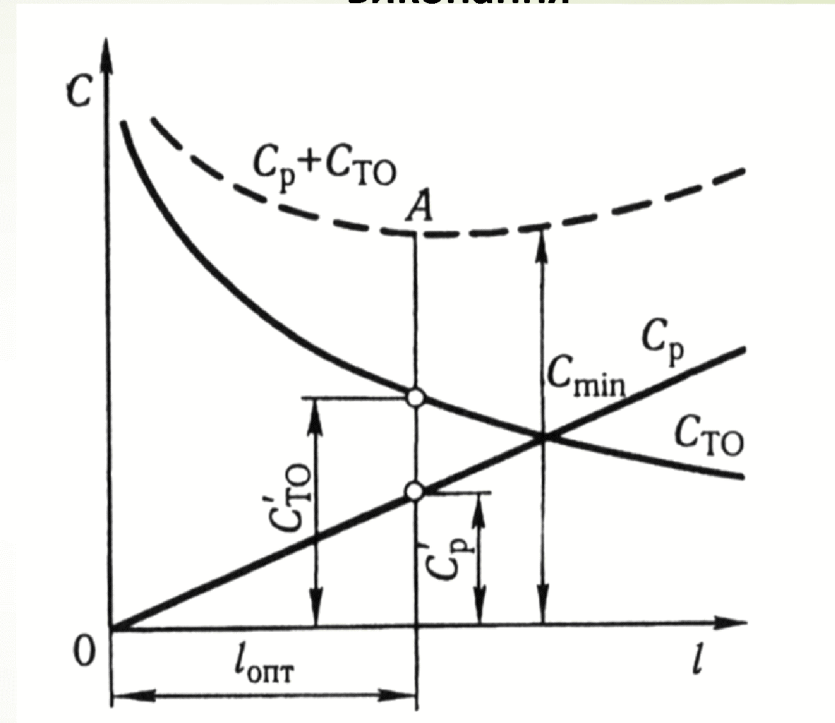
Параметр	Ум. позн.	Од. вим.	Значення
Існуюча кількість постів	$X_{п-існ}^{СТО}$	од.	4
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{ТО і ПР}^P$	заїздів	1420
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	$n_{ТО і ПР}^P$	заїздів в рік	2
Частота заїздів одного автомобіля для виконання антикорозійної обробки	$n_{а-к}^P$	заїздів в рік	1
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	$A_{авт}$	авт.	710
в тому числі:			
- автомобілів I групи:	$A_{авт}^I$	авт.(%)	213
- автомобілів II групи:	$A_{авт}^{II}$	авт.(%)	284
- автомобілів III групи:	$A_{авт}^{III}$	авт.(%)	213
Середньорічний пробіг автомобілів	$L_{с-р}$	км	12000
Спосіб миття автомобілів	-	-	Ручний
Кліматичний район	ПКЗ	-	Помірно-теплий
Режим роботи сто			
Кількість робочих днів СТО	$D_p$	дні	305
Тривалість зміни	$t_{зм}$	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

## Закономірності зміни параметра потоку відмов автомобілів



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

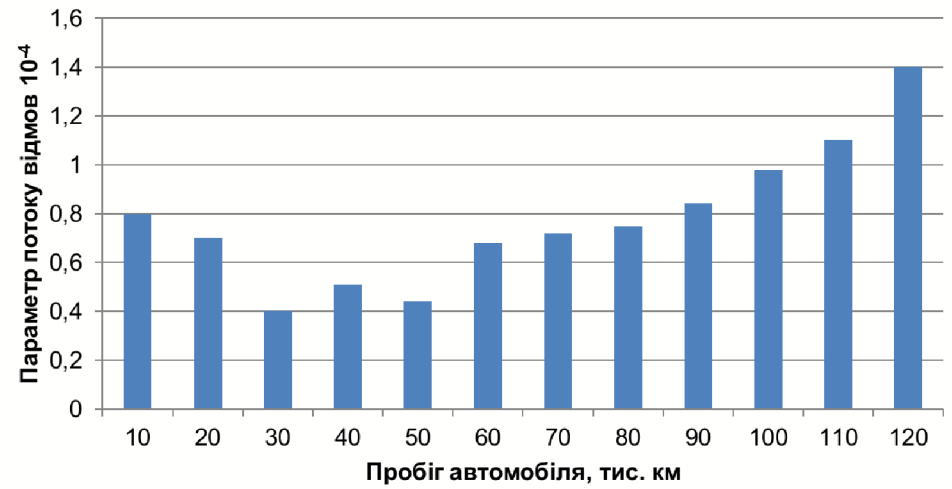
## Залежність витрат на ТО і ремонт автомобіля від періодичності їх виконання



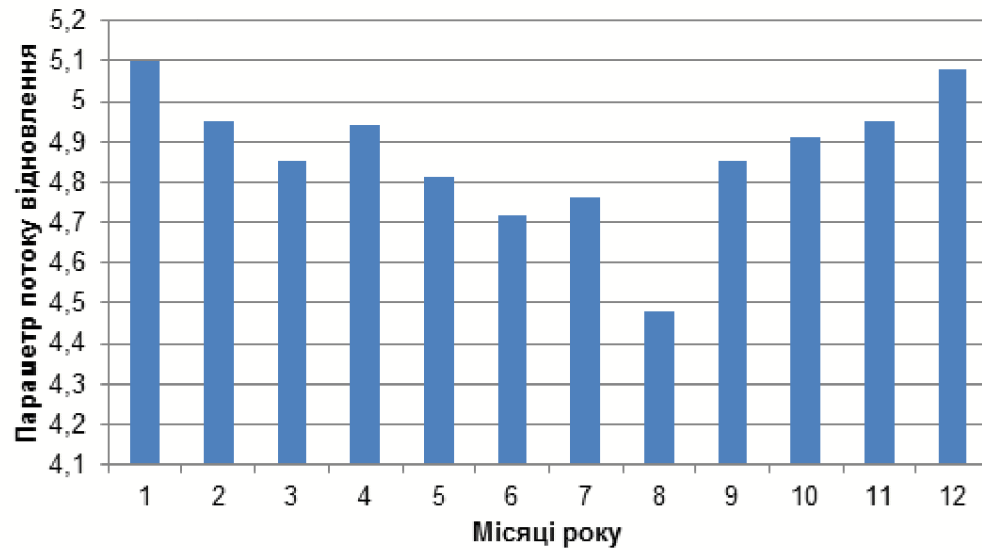
$C_p$ ,  $C_{уд}$  — питомі вартості робіт відповідно на ремонт і та на ТО автомобіля;  $C_p + C_{ТО}$  — сумарна питома вартість профілактичних і ремонтних робіт автомобіля;  $l_{опт}$  — оптимальна періодичність ТО автомобіля.



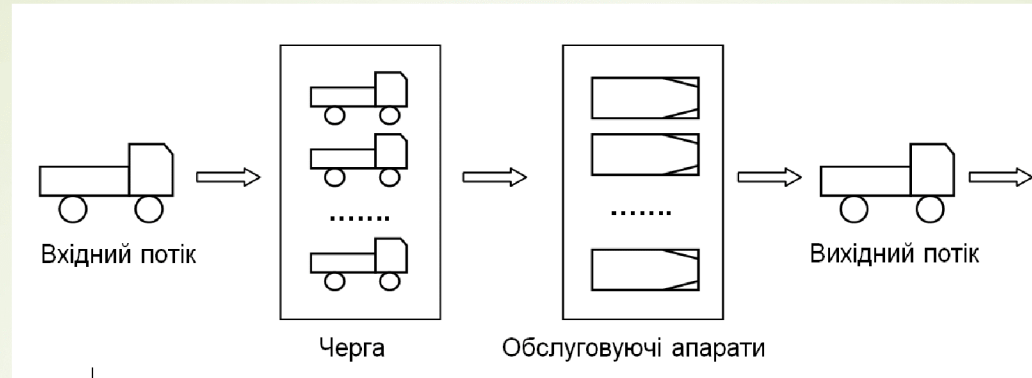
### Параметр потоку відмов амортизаторів підвіски



### Параметр потоку відновлення

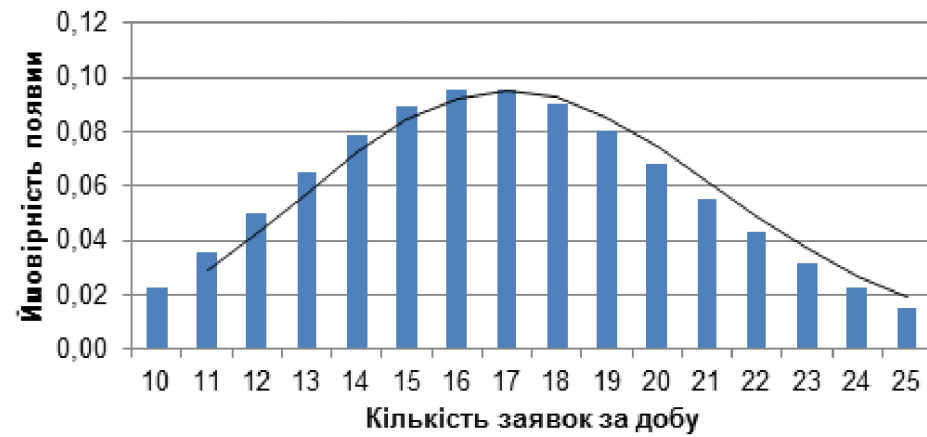


## Схема системи масового обслуговування та показники ефективності

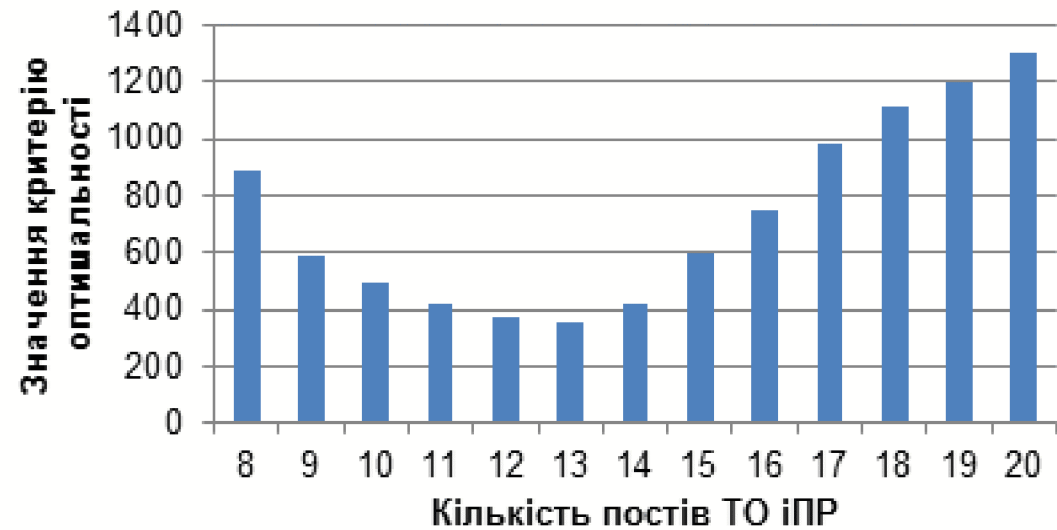


Тип СМО	Відносна пропускна здатність $g$	Ймовірність того, що всі пости вільні $P_0$	Ймовірність відмови в обслуговуванні $P_{\text{відм}}$	Число зайнятих апаратів обслуговування $n_{\text{зайн}}$
Одноканальна ( $n = 1$ )	$g = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$P_0 = \frac{\mu}{\omega + \mu}$	$P_{\text{відм}}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

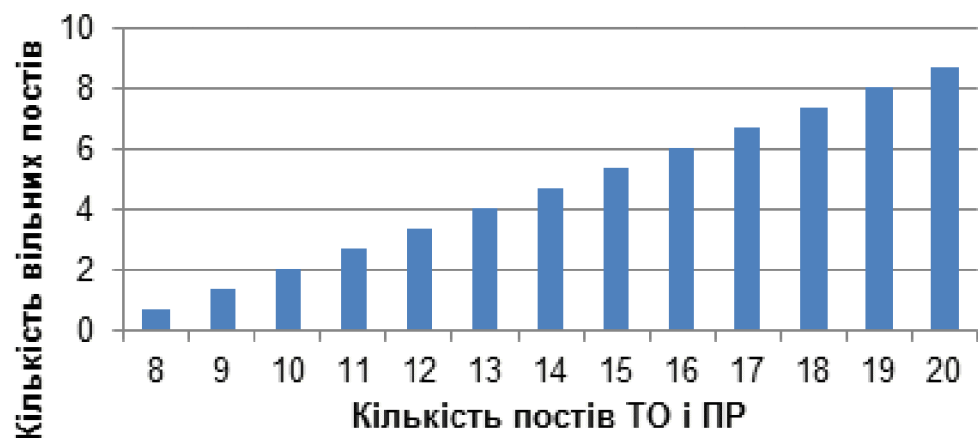
### Ймовірність появи заданого числа заявок



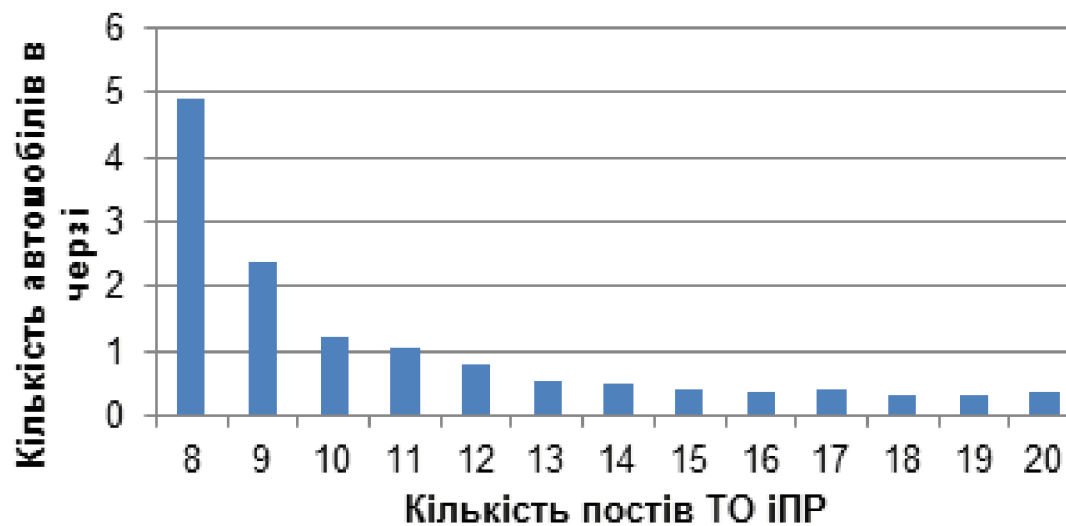
### Критерій оптимальності системи



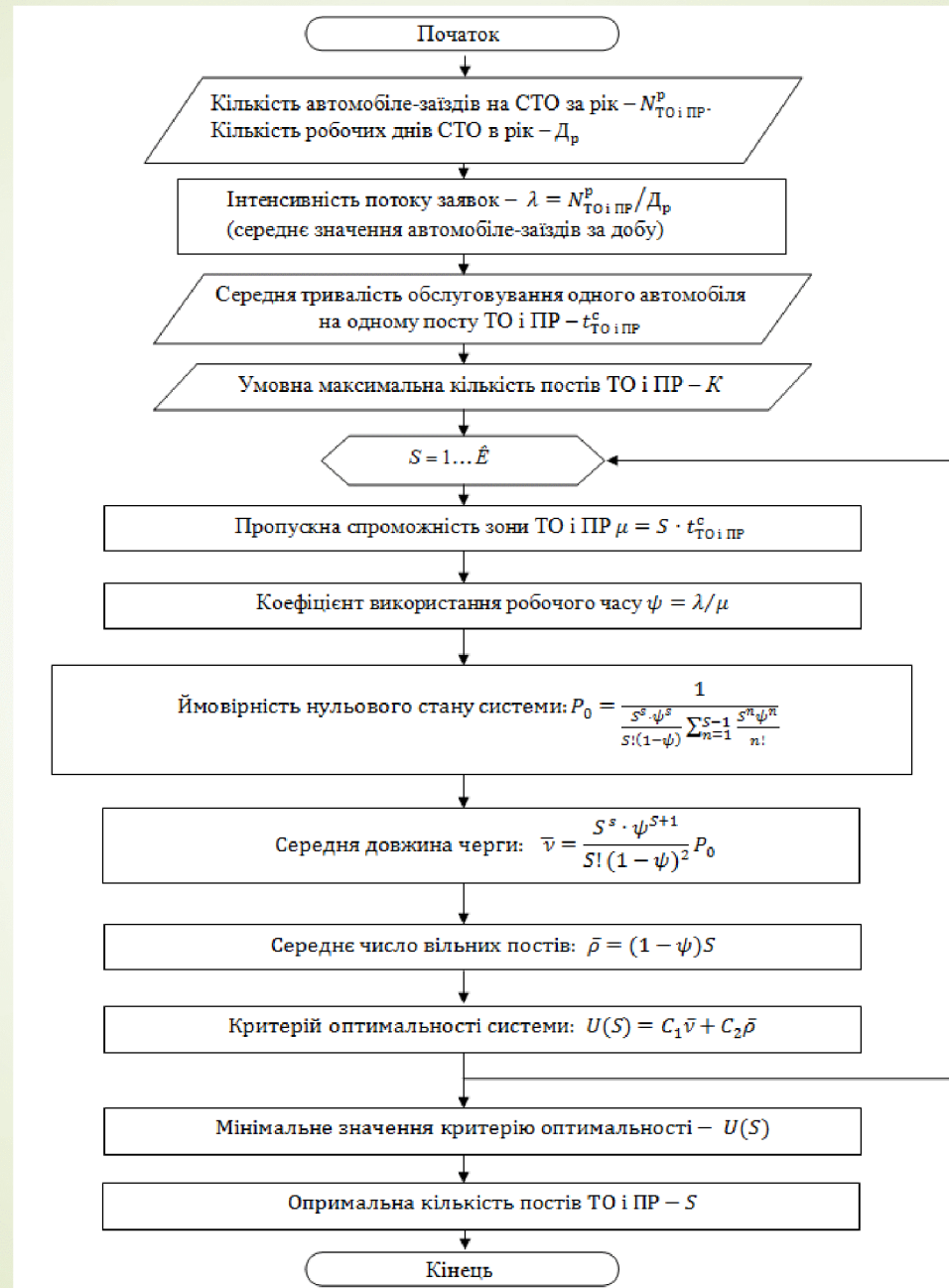
### Середнє число вільних постів



### Середня довжина черги



## Блок-схема оптимізації кількості постів ТО і ПР



## ВИСНОВКИ

13

На основі аналізу науково-технічної літератури обґрунтована необхідність удосконалювання методики визначення основних параметрів функціонування виробничих підрозділів станції технічного обслуговування автомобілів. Існуючі класичні методи не дозволяють оптимізувати окремі параметри в залежності від змінних факторів – кількості клієнтів СТО та кількості заявок на виконання окремих видів робіт.

2. Обґрунтовано необхідність оптимізації оборотного фонду запасних частин в залежності від вікової та кількісної структури автомобілів, які обслуговуються на СТО.

3. На основі запропонованого наукового підходу розроблено алгоритм оптимізації кількості постів обслуговування індивідуальних автомобілів на СТО на основі критерію оптимальності теорії масового обслуговування. Це дає можливість оптимізувати співвідношення витрат на утримання робочих постів та часу перебування автомобілів в черзі на обслуговування.



ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Вдосконалення функціонування зони технічного обслуговування і поточного ремонту в умовах станції технічного обслуговування автомобілів «Авто Дім» місто Вінниця

Тип роботи: Магістерська дипломна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра автомобілів та транспортного менеджменту  
(кафедра, факультет)

**Показники звіту подібності Unicheck**

Оригінальність 81,2 % Схожість 18,8 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

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

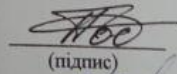
Особа, відповідальна за перевірку

  
(підпис)

Цимбал О.В.  
(прізвище, ініціали)

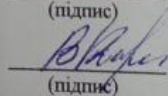
Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

  
(підпис)

Подолан Д.В.  
(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Крещенецький В.Л.  
(прізвище, ініціали)