

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Машинобудівний інститут, транспортний факультет
(повне найменування інституту, назва факультету)

Транспортних технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до магістерської роботи

магістр

(рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему:

ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРІОДИЧНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
АВТОБУСІВ В ТДВ „АВТОПАРК“

Виконав: студент 6 курсу, групи Т-312м
спеціальності (напряму підготовки)
275.03 „Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)“
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

А.Ю. Маєренко
(прізвище та ініціали)

Керівник Г.Ф. Бабушкін
(прізвище та ініціали)

Консультант В.П. Юдім
(прізвище та ініціали)

Рецензент Сосен А.Ю.
(прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
2017 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет машинобудівний інститут, транспортний факультет
 Кафедра транспортних технологій
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) магістр
 Спеціальність 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
 (код і назва)
 Напрямок підготовки 27 Транспорт
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри
 транспортних технологій

проф. Г.Ф. Бабушкін
 2017 року

ЗАВДАННЯ
 НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Назаренку Андрію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Оптимізація періодичності технічного обслуговування
автобусів в ТДВ „Автопарк“

керівник роботи к.т.н., проф. Г.Ф. Бабушкін

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 12 квітня 2017 року №

2. Строк подання студентом роботи 8 грудня 2017 року.

3. Вихідні дані до роботи міський пасажирський автобусний маршрут №92;

автобус Богдан А092 - 12 од. статистичний ряд розподілу випадкових величин;
довжина маршруту: основний - 22,4 км, подовжений - 30,8 км; кількість обертів
в день - 5 об.

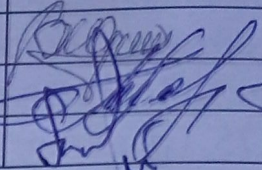
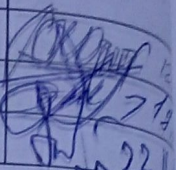
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно

розробити) 1) Коригування нормативної періодичності технічного обслуговування
автобусів; 2) Визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування автобусів місь-
кого пасажирського маршруту №92; 3) Складання статистичного і варіаційного рядів; 4) Імовірні-
стичні випадкових величин; 5) Розрахунок оптимальної періодичності ТО економічно-імовірністичним методом.

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

1) Схема міського автобусного маршруту №92; 2) Характеристика маршруту; 3) Схема автобуса
Богдан А092; 4) Характеристика автобусів Богдан А092; 5) Система технічного обслуговування і
ремонта; 6) Стратегія забезпечення праездатності; 7) Методи оптимізації ТО і ремонту;
8) Економічно-імовірністичний метод; 9) Питання витрати при реалізації різних стратегій
10) Статистичний ряд розподілу віднов автобусів Богдан А092; 11) Імовірністичні
оцінки випадкових величин; 12) Графічне зображення випадкових величин;
13) Графік імовірності імовірності $F(x)$; 14) Визначення оптимальної періодичності
ТО-2 економічно-імовірністичним методом; 15) Річна економія на ТО автобусів

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	приймає виконання завдання
Розділ 1, 2	Мороз В.П., доцент		
Розділ 3	Харченко Т.В., ст. викл.		
Розділ 4	Лазуткін М.І., доцент		


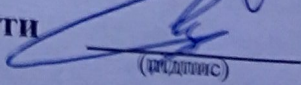
7. Дата видачі завдання 2 лютого 2017 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Захист звітів зі стажування	24.09 - 04.10	
2	Аналітична частина	05.10 - 13.10	
3	Проектна частина	16.10 - 03.11	
4	Економічна частина	06.11 - 17.11	
5	Охорона праці	20.11 - 01.12	
6	Оформлення МР	04.12 - 08.12	
7	Отримання рецензій	11.12 - 14.12	
8	Захист магістерських робіт		

Студент

Керівник роботи


(підпис)

(підпис)
А.Ю. Нагоренко
(прізвище та ініціали)
Г.Ф. Бабушин
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 93 с., 16 рис., 18 табл., 9 джерел.

Мета магістерської роботи: оптимізація періодичності технічного обслуговування автобусів міського пасажирського маршруту.

Об'єкт дослідження: автобуси міського пасажирського маршруту №92, які обслуговуються ТДВ "Автопарк".

Метод дослідження: аналітичний метод.

Технічне обслуговування є одним з найголовніших факторів підтримки працездатного стану транспортних засобів на автотранспортних підприємствах. Для повнішого використання ресурсу транспортного засобу виконують оптимізацію його періодичності технічного обслуговування.

В роботі виконанні розрахунки по оптимізації періодичності технічного обслуговування автобусів міського пасажирського маршруту.

ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, РЕМОНТ, АВТОБУС, ДЕТАЛЬ, ЗНОС, ВІДМОВА, ПЕРІОДИЧНІСТЬ, ОПТИМІЗАЦІЯ, УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ, МЕХАНІЗМ, ЙМОВІРНІСТЬ, МАРШРУТ, КОНТРОЛЬ, ДІАГНОСТИКА, НЕСПРАВНІСТЬ, НОРМАТИВ.

ЗМІСТ

Завдання на виконання магістерської роботи.....	2
Реферат.....	4
Вступ.....	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Загальна характеристика автотранспортного підприємства ТДВ "Автопарк".....	8
1.2 Організаційно-виробнича структура автотранспортного підприємства ТДВ "Автопарк".....	9
1.3 Характеристика міського автобусного маршруту №92.....	12
1.4 Система ТО і ремонту.....	14
1.5 Основні причини зміни технічного стану транспортних засобів в процесі експлуатації.....	20
1.6 Формування структури системи ТО і ремонту.....	24
1.7 Методи визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування.....	32
2 Проектна частина.....	53
2.1 Коригування нормативної періодичності технічного обслуговування автобусів.....	53
2.2 Визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування автобусів міського пасажирського маршруту №92.....	55
2.2.1 Складання статистичного і варіаційного рядів.....	56
2.2.2 Ймовірнісні оцінки випадкової величини (відмов), побудова гістограми і полігону розподілу випадкової величини.....	58
2.2.3 Розрахунок оптимальної періодичності технічного обслуговування автобусів економіко-ймовірнісним методом.....	60
2.2.4 Аналіз отриманих результатів.....	65
3 Економічна частина.....	67

3.1 Загальні положення.....	67
3.2 Розрахунок витрат на ТО по базовому варіант.....	67
3.3 Розрахунок витрат на ТО по проектному варіанту.....	74
3.4 Обґрунтування економії проектних рішень.....	78
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	81
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	81
4.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	83
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	86
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	89
4.5 Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	90
4.6 Висновки до розділу охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	91
Висновки.....	92
Перелік посилань.....	93

ВСТУП

В нашій країні автобусні перевезення є одним з основних видів пасажирських перевезень. Основою ефективної роботи автобусів є забезпечення високої надійності - властивість виконувати задані функції, зберігаючи значення встановлених експлуатаційних показників у межах, що відповідають заданим режимам та умовам використання, технічного обслуговування, ремонту, зберігання і транспортування.

Висока надійність автобусів досягається виконанням технічного обслуговування (ТО) і ремонту. ТО і ремонт забезпечує зниження інтенсивності зміни параметрів технічного стану механізмів і агрегатів автобусів, виявлення і попередження несправностей, забезпечення економічності роботи, безпеки руху та захист навколишнього середовища.

Утримання автобусного парку потребує значних витрат, пов'язаних з ТО і ремонтом. Автобуси витрачають значну кількість запасних частин, матеріалів, використовують при ТО і ремонті різноманітне технічне обладнання, ресурси і оснащення, разом із витратами на оплату праці - впливають на економічну складову підприємства.

Тому для досягнення фінансової стабільності підприємства, що займається автобусними перевезеннями, потрібно виконувати заходи пов'язані з оптимізацією режимів технічного обслуговування і ремонту за рахунок коригування періодичності ТО і ремонту автобусів.

Таким чином обрана тема магістерської роботи направлена на розробку науково-обґрунтованих методів оптимізації періодичності технічного обслуговування і ремонту автобусів.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика автотранспортного підприємства ТДВ "Автопарк"

Підприємство ТДВ "Автопарк" було створено на базі діючих автотранспортних підприємств міста Запоріжжя. 1 липня 1984 був введений в експлуатацію Автобусний парк №12310, з метою забезпечення транспортними послугами жителів нового мікрорайону на правому березі р. Дніпро, який отримав назву Хортицький. На момент створення парк транспортних засобів підприємства налічував:

- 200 автобусів середньої, великої та особливо великої місткості;
- 50 вантажних автомобілів;
- 100 легкових автомобілів таксі.

Зараз підприємство головним чином спеціалізується на міських пасажирських перевезеннях. Автобуси підприємства обслуговують маршрут №92 міста Запоріжжя. Також ТДВ "Автопарк" здійснює продаж автозапчастин та комплектуючих, вантажні автомобільні перевезення та ремонт і технічне обслуговування автотранспорту. На території підприємства діє сервісний центр з СТО, де здійснюється продаж і гарантійно-сервісне обслуговування комерційних автомобілів Богдан, Isuzu, Hyundai, автомобільних компонентів BOSCH, реалізація запасних частин для легкових і комерційної автомобільної техніки.

Підприємство ТДВ "Автопарк" по своїх можливостях розраховане на експлуатацію 260 автобусів малої, середньої і великої місткості. Для цього є в наявності майстерня для виконання технічного обслуговування № 1,2, та поточного ремонту, мийка, крите приміщення для зберігання автобусів в міжзмінний час, автозаправка, електропідігрів на 60 місць, допоміжні споруди та ін.

При виїзді автобусів на лінію та поверненні їх в парк виконується 100-відсоткова перевірка технічного стану робітниками відділу технічного контролю. При виявленні несправності автобуси спрямовуються для виконання поточного ремонту в майстерню. Для цього в майстерні є наявності 11 робочих місць, із них 7 канав, обладнаних домкратами на 4 підіймача. Поточний ремонт виконується цілодобово. Для виконання зварних та кузовних робіт безпосередньо на автобусі передбачена робоча канава на 2 пости.

Роботи по ремонту електрообладнання, акумуляторних батарей, двигунів, гідропідсилювачів, систем живлення, агрегатів, шиномонтажні, оббивні виконуються на відповідних виробничих дільницях. Фарбування автобусів виконується на відповідній дільниці.

1.2 Організаційно-виробнича структура автотранспортного підприємства ТДВ "Автопарк"

Організаційно-виробнича структура управління підприємством ТДВ "Автопарк" представлена на рис. 1.1.

Загальне керівництво підприємством здійснює голова правління (директор), який: організовує і контролює діяльність підприємства; забезпечує процес і контролює реалізацію цілей і функцій підприємства; здійснює контроль роботи комерційної, технічної та фінансово-економічної служб; сприяє загальному розвитку підприємства.

Технічний директор здійснює керівництво виробничо-господарською діяльністю підприємства. Організовує та проводить роботи з сертифікації послуг, технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів. Організовує технічно правильну експлуатацію і своєчасний ремонт енергосистем підприємства. Організовує безперебійне забезпечення

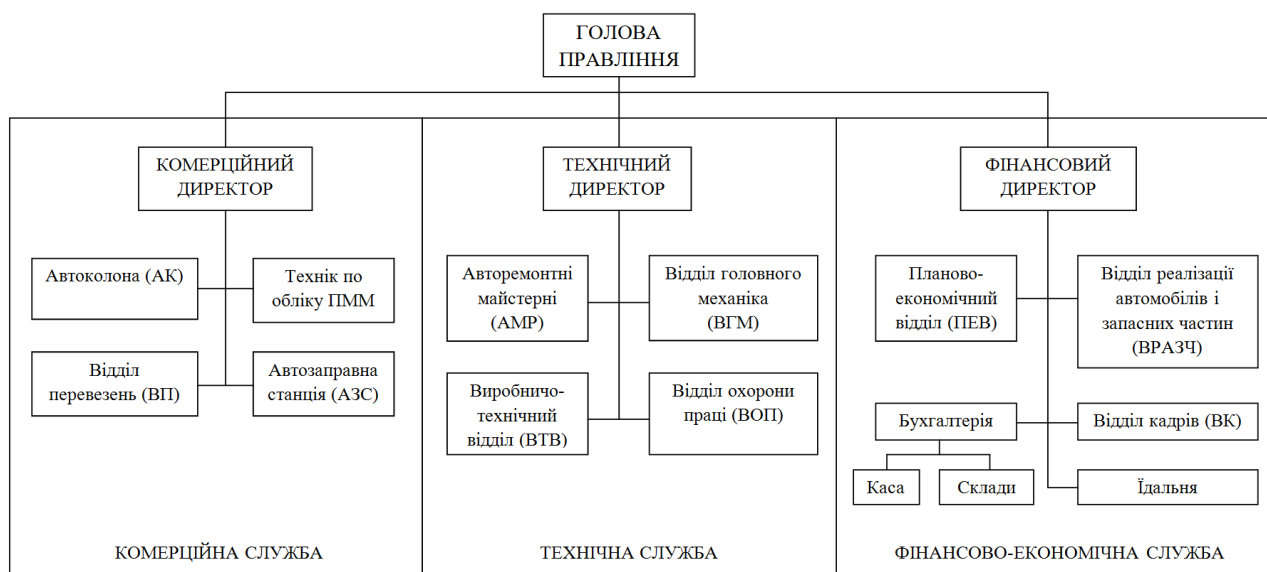


Рисунок 1.1 - Структурна схема управління підприємством
ТДВ "Автопарк"

виробництва електроенергією, тепловою енергією, водою. Забезпечує складання заявок та необхідних розрахунків до них на придбання і ремонт обладнання, запасних частин до обладнання. Здійснює контроль над дотриманням на підприємстві чинного законодавства, правил і норм з охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії, пожежної безпеки, за наданням працівникам встановлених пільг і компенсацій за умовами праці. Проводить вступний інструктаж працівників підприємства. Забезпечує персонал технічної та конструкторської документації, роз'яснює і контролює їх виконання. Контролює наявність і витрата запасних частин. Технічному директору підпорядковуються авторемонтні майстерні, відділ головного механіка, виробничо-технічний відділ та відділ охорони праці.

В обов'язки комерційного директора входить дослідження ринків і каналів збуту, збільшення частки ринку і обсягу продажів, укладання договорів, розвиток клієнтської бази, аналіз продажів, оптимізація бізнес-процесів, збільшення обсягів продажів, виявлення перспективних напрямків і

розвиток нових проектів. Комерційний директор бере участь в організації системи контролю якості за перевезеннями, приймає участь у стратегічному плануванні та сприяє розвитку автотранспортного підприємства. Здійснює планування і контроль фінансової, господарської, юридичної і комерційної діяльності підприємства. Розробляє системи звітності та планування, виконує постановку управлінського обліку. Комерційному директору підпорядковуються і він несе відповідальність за автоколону, відділ перевезень, технік з обліку пально-мастильних матеріалів та автозаправна станція.

Основними обов'язками фінансового директора є розробка і прийняття фінансової політики підприємства, організація робіт з фінансового аналізу, планування та управління фінансовими ресурсами, постановка задач перед підлеглими працівниками. Фінансовий директор організовує управління рухом фінансових ресурсів підприємства і регулювання фінансових відносин в цілях найбільш ефективного використання всіх видів ресурсів в процесі виробництва і реалізації продукції (товарів, робіт, послуг) і отримання максимального прибутку. Виконує контроль витрат і забезпечення ефективного використання ресурсів, контроль доходів і забезпечення фірми фінансами (в тому числі і кредитними). Відповідає за податкове планування, забезпечує економічну безпеку підприємства. Контролює ведення діяльності підприємства відповідно до чинного законодавства. Організовує дослідження і аналіз витрат на закупівлю сировини і матеріалів, споживання електроенергії, транспортних витрат, торгово-комісійних та інших витрат, витрат на амортизаційні відрахування, відсотків за кредит, орендної плати, витрат на утримання апарату управління, на поточний ремонт обладнання та інших витрат з метою визначення політики управління витратами. Фінансовий директор підпорядковує планово-економічний відділ, відділ реалізації автомобілів і запасних частин, бухгалтерію, відділ кадрів та їдальню.

1.3 Характеристика міського автобусного маршруту №92

Міський пасажирський маршрут №92 забезпечує транспортними послугами жителів міста Запоріжжя, з'єднуючи його лівий і правий берег, та проходить через 44 зупиночні пункти. Схема маршруту приведена на рисунку 1.2.

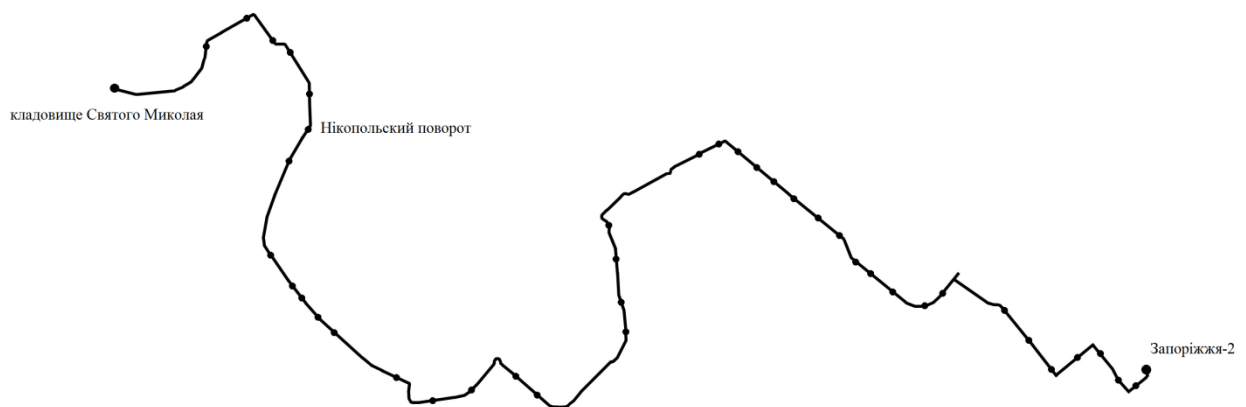


Рисунок 1.2 - Схема міського пасажирського маршруту №92

На маршруті працюють 12 автобусів, які обслуговують маршрут, та 1 автобус резервний, з них 5 автобусів Богдан А09202 2008-го року випуску, 4 автобуси Богдан А09201 2006-го року випуску та 4 автобуси Богдан А09201 2004-го року випуску. Технічна характеристика автобусів обслуговуючих маршрут №92 наведена в табл. 1.1.

З 12-ти автобусів 7 обслуговують основний маршрут (залізничний вокзал "Запоріжжя-2" - Нікопольський поворот), а 5 автобусів - подовжений маршрут (залізничний вокзал "Запоріжжя-2" - кладовище Святого Миколая). Перший автобус виїжджає на лінію в 6⁰⁶, останній автобус заїжджає в парк в 20²¹. За робочий день кожен автобус робить 5 оборотів. Протяжність одного рейсу для 7 автобусів складає 22,4 км з тривалістю рейсу 52 хвилини, а для 5 автобусів - 30,8 км з тривалістю рейсу 60 хв. Для зручності зводимо дані характеристики маршруту в табл. 1.2.

Таблиця 1.1 - Технічна характеристика автобусів А09201 та А 09202

Параметр	Значення	
	А09201	А09202
Габаритні розміри, мм		
Довжина	7420	
Ширина	2370	
Висота	2850	
Колісна база, мм	3815	
Колія коліс, мм		
Передня	1680	
Задня	1650	
Колісна формула	4x2	
Зовнішній габаритний радіус повороту, м	8,0	
Пасажиromісткість		
Повна	43	
Місце для сидіння	21	
Маса, кг		
Маса спорядженого автобуса	5300	
Повна маса	8230	
Навантаження на передню вісь	2750	
Навантаження на задню вісь	5480	
Двигун		
Модель	Isuzu, 4HG1	Isuzu, 4HG1-T
Тип	Дизель	Дизель з турбонадувом
Кількість циліндрів	4	
Робочій об'єм, л	4,57	
Відповідність екологічним стандартам	EURO-0	EURO-2
Номінальна потужність, кВт (л.с)	89 (121)	
Максимальна швидкість, км/год	75	
Витрата палива при повному навантаженні, л/100 км	16	

Продовження таблиці 1.1

Параметр	Значення	
Модель	A09201	A09202
Підвіска коліс		
Передня	Залежна, ресорна з гідравлічними телескопічними амортизаторами і стабілізатором поперечної стійкості	
Задня	Залежна, пневморесорна з двома телескопічними гідравлічними амортизаторами	
Гальмівна система		
Тип гальмівних механізмів	Барабанні	
Робоча	Гідравлічна з підсилювачем, двоконтурна	
Стояночна	Механічна, трансмісійна	
Допоміжна	Газодинамічна на вихлопному тракті	
Колеса і шини		
Колеса, тип	Сталеві, зварні, диск штампований, з нерозбірним приводом	
Шини	Пневматичні низькопрофільні безкамерні 215/75 / R17,5	

Таблиця 1.2 - Характеристика маршруту №92

Кількість автобусів	Маршрут	Протяжність маршруту, км	Тривалість рейсу, хв	Кількість рейсів	Тривалість роботи в день, год
7	основний	22,4	52	10	8,6
5	подовжений	30,8	65	10	10,8

1.4 Система ТО і ремонту

Для об'єктивно правильного управління працездатністю автомобіля необхідно знати якісні та кількісні характеристики зміни параметрів стану

його агрегатів і вузлів. Це дозволяє постійно не тільки підтримувати, але і своєчасно відновлювати його працездатність. При цьому проводяться роботи, які можна розділити на два види: технічне обслуговування (ТО) і ремонт.

При підтримці високого рівня працездатності потрібно домагатися попередження більшості несправностей, тобто щоб працездатність виробу була відновлена ще до настання несправності. Саме це входить в завдання ТО.

До завдань ремонту входить усунення виявлених в процесі експлуатації несправностей, якщо їх не вдалося попередити, або якщо працездатність будь-якого вузла, агрегату або деталі стала нижче нормованої в результаті нормального зносу.

В Україні застосовується планово-попереджувальна система ТО і ремонту автобусів, яка являє собою сукупність засобів і виконавців, необхідних для забезпечення справного стану автобусів відповідно до нормативно-технічної документації. В основі планово-попереджувальної системи ТО і ремонту автобусів укладено принцип забезпечення роботи сполучених деталей в межах допусків, встановлених конструкторською та нормативно-технічною документацією. Система базується на інформації, отриманій при оцінці надійності та технічного стану автобусів з використанням засобів контролю і діагностування. Системою ТО і ремонту передбачаються дві складові частини операцій - контрольна і виконавська [1]. Планово-попереджувальний характер системи ТО і ремонту визначається плановим і примусовим (через встановлені пробіги або час роботи автобусів) виконанням контрольної частини операцій, передбачених Положенням про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту, з подальшим виконанням виконавської частини. Частина операцій ТО і ремонту (наприклад, мастильні та очисні операції) можуть виконуватися в плановому порядку без попереднього контролю. Своєчасне і якісне їх виконання в установленому обсязі забезпечує високу технічну готовність автобусів і знижує потребу в ремонті.

До системи ТО і ремонту автомобіля пред'являються такі вимоги [2]:

1. Забезпечення надійності автомобіля при раціональних матеріальних і трудових витратах (тобто - при мінімальній вартості утримання).
2. Ресурсозберігаюча і природоохоронна спрямованість заходів, що проводяться при ТО і ремонті.
3. Планово-нормативний характер заходів, що дозволяє планувати і організувати ТО і ремонт на всіх рівнях - від робочого місця в АТП або підприємстві сервісу до загальнодержавних планових і директивних органів або об'єднань підприємств автосервісу.
4. Доступність, конкретність і придатність для керівництва з метою можливості прийняття об'єктивних і своєчасних рішень.
5. Стабільність основних принципів і гнучкість конкретних нормативів, що враховують зміну умов експлуатації, конструкцій автотранспорту та його надійності, використовувані господарські механізми.

Технічний стан автобусів та їх складових частин без розбирання визначається за допомогою контролю і діагностування, які є технологічними елементами ТО і ремонту. Мета контролю і діагностування при ТО полягає у визначенні дійсної потреби у виконанні операцій, передбачених нормативно-технічною документацією, і прогнозуванні моменту виникнення несправного стану шляхом зіставлення фактичних значень параметрів з граничними, а також в оцінці якості виконання робіт. Метою контролю та діагностування при ремонті є виявлення несправного стану, причин його виникнення і встановлення найбільш ефективного способу усунення (на місці, зі зняттям вузла або агрегату з повним або частковим розбиранням), нарешті, заключний контроль якості виконання робіт.

Технічне обслуговування. Під ТО розуміється комплекс операцій по підтримці автобусів в працездатному стані і належному зовнішньому вигляді, забезпечення надійності і економічності роботи, безпеки руху, захисту навколишнього середовища, зменшення інтенсивності зміни параметрів

технічного стану; попередження несправностей, а також виявлення їх з метою своєчасного усунення.

За періодичністю, переліком операцій і трудомісткості виконуваних робіт ТО підрозділяється на щоденне технічне обслуговування (ЩО), перше технічне обслуговування (ТО-1), друге технічне обслуговування (ТО-2) та сезонне технічне обслуговування (СО).

ЩО включає контроль, спрямований на забезпечення безпеки руху, а також роботи по підтриманню належного зовнішнього вигляду, заправку паливом, маслом і охолоджувальною рідиною. ЩО виконується на АТП до виїзду та після роботи автобусів на лінії. Контроль технічного стану автобусів перед виїздом на лінію, а також при зміні водіїв на лінії здійснюється ними за рахунок підготовчо-заключного часу.

ТО-1 і ТО-2 включають контрольні-діагностичні, кріпильні, регульовальні, мастильні та інші роботи, спрямовані на попередження та виявлення несправностей, зниження інтенсивності зміни параметрів технічного стану автобусів, економію палива та інших експлуатаційних матеріалів, зменшення негативного впливу автобусів на навколишнє середовище.

СО проводиться 2 рази на рік і включає роботи з підготовки автобусів до експлуатації в холодну і теплу пору року. Як окремо запропонованого виду СО проводять для автобусів, що працюють в районах дуже холодного, холодного, гарячого сухого і дуже жаркого сухого клімату. Для інших умов СО поєднується переважно з ТО-2 з відповідним збільшенням трудомісткості.

Всі види ТО автобусів виконуються за хімотологічною картою та в обсязі переліків основних операцій, передбачених Положенням. ТО повинно забезпечувати безвідмовну роботу автобусів в межах встановлених періодичностей по впливам, включеним до переліку операцій [1].

Ремонт. Під ремонтом розуміється комплекс операцій по відновленню справного або працездатного стану, ресурсу та безвідмовності роботи

автобусів, їх агрегатів, вузлів і систем. Ремонт виконується як за потребою, після появи відповідної несправності, так і за планом, через певний пробіг або час роботи автобусів, - планово-попереджувальний. При цьому першочерговому регламентуванню підлягають роботи по попередженню несправностей, що впливають на безпеку руху, вартість усунення яких нижча за вартість виконання ремонту за потребою, включаючи збитки від простоїв автобусів на лінії, найбільш часто виникають при використанні автобусів в конкретних умовах експлуатації. Частина операцій ПР (планово-попереджувального) малої трудомісткості може виконуватися спільно з ТО. Цей вид ремонту називається супутнім. Переліки операцій, періодичності і трудомісткості планово-попереджувального ремонту наводяться у другій частині Положення. Відповідно до призначення і характеру виконуваних робіт ремонт підрозділяється на поточний ремонт (ПР) і капітальний ремонт (КР).

Капітальний ремонт автобусів, агрегатів і вузлів призначений для відновлення їх справності і близького до повного (не менше 80%) відновлення ресурсу. Технічний стан автобусів, агрегатів і вузлів, що спрямовуються на КР, і якість виконання КР повинні відповідати вимогам державних стандартів та іншої нормативно-технічної документації на КР. Відправлення автобусів і агрегатів на КР проводиться на підставі результатів аналізу їх технічного стану із застосуванням засобів контролю і діагностування, з урахуванням пробігу, виконаного до або після КР, сумарної вартості витрачених запчастин з початку експлуатації та інших витрат на ПР.

Агрегат направляється в КР, якщо базова і основні деталі вимагають ремонту з повним розбиранням агрегату; працездатність агрегату не може бути відновлена або її відновлення недоцільно шляхом проведення ПР. За термін служби автобус, як правило, піддається не більше ніж одному КР, не враховуючи КР агрегатів і вузлів до і після КР автобуса.

КР автобусів, агрегатів і вузлів проводиться на спеціалізованих ремонтних підприємствах, як правило, агрегатним методом, що передбачає їх

повне розбирання, дефектовку, відновлення або заміну деталей, складання агрегатів і вузлів, регулювання, випробування.

Поточний ремонт призначений для забезпечення справного або працездатного стану автобусів з відновленням або заміною окремих агрегатів, вузлів і деталей (крім базових), які досягли гранично допустимий стан. При ПР допускається одночасна заміна не більше двох базових агрегатів, вузлів і деталей, близьких по ресурсу. Відпрацьовані агрегати, вузли і деталі направляються на спеціалізовані виробництва для відновлення в якості запчастин і комплектування з них ремонтних комплектів. Під ремонтними комплектами розуміються набори агрегатів, вузлів і деталей, необхідних для усунення несправностей. Застосування ремонтного комплекту має виключати додаткові втрати робочого часу на доведення його елементів і доставку відсутніх деталей на робоче місце. Для скорочення часу простою автобусів і підвищення якості ремонту в АТП ПР виконується, як правило, агрегатним методом, при якому проводиться заміна агрегатів яким потрібен КР або несправних і вузлів на справні, взяті з оборотного фонду, створеного за рахунок надходження нових і відремонтованих агрегатів і вузлів, в тому числі і оприбуткованих зі списаних автомобілів.

ПР повинен забезпечувати безвідмовну роботу відремонтованих агрегатів, вузлів і деталей на пробігу, не меншому, ніж до чергового ТО-2. До складу допоміжних робіт входять обслуговування і ремонт обладнання та інструменту; транспортні та вантажно-розвантажувальні роботи, пов'язані з ТО і ремонтом автобусів; перегін автобусів всередині автотранспортного підприємства, зберігання, приймання і видача матеріальних цінностей; прибирання виробничих приміщень, пов'язаних з технічним обслуговуванням і ремонтом автобусів [1].

На автотранспортному підприємстві ТДВ "Автопарк" технічне обслуговування №1 виконується потоковим методом на спеціально обладнаному посту, на якому передбачена така спеціалізація:

- контрольно-оглядні та кріпильні роботи;
- змазувальні та очищувальні роботи.

Технічне обслуговування №2 виконується тупиковим методом при якому розбирання, ремонт базових деталей та збирання машин проводиться на одних і тих же постах. Дільниця виконання ТО-2 має 3 пости. ТО-2 проводиться в дві зміни на канавах, обладнаних домкратами.

1.5 Основні причини зміни технічного стану транспортних засобів в процесі експлуатації

Основною причиною проведення ТО і ремонту є зміна технічного стану транспортного засобу, яка обумовлена роботою вузлів механізмів, випадковими причинами, а також впливом зовнішніх умов роботи і зберігання автомобіля [3]. До випадкових причин відносяться приховані дефекти, перевантаження конструкції та ін.

Природно, що у міру експлуатації автомобіля його надійність зменшується. До експлуатаційних чинників надійності належать: режим роботи машини, характер чергування пусків і зупинок; робоча температура; умови експлуатації. Експлуатаційні чинники залежать від дорожніх, транспортних і кліматичних умов. Залежно від умов експлуатації змінюються швидкісні і навантажувальні режими деталей, механізмів і агрегатів автомобілів і термін їх безвідмовної роботи. Наприклад, на коротких маршрутах частіше користуються зчепленням, гальмами, перемикають передачі і зчеплення, внаслідок чого збільшується ймовірність їх відмов. Під час експлуатації автомобілів у важких дорожніх умовах збільшуються навантаження на деталі автомобіля, внаслідок чого деталі швидше спрацьовуються, настає втома металу, порушується стабільність кріплень і регулювань, а в деяких випадках трапляються поломки деталей трансмісії, ходової частини і кермового управління. Вібрація рами внаслідок

нерівностей дороги послаблює заклепкові з'єднання, порушує співвісність двигуна і коробки передач, тягне за собою додаткові навантаження у корпусах. Вібрація автомобіля пришвидшує зношення і призводить до поломки кріпильних деталей карданної передачі, радіатора і підвіски.

Основними постійно діючими причинами зміни технічного стану деталей і автомобіля в цілому є зношування, пластичні деформації, втомні руйнування, корозія, фізико-хімічні зміни матеріалу деталей. Знання основних причин зміни технічного стану важливо як для вдосконалення конструкції автомобілів, так і для вибору найбільш ефективних заходів щодо попередження несправностей в експлуатації.

Зношування. Процес зношування виникає під дією тертя, що залежить від матеріалу і якості обробки поверхонь, мастила, навантаження, швидкості відносного переміщення поверхонь і теплового режиму роботи сполучення. Зношування - це процес руйнування і відділення матеріалу з поверхні деталі і (або) накопичення її залишкової деформації при терті, що виявляється в поступовій зміні розмірів і форми деталей. Результат зношування, визначається в встановлених одиницях (наприклад, мкм/км), називається зносом.

Зазвичай в практиці ТЕА виділяють абразивне, стомлююче, корозійно-ерозійне, окислювальне, електроерозійне, а також зношування при заїданні, фретингу і фретинг-корозії.

Зношування при фретингу, абразивне, ерозійне і стомлююче відноситься до механічного виду зношування, а окислювальне і при фретинг-корозії - до корозійно-механічного.

Абразивне зношування є наслідком ріжучої або дряпаючої дії твердих частинок, що знаходяться між поверхнями тертя. Такі частинки, потрапляючи ззовні у вигляді пилу і піску між деталями, що труться (наприклад, гальмівними накладками колодок і барабанами) або в мастильні матеріали відкритих вузлів тертя (шкворневі з'єднання, ресорні шарніри), різко збільшують їх знос. У ряді механізмів, наприклад кривошипно-

шатуного, в якості абразивних часток виступають самі продукти зношування, що відокремилися від деталей, що труться.

Ерозійне зношування відбувається в результаті дії потоку рідини і (або) газу. Такому зношуванню на автомобілі схильні в першу чергу робочі поверхні тарілок випускних клапанів двигуна, жиклери карбюратора.

Втомне зношування полягає в тому, що поверхневий шар матеріалу в результаті тертя і циклічного навантаження стає крихким і руйнується, оголюючи менш крихкий матеріал, що лежить під ним. Такий вид зношування може спостерігатися на бігових доріжках підшипників, шестерень, зубцях.

Зношування при заїданні відбувається в результаті схоплювання, глибинного виривання матеріалу, перенесення його з однієї поверхні на іншу і впливу виниклих нерівностей на сполучену поверхню. Воно призводить до задирання, заклинювання і руйнування механізмів. Таке зношування обумовлюється наявністю місцевих контактів між поверхнями, що труться, на яких внаслідок великих навантажень і швидкостей відбуваються розрив масляної плівки, сильне нагрівання і «зварювання» частинок металу. При подальшому відносному переміщенні поверхонь відбувається розрив зв'язків. Типовий приклад - заклинювання колінчастого вала при недостатньому змазуванні.

Окислювальне зношування відбувається в результаті поєднання механічного зношування і агресивного впливу середовища, під дією якої на поверхні тертя утворюються неміцні плівки окислів, які знімаються при механічному терті, а поверхні, що оголюються знову окислюються. Таке зношування спостерігається на деталях циліндропоршневої групи, гідропідсилювачів, гальмівної системи з гідроприводом і ін.

Зношування при фретингу - це механічне зношування дотичних деталей при малих коливальних рухах. Якщо при цьому агресивно впливає середовище, то відбувається зношування при фретинг-корозії. Таке

зношування може відбуватися в місцях контакту вкладиша шийок колінчастого вала і ліжка в картері і крищі.

Електроерозійне зношування проявляється в ерозійному зношуванні поверхні в результаті впливу розряду при проходженні електричного струму, наприклад між електродами свічки запалювання.

Пластичні деформації і руйнування. Такі пошкодження пов'язані з досягненням або перевищенням меж плинності або міцності відповідно у в'язких (сталь) або крихких (чавун) матеріалів. Зазвичай цей вид руйнувань є наслідком або помилок при розрахунках, або порушень правил експлуатації (перевантаження, неправильне керування автомобілем, дорожньо-транспортні пригоди і т.п.). Іноді пластичним деформаціям або руйнуванням передують механічне зношування, що приводить до зміни геометричних розмірів і скорочення запасів міцності деталі.

Втомні руйнування. Цей вид руйнувань виникає при циклічних навантаженнях, що перевищують межу витривалості металу деталі. При цьому відбуваються поступове накопичення і зростання втомних тріщин, що призводять при певному числі циклів навантаження до втомного руйнування деталей. Удосконалення методів розрахунку і технології виготовлення автомобілів (підвищення якості металу і точності виготовлення; виключення концентраторів напруги) призвело до значного скорочення випадків втомного руйнування деталей. Як правило, воно спостерігається в екстремальних умовах експлуатації (тривалі перевантаження, низькі або високі температури) у ресор, півосей, рам.

Корозія. Це явище відбувається внаслідок агресивного впливу середовища на деталі, що приводить до окислення (іржавіння) металу і, як наслідок, до зменшення міцності і погіршення зовнішнього вигляду. Основними активними агентами зовнішнього середовища, що викликають корозію, є сіль, якою посипають дороги взимку, кислоти, які містяться в воді та ґрунті, а також компоненти, що входять до складу відпрацьованих газів автомобілів, і їх хімічні сполуки. Корозія головним чином вражає деталі

кузова, кабіни, рами. Для деталей кузова, розташованих знизу, корозія супроводжується абразивним зношуванням в результаті впливу на поверхню при русі автомобіля абразивних частинок - піску, гравію. Сильно сприяє корозії збереження вологи на металевих поверхнях, в тому числі під шаром дорожнього бруду, що особливо характерно для будь-якого роду прихованих порожнин і ніш.

Корозія сприяє втомному зношуванню і руйнуванню, так як створює на поверхні металу концентратори напруги у вигляді корозійних виразок. Такий вид руйнувань спостерігається, наприклад, в місцях зварювання, кріплення кронштейнів ресор.

Старіння. Показники технічного стану деталей і експлуатаційних матеріалів змінюються під дією зовнішнього середовища. Так, гумовотехнічні вироби втрачають міцність і еластичність в результаті окислення, термічного впливу (розігрів або охолодження), хімічного впливу масла, палива і рідин, а також сонячної радіації і вологості.

В процесі експлуатації властивості мастильних матеріалів і експлуатаційних рідин погіршуються в результаті накопичення в них продуктів зносу, зміни в'язкості і втрати властивостей присадок. Деталі й матеріали змінюються не тільки при їх використанні, а й при зберіганні: знижуються міцність і еластичність гумотехнічних виробів; у палива, мастильних матеріалів і рідин спостерігаються процеси окислення, супроводжувані випаданням осаду.

1.6 Формування структури системи ТО і ремонту

Основою системи ТО і ремонту є її структура і нормативи. Структура системи визначається видами (ступенями) відповідних операцій і їх числом. Нормативи включають періодичності операцій, трудомісткості, переліки

операцій і т.п. Періодичності, переліки операції і трудомісткості ТО називаються режимами ТО [2].

Структура системи ТО і Р визначається: рівнями надійності і якості автомобілів; метою, яка поставлена перед автомобільним транспортом і його підсистемою технічної експлуатації автомобілів (ТЕА); умовами експлуатації; наявними ресурсами; організаційно-технічними обмеженнями.

Для експлуатованого рухомого складу автомобільного транспорту рівень впливу окремих елементів структури системи ТО і Р на витрати по забезпеченню працездатності (без організаційно-планувальних витрат) наступний: перелік профілактичних операцій та їх періодичність - 80-87%, число ступенів (видів) ТО і кратність їх періодичності - 13-20%. Таким чином, головними факторами, що визначають ефективність системи ТО і Р, є правильно визначені переліки (що робити) і періодичності (коли робити) профілактичних операцій, потім число видів ТО і їх кратність (як організувати виконання сукупності профілактичних операцій).

Розробка системи ТО і Р автомобілів є складним і трудомістким науково-практичним завданням, і може бути здійснена на основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень з урахуванням вже наявного вітчизняного та зарубіжного досвіду, прогнозу розвитку конструкції і надійності автомобілів, результатів соціологічних досліджень.

На основі аналізу конструктивних особливостей і умов роботи автомобілів 1 (рис. 1.3) і сукупності виникають відмов і несправностей 2 розробляються класифікації відповідно об'єктів впливу 1.1 і видів впливу 2.1 Основна мета цих етапів полягає в тому, щоб, по-перше, визначити особливості конструкції автомобілів нових моделей, їхня відмінність від попередників, які можуть вплинути на систему і організацію ТО і ремонту; по-друге, дати класифікацію відмов і несправностей, порівняти їх характер з наявними даними (фоном) для раніше вивчених автомобілів (саме тому важливо мати відповідний банк даних по надійності);

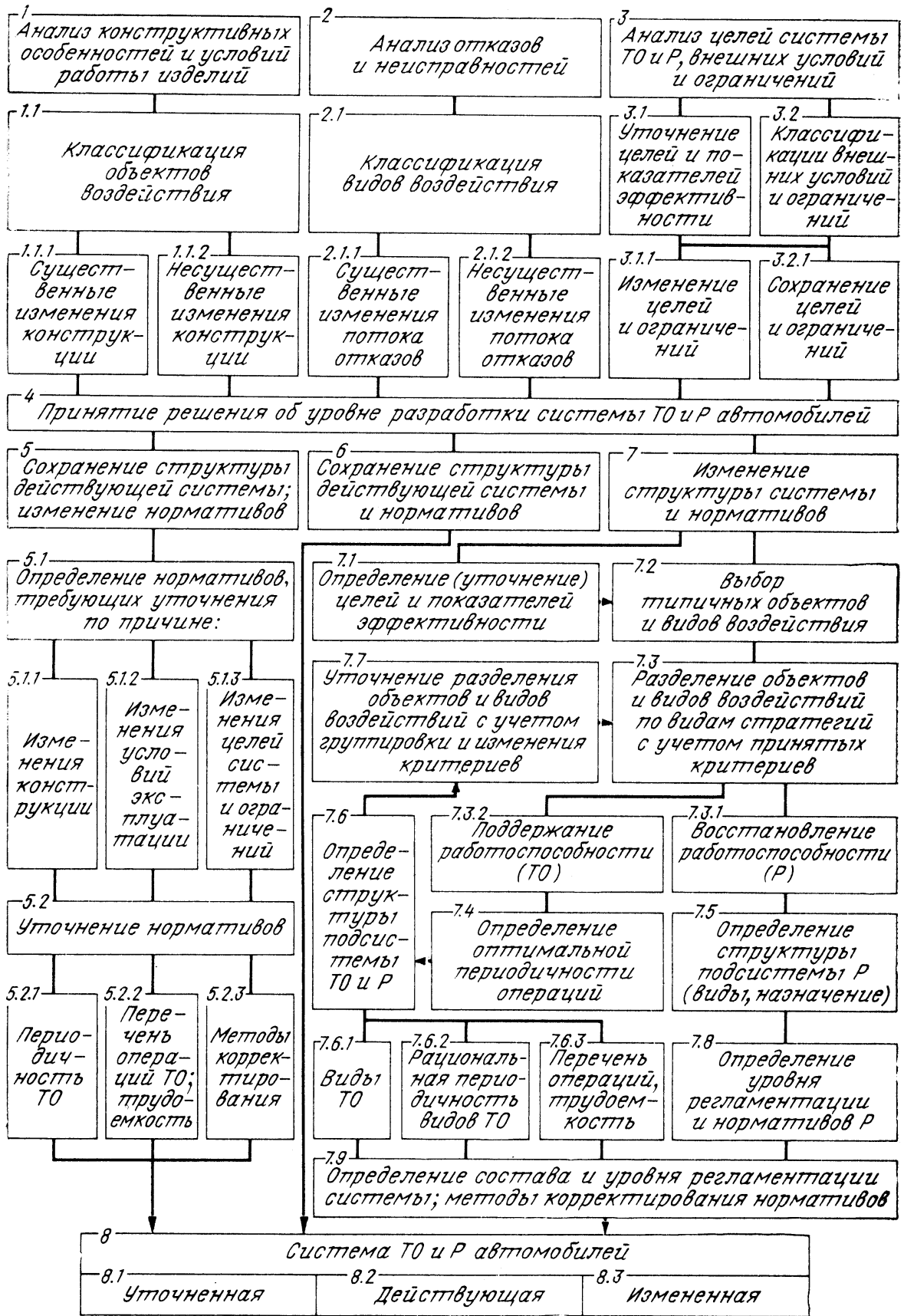


Рисунок 1.3 - Принципова схема розробки та вдосконалення системи ТО і ремонту транспортних засобів

Третій етап проводиться для аналізу і при необхідності коригування цілей системи ТО і Р, які диктуються відповідно до програмно-цільовим методом системами більш високого рівня (ТЕА, автомобільний транспорт, соціально-економічна система).

Залежно від зміни конструкцій автомобілів, умов експлуатації, характеру і потоку відмов і несправностей, а також цілей системи і наявних обмежень приймається рішення 4 про рівень розробки системи ТО і Р. При відсутності таких змін структура і нормативи системи зберігаються 6. Якщо ці зміни істотні, але непринципові, приймається рішення про зберігання структури системи ТО і Р, але зміні її нормативів 5. Необхідність у зміні нормативів зазвичай виникає при поточній модернізації автомобілів, підвищеннях темпів і їх експлуатаційної надійності, а також вдосконалення самої ТЕА або зміну умов експлуатації.

В разі істотної зміни конструкції, умов експлуатації, цільових установок системи, зовнішніх обмежень, а також виявлення в результаті проведення науково-дослідних робіт в області надійності і ТЕА принципово нових рішень можлива зміна не тільки нормативів, а й структури системи ТО і Р автомобілів 7. Після вибору типових об'єктів і видів впливів 7.2 і визначення цілей і показників ефективності системи 7.1 проводиться поділ всієї сукупності відмов і несправностей на профілактуємі (ТО) і непрофілактуємі (Р). Потім по кожній профілактуємій операції (або по групі) визначають метод виконання ТО, а також оптимальні періодичності 7.4.

Складність при визначенні структури ТО і ремонту полягає в тому, що ТО складається з 8 - 10 видів робіт (мастильні, кріпильні, регулювальні, контрольні, діагностичні і т.д.) і включає понад 200-300 конкретних об'єктів обслуговування, тобто елементів, що вимагають попереджувальних впливів, що мають «свою» оптимальну періодичність ТО - $l_{01}, l_{02}, \dots, l_{0s}$ (рис. 1.4).

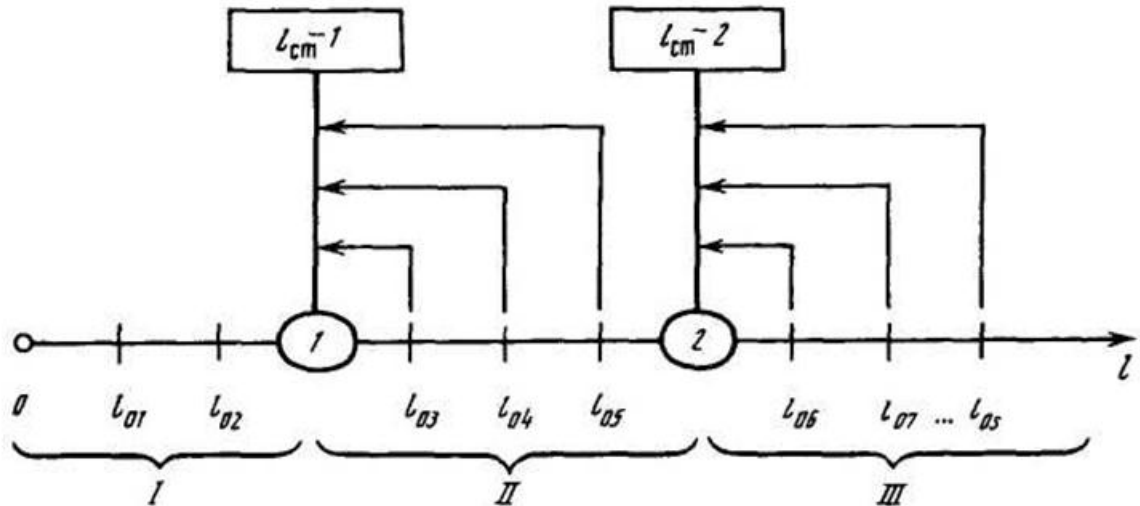


Рисунок 1.4 - Групування по стрижневим операціям

Якщо строго слідувати цим «локальним» періодичностям, то автомобіль практично безперервно повинен направлятися для технічного обслуговування кожного з'єднання, механізму, агрегату, що викличе великі труднощі з організацією робіт і додаткові втрати робочого часу, особливо на підготовчо-заклучні операції, тобто буде недоцільним по техніко-економічним і організаційним умовами. Тому після виділення з усієї сукупності впливів тих, які повинні виконуватися в порядку технічного обслуговування і визначення оптимальної періодичності кожної операції, проводять угруповання (концентрацію) операцій в види (ступені) технічного обслуговування, тобто формування структури ТО і Р 7.6 (див. рис. 1.3). Угруповання операцій в види має на меті зменшити число постановок автомобіля на ТО і простоїв в ТО і ремонті.

Для спрощення організації ТО і число видів має бути мінімальним. Наприклад, якщо строго дотримуватися оптимальних періодичностей l_{0S} всіх операцій ТО, то протягом року автомобіль на обслуговування буде спрямований $N_{ТО} = L_T \sum_{S=1}^S 1/l_{0S}$ раз.

При рівномірному збільшенні періодичності обслуговування операцій від 0,4 тис. до 40 тис. км число обслуговувань автомобіля за рік складе $N_{\text{ТО}} = 509$, а при 2 тис. км $N_{\text{ТО}} = 298$ раз.

При одночасному виконанні всіх операцій з однією періодичністю число постановок автомобіля на ТО скорочується відповідно в 5 і 15 разів. Однак при угрупованню операцій в види ТО неминуче порушується оптимальна періодичність l_{0i} кожної операції, яка приводиться до групової періодичності l_{r1}, l_{r2} і т.д.

При угрупованню операцій застосовують такі методи. Метод угруповання по стрижневим операціями або групам операцій ТО, заснований на тому, що виконання групи операцій ТО приурочується до періодичності так званих стрижневих операцій, які володіють наступними важливими ознаками [2]:

- а) впливають на безпеку руху автомобіля і екологію;
- б) значно знижують безвідмовність, економічність і працездатність автомобіля при їх невиконанні;
- в) найбільш трудомісткі, вимагають спеціального обладнання та облаштування поста;
- г) регулярно повторюються.

Прикладами подібних стрижневих операцій або груп операцій є, наприклад, мастило деталей і вузлів автомобіля через прес-маслянки (ознаки в, г), регулювання системи гальм (ознаки а - г); зміна масла в картері двигуна (ознаки в, г) і т. д.

Таким чином, згідно з даним методом періодичність $l'_{\text{СТ}}$ технічного обслуговування стрижневої операції приймається за періодичність виду ТО або групи операцій, тобто $l'_{\text{ТО}} = l'_{\text{СТ}}$ (див. рис. 1.4). Причому одночасно з даною стрижневою операцією можуть виконуватися ті операції, які мають періодичність $l'_{\text{СТ}} \leq l_i \leq l''_{\text{СТ}}$, де $l''_{\text{СТ}}$ - періодичність наступної стрижневої операції. Операції, оптимальна періодичність яких вище періодичності стрижневої операції і виду ТО, виконуються з коефіцієнтом повторюваності:

$$k_i = \frac{l'_{CT}}{l_{0i}} = \frac{(l_{TO})^I}{l_{0i}}, \quad 0 \leq k \leq 1. \quad (1.1)$$

Техніко-економічний метод [3] визначення групової періодичності операцій заснований на визначенні такої періодичності $l_{0\Sigma}$ технічного обслуговування групи операцій, яка відповідає мінімуму витрат на технічне обслуговування і ремонт по всім розглянутим елементам (рис. 1.5):

$$C_{\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^S C_{Ti} + \sum_{i=1}^s C_{Pi}, \quad (1.2)$$

де $C_{\Sigma\Sigma}$ - сумарні питомі витрати на ТО і ремонт S елементів;

C_{Ti} - питомі витрати на ТО i -го елемента (об'єкта);

C_{Pi} - питомі витрати на ремонт i -го елемента;

S - число операцій (або елементів) в групі (вигляді ТО).

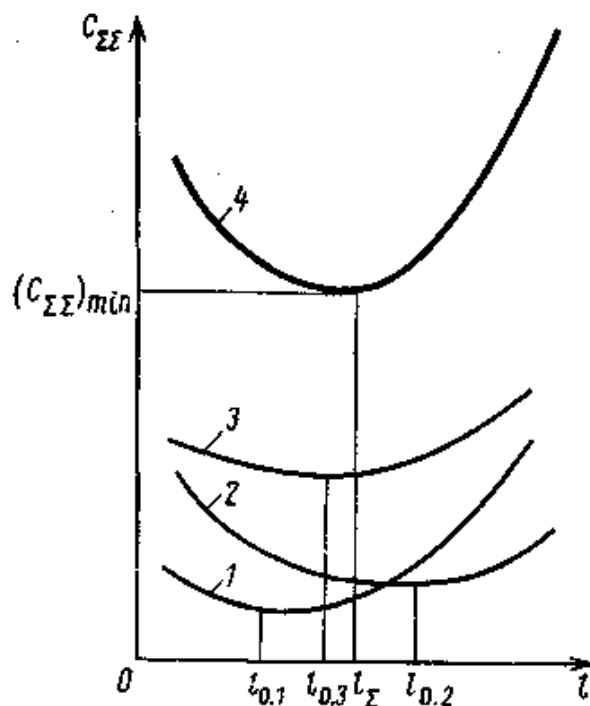


Рисунок 1.5 - Техніко-економічний метод групування операцій ТО

Даний метод можна застосовувати для операцій, періодичність яких не обмежена в розглянутих межах умовами безпеки або технічними критеріями. Якщо таке обмеження є, то обрана групова періодичність повинна задовольняти наступній умові:

$$l_{0\Sigma} \leq l_{0j}, \quad (1.3)$$

де j - операція з періодичністю, обмеженою вимогами безпеки руху або іншими технічними критеріями (наприклад, припинення функціонування механізму при $l_{0j} > l_{0\Sigma}$).

Натуральне угруповання операцій [3] реалізується тоді, коли ряд об'єктів обслуговування має дуже близькі раціональні періодичності ТО. Механізми та агрегати автомобіля практично розбиваються на групи з близькими параметрами по періодичності обслуговування, а сама періодичність кожної групи визначається по представнику цієї групи, що має мінімальний період обслуговування. Наприклад, в одній групі опинилися підшипники передніх маточин (період заміни мастила 32 тис. км), коробка передач (30 тис. км), редуктор заднього моста (34,5 тис. км). Отже періодичність заміни масла в цих агрегатах і вузлах повинна бути призначена в 30 тис. км пробігу.

Таким чином, застосовуючи відповідні методи ТО, виробляють угруповання операцій за видами ТО. Раніше зазначалося, що збільшення числа ступенів (видів ТО) теоретично сприятливо позначається на надійності і сумарних витратах на забезпечення працездатності окремих об'єктів, але одночасно збільшуються витрати, пов'язані з організацією виробничого процесу (підготовчо-заключний час, планування постановки на ТО і ін.) ТО і ремонту автомобіля.

1.7 Методи визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування

Періодичність технічного обслуговування - це нормативна напрацювання (в кілометрах пробігу або години роботи) між двома послідовно проведеними однорідними роботами ТО або ПР. При скороченні $L_{\text{ТО}}$ забезпечується зростання безпечної роботи механізму і одночасно збільшуються витрати на профілактичні роботи, тому що кількість впливів за певний період зростає. Збільшення періодичності ТО скорочує витрати на профілактичні роботи, однак ризик появи відмови також збільшується і пов'язані з ним витрати (ДТП, порушення транспортного процесу, компенсація збитку, простої в ремонті і ін.). Тому при підтримці працездатного стану виробу визначення раціональної періодичності ТО $L_{\text{ТО}}$ є найважливішим завданням. При проведенні обслуговування застосовуються два основні методи [3] доведення виробу до необхідного технічного стану.

При першому методі, що позначається умовно I - 1 (по напрацюванню), встановлюється певна періодичність, відповідно до якої виріб відновлюється до заданого технічною документацією рівня при досягненні встановленого напрацювання.

При другому методі I - 2 (по параметру технічного стану) при заданій періодичності проводиться спочатку контроль технічного стану і приймається рішення про проведення попереджувальних технічних впливів, тобто доведення технічного стану виробу до встановленого рівня.

Методи визначення (оптимізації) періодичності технічного обслуговування підрозділяються на:

- найпростіші (методи аналогії по прототипу);
- аналітичні, засновані на результатах спостережень і основні закономірності ТЕА;
- імітаційні, засновані на моделюванні випадкових процесів.

Найпростішими методами є метод аналогій і метод призначення періодичності по зміні зовнішнього вигляду механізму, матеріалу, з'єднання. Ці методи можуть бути використані для призначення режимів при відсутності емпіричної інформації про експлуатацію транспортного засобу, що особливо актуально для експлуатації в нових умовах (зміна природно-кліматичних умов, категорії умов експлуатації). Застосування цих методів ґрунтується на застосуванні різних евристичних правил, кінцевий результат є наближеним і дуже сильно залежить від кваліфікації і досвіду фахівця, що визначає оптимальний режим.

Метод аналогій полягає в призначенні оптимальних режимів технічного обслуговування з використанням інформації про експлуатацію транспортних засобів з аналогічною конструкцією. Встановлене спочатку значення зазвичай уточнюється в процесі експлуатації транспортного засобу. З урахуванням того, що конструкції і процеси експлуатації транспортних засобів, для яких режими призначаються методом аналогій, мають певну схожість, то для призначення режимів може бути використана теорія подібності. Відповідно до цієї теорії, явища, подібні в тому чи іншому сенсі, мають деякі однакові поєднання параметрів, які називаються критеріями подібності. Для автомобільного транспорту такими критеріями можуть бути, наприклад, технологічна сумісність вузлів і агрегатів, схожість умов експлуатації і т.д. На підставі досвіду експлуатації схожого по конструкції транспортного засобу в заданих умовах можуть бути встановлені режими обслуговування для досліджуваного транспортного засобу.

Метод визначення оптимальної періодичності виконання робіт технічного обслуговування по зміні зовнішнього вигляду механізму, вузла, з'єднання може бути застосований до тих елементів транспортного засобу, зовнішній вигляд яких дозволяє визначити технічний стан. Ознаки необхідності виконання робіт можуть бути визначені органолептичними способом за якісними ознаками технічного стану (наприклад, підтікання охолоджуючої рідини або масла, колір і запах вихлопних газів і ін.). Метод

зручно застосовувати при призначенні оптимальних режимів виконання робіт але заміні технічних рідин і виконання кріпильних робіт.

Найпростіші методи є найменш формалізованими. У великій мірі ефективність результатів залежить від кваліфікації дослідника.

Імітаційні методи більш складні в реалізації і вимагають значного обсягу статистичної інформації, яка збирається в процесі технічної експлуатації. Перевагами імітаційних методів є широкі можливості застосування математичного апарату в процесі обробки статистичних даних, можливість враховувати значну кількість зовнішніх факторів, що впливають на об'єкт дослідження. Так само цей спосіб є найбільш придатним для представлення процесу обробки даних у вигляді алгоритмів з подальшою реалізацією програмного забезпечення для комп'ютерів.

Аналітичні методи базуються на основних закономірностях технічної експлуатації автомобілів [2]. У цій групі методів визначення оптимальної періодичності проведення технічного обслуговування можуть бути віднесені: метод визначення періодичності проведення ТО по допустимому рівню безвідмовності; економічний метод; економіко-імовірнісний метод; метод визначення оптимальної періодичності ТО по допустимого значення і закономірності зміни параметра технічного стану.

Розглянемо найбільш розповсюджені методи оптимізації періодичності технічного обслуговування.

1 метод - по допустимому рівню безвідмовності [3] заснований на виборі такої раціональної періодичності ТО, при якій ймовірність відмови F елемента не перевищує заздалегідь заданої величини названою ризиком (рис. 1.6).

Імовірність безвідмовної роботи R_d , при якій напрацювання на відмову більше призначеної періодичності обслуговування l_0 визначає безвідмовність елемента автомобіля:

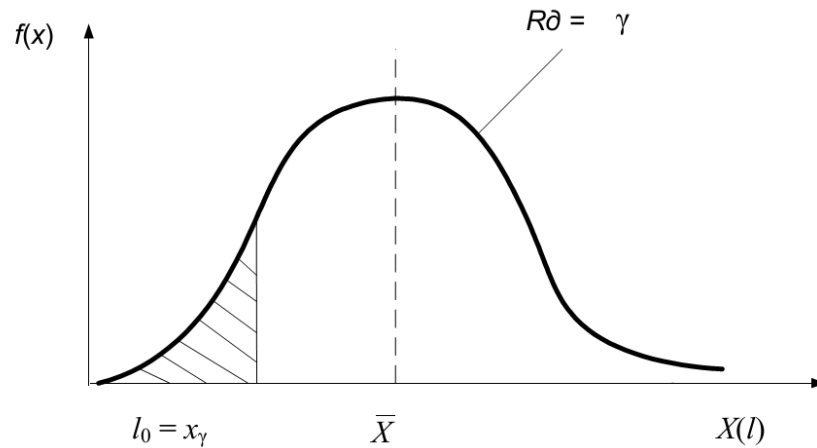


Рисунок 1.6 - Визначення періодичності ТО по допустимому рівню безвідмовності

$$R_d\{x_i \geq l_o\} = R_d = \gamma, \quad \text{тобто } l_o = x_\gamma, \quad (1.4)$$

де x_i - напрацювання на відмову, км;

l_o - періодичність ТО, км;

R_d - допустима ймовірність безвідмовної роботи;

$\gamma = 1 - F$;

F - ймовірність відмови;

x_γ - гамма-процентний ресурс.

Для агрегатів і механізмів, що забезпечують безпеку руху, $R_d = 0,90 - 0,98$. Для інших вузлів і агрегатів, $R_d = 0,65 - 0,90$;

В процесі роботи групи автомобілів виникають відмови конкретного вузла, механізму автомобіля, напрацювання яких X_i , випадкова і підпорядковується одному з відомих законів розподілу: $f(x)$; \bar{x} ; V_x ; σ_x . По даному вузлу, механізму може виконуватися попереджувальне технічне обслуговування з встановленою періодичністю l . В реальних умовах фактична періодичність ТО l_i , головним чином через зміни середньодобового

пробігу автомобілів також має деяку варіацію і характеризується законом розподілу $\varphi(l); \bar{l}; \sigma_l; V_l$.

Якщо періодичність визначається по допустимому рівню безвідмовності, то завдання формулюється наступним чином: необхідно визначити оптимальну періодичність ТО l_0 , при якій ймовірність безвідмовної роботи буде не нижче заданої, тобто $R \geq R_d$.

Якщо розглянутий процес, відбувається під дією довільного потоку подію, то його математичну модель побудувати важко. В цьому випадку можна використовувати метод статистичного моделювання (метод Монте-Карло).

Розглянута вище методика дозволяє отримати випадкові величини X_i і l_i , розподілені відповідно за законами $f(x)$ і $\varphi(l)$.

Отже, очевидний сенс імітаційного моделювання оптимізації періодичності в розглянутому прикладі полягає в:

а) у відтворенні і фіксації двох можливих подій:

А - відмови автомобіля, якщо $X_i < l_i$;

Б - виконання ТО, тобто попередження відмови, якщо $X_i \geq l_i$;

б) визначенні ймовірностей цих подій, відповідно $P(A) = F$ (відмова) і $P(B) = R$ (профілактика);

в) порівнянні фактичного (R) і заданого значення ймовірності безвідмовної роботи (R_d).

Послідовність імітаційного моделювання оптимізації періодичності технічного обслуговування по допустимому рівню безвідмовності елементів автомобілів наведена у виді алгоритму на рис. 1.7.

В блоці 1 передбачена підготовка вихідних даних для моделювання значень масивів $[x]$ і $[l]$ відповідно: напрацювання на відмову і періодичність технічних впливів; призначення допустимого рівня безвідмовності - R_d і обсягу реалізацій - M .

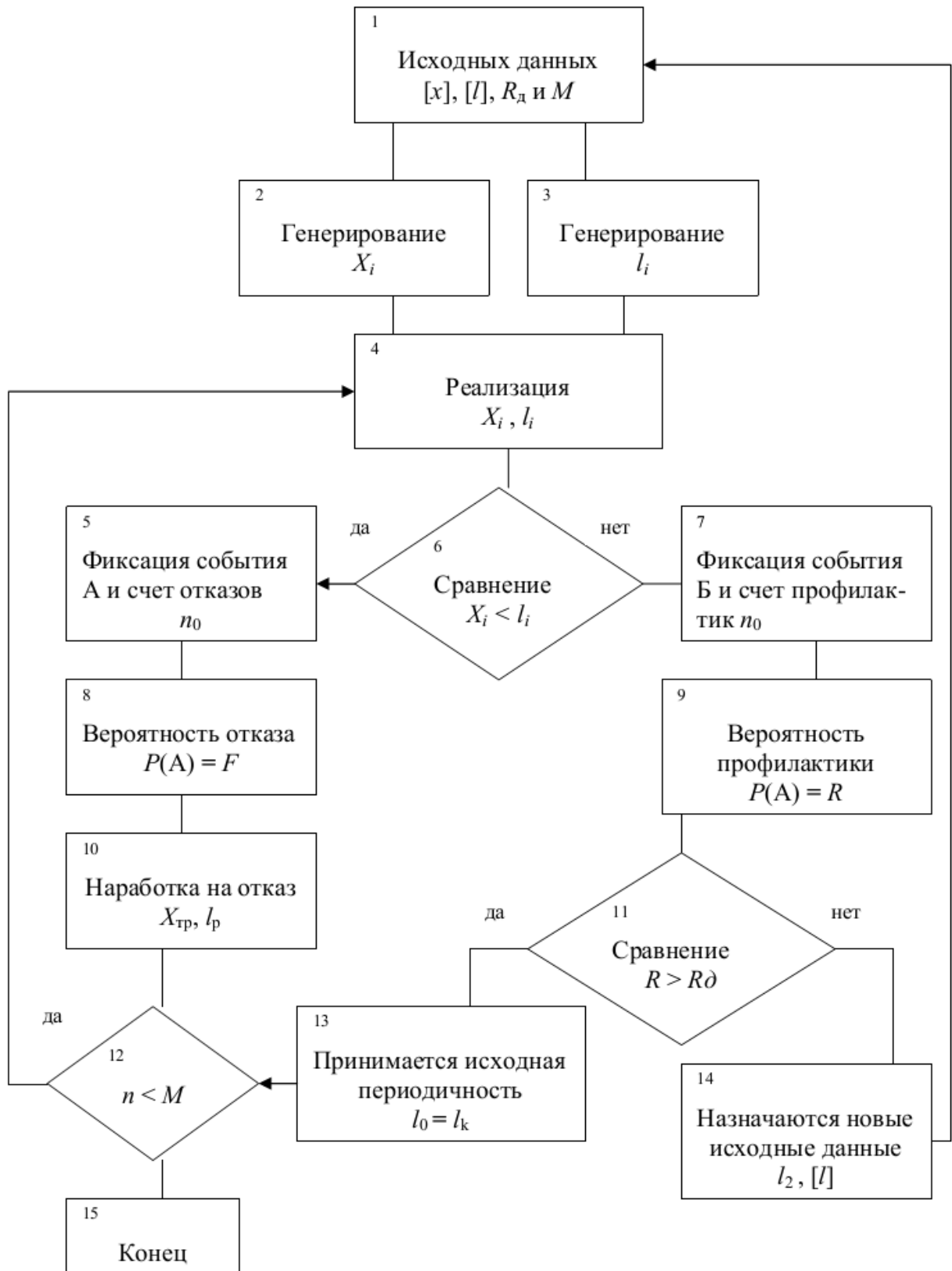


Рисунок 1.7 - Блок-схема алгоритму моделювання оптимальної періодичності ТО по безвідмовності

Банки вихідних даних формуються або з фактичних значень X_i і l_i , отриманих за певний період часу на підприємстві по звітними даними, або розрахунком на основі характеристик законів розподілу $f(x)$ і $\psi(l)$, якщо вони відомі. Для цього використовуються генератори випадкових чисел (блоки 2 і 3). Отримуємо масив випадкових велич X_i і l_i , який зветься реалізацією (блок 4).

В блоці 6 проводиться порівняння X_i і l_i та фіксація подій А або Б.

Якщо напрацювання на відмову менше періодичності ТО: $X_i < l_i$, то подія А - відмова (блок 5). Якщо напрацювання більше або дорівнює періодичності ТО: $X_i \geq l_i$, то подія Б - виконання ТО, тобто безвідмовна робота вузла при даній реалізації (блок 7).

Необхідна кількість реалізацій визначається виходячи з необхідної точності оцінки ймовірності настання подій А і Б.

Блоки 8 і 9 передбачають визначення ймовірностей подій А і Б:

$$P(A) = F \approx \frac{n_0}{n}, \quad (1.5)$$

$$P(B) = R \approx \frac{n_n}{n}, \quad (1.6)$$

де n_0 - число профілактик зафіксованих при моделюванні ТО;

n_n - число відмов зафіксованих при моделюванні ТО;

$n = n_0 + n_n$ - загальна кількість реалізацій.

В блоці 11 передбачається порівняння отриманого значення ймовірності безвідмовної роботи R із заданою R_d .

Якщо $R \geq R_d$, то поставлена мета досягнута, а обрана періодичність є раціональною $l_k = l_0$ (блок 13). При цьому оцінка напрацювання на випадок поточного ремонту в міжоглядові періоди складе (блок 10):

$$X_{\text{ПР}} \approx \frac{\sum_{z=1}^z X_z}{n_0}, \quad (1.7)$$

де z - кількість подій, відповідних відмові.

Якщо $R < R_d$, то всю процедуру імітаційного моделювання необхідно повторити, але при новому значенні вихідної періодичності $\bar{l}_2 < \bar{l}_1$.

2 метод - техніко-економічний [3], зводиться до визначення сумарних питомих витрат на ТО і ремонт автомобілів і їх мінімізації. Мінімальним сумарним витратам відповідає оптимальна періодичність технічного обслуговування l_0 . При цьому питомі витрати на ТО:

$$C_{\text{ТО}} = \frac{d}{l}, \quad (1.8)$$

де l - періодичність ТО, км;

d - вартість виконання операцій ТО, грн.

Збільшення періодичності ТО, як правило, призводить до скорочення ресурсу елемента і зростання питомих витрат на ремонт:

$$C_{\text{Р}} = \frac{C}{l}, \quad (1.9)$$

де C - разові витрати на ремонт, грн/км.

Вираз $u = C_{\text{ТО}} + C_i \rightarrow \min$ є цільовою функцією, екстремальне значення якої відповідає оптимальному рішенню. Визначення мінімуму цільової функції і оптимальності $l_0 = l_{\text{опт}}$ значення періодичності ТО проводиться згідно графіку, який зображено на рис. 1.8

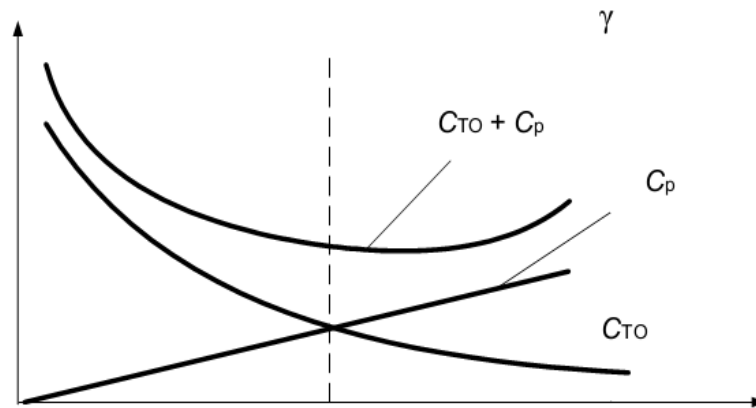


Рисунок 1.8 - Графік оптимізації періодичності ТО техніко-економічним методом

Так як цільова функція техніко-економічного методу оптимізації періодичності технічного обслуговування елементів автомобіля в загальному вигляді описується виразом:

$$C_{\text{заг}}(l_{\text{об}}) = \frac{C_{\text{відм}}}{l_{\text{н}}} + \frac{C_{\text{об}}}{l_{\text{об}}} \rightarrow \min, \quad (1.10)$$

де $C_{\text{заг}}(l_{\text{об}})$ - середня (питома) вартість ремонту і технічного обслуговування, грн/км;

$C_{\text{відм}}$ - середня вартість усунення відмови, грн;

$l_{\text{н}} = \bar{x}$ - середнє напрацювання на відмову, км;

$C_{\text{об}}$ - середня вартість операції технічного обслуговування, грн;

$l_{\text{об}}$ - напрацювання на виконання операцій технічного обслуговування, км.

Тому при моделюванні оптимальної періодичності ТО необхідно мати масиви даних:

[x] - масив напрацювання на відмову;

[l] - масив напрацювання на виконання операцій ТО;

[c] - масив разових витрат на усунення відмови;

$[d]$ - масив разових витрат виконання операцій ТО.

Послідовність імітаційного моделювання оптимальної періодичності ТО техніко-економічним методом виконується за алгоритмом, який зображений на рис. 1.9 і включає наступні елементи:

- 1) набір вихідних даних: $[x]$, $[l]$, $[c]$, $[d]$, M (блок 1);
- 2) генерування та реалізація X_i , l_i , C_i , D_i (блоки 2 - 8);
- 3) ідентифікація подій: $X_i < l_i$ - відмова (блок 9), $X_i \geq l_i$ - профілактика (блок 11);
- 4) визначення ймовірностей подій F і R (блоки 14 і 15);
- 5) в блоках 8, 9 і 13 визначається сумарна питома вартість ТО і ремонту однієї реалізації:

$$C_{\Sigma}(l_k) = C_{\text{ТО}} + C_{\text{ПР}}, \quad (1.11)$$

де $C_{\text{ТО}}$ - середня (питома) вартість технічного обслуговування, грн/км;

де $C_{\text{ПР}}$ - середня (питома) вартість ремонту, грн/км

б) при багаторазовому повторенні процедури моделювання в блоці 16 обчислюється середнє значення сумарної питомої вартості ТО і ремонту для вихідної періодичності l_i за формулою:

$$\bar{C}_{\Sigma}(l_k) = \frac{\sum C_{\Sigma}}{n}, \quad (1.12)$$

де n - число реалізації при початковій періодичності l_1 .

7) блок 18 передбачає повторення всієї процедури моделювання для наступних значень періодичності ТО: $(\bar{l}_2, \bar{l}_3, \bar{l}_k, \dots, \bar{l}_r)$.

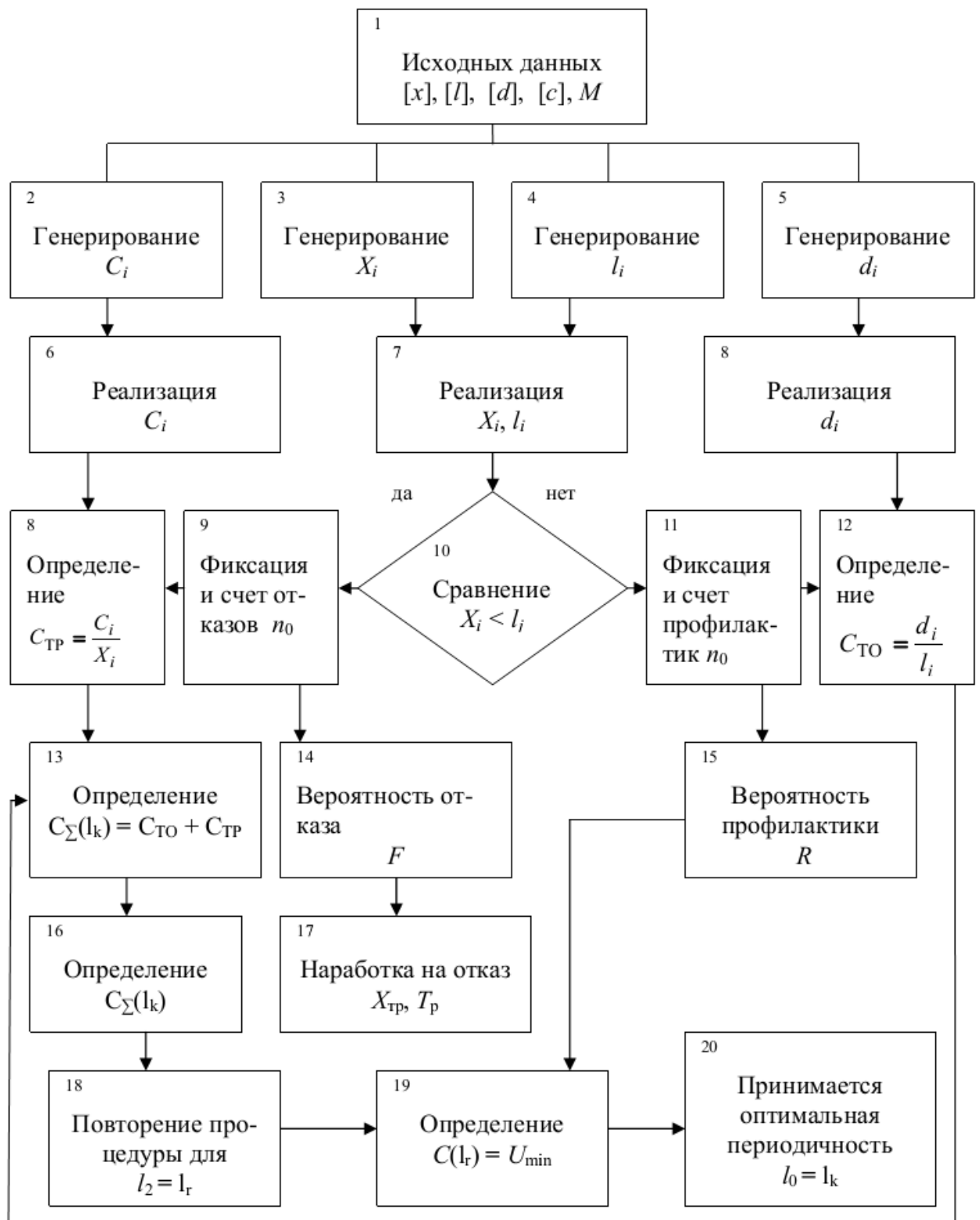


Рисунок 1.9 - Блок-схема алгоритму моделювання оптимальної періодичності ТО техніко-економічним методом

8) в блоках 19, 20 проводиться порівняння отриманих значень $\bar{C}_\Sigma(l_k)$ і вибір оптимальної періодичності, що відповідає мінімальному значенню цільової функції, тобто $l_0 = l_T$ при $C_\Sigma(l_T) = U_{min}$.

9) рівень безвідмовності при оптимальному рішенні оцінюється співвідношенням $R \cong \frac{n_n}{n}$, отриманим в циклі моделювання для $l_0 = l_T$ (блок 15).

10) замикаюча перевірка отриманих результатів здійснюється за формулою:

$$C_\Sigma = \frac{cF + dR}{l_0R + \bar{l}_pF}, \quad (1.13)$$

де c і d - середні вихідні значення вартості усунення відмови і операцій технічного обслуговування;

l_0 - оптимальне значення періодичності ТО, км;

\bar{l}_p - середнє напрацювання на відмову, км;

Середнє напрацювання на відмову розраховують по формулі:

$$\bar{l}_p \cong \bar{X}_{\text{ПР}} = \frac{\sum_{z=1}^z X_z}{n_0}, \quad (1.14)$$

де z - кількість подій оптимального циклу, відповідних відмови.

3 метод - по допустимому значенню і закономірності зміни параметра технічного стану [3]. Зміна певного параметра технічного стану у групі автомобілів з причин, викладених в розділі 1.5, відбувається по-різному (криві 1-3, 5-7 на рис. 1.10). В середньому для цієї групи тенденція зміни параметра характеризується кривою 4. За нею, а також за допустимим

значенням параметра Y_d можна визначити середній наробіток $x_4 = \bar{l}$, коли в середньому вся сукупність виробів досягає допустимого значення параметра технічного стану. Цьому середньому наробітку відповідає середня інтенсивність зміни параметра \bar{a} . При цьому ті вироби, у яких інтенсивність зміни параметра технічного стану виявилася вищою за середню (1, 2, 3), тобто $a_i > \bar{a}$, досягають граничного стану значно раніше при напрацюваннях x_1, x_2, x_3 менших \bar{l} . Отже, для цих виробів при призначеній періодичності \bar{l} з ймовірністю $F_4 \approx 0,5$ буде зафіксована відмова.

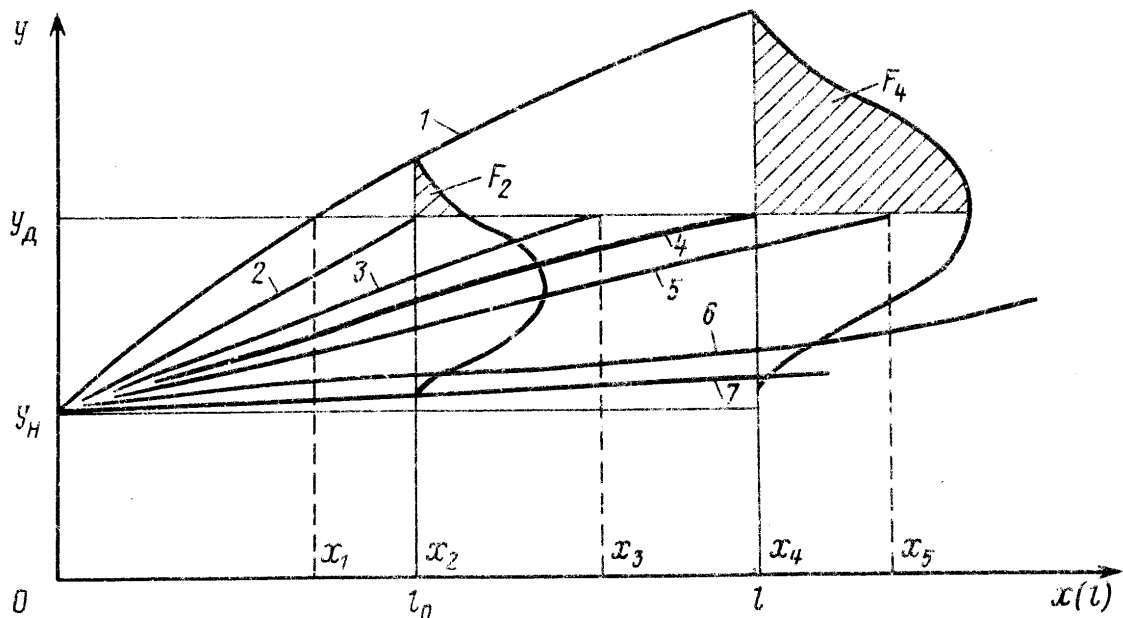


Рисунок 1.10 - Визначення періодичності ТО по допустимому значенню і закономірності зміни параметра технічного стану

Подібна система обслуговування є нераціональною, тому призначають таку періодичність $l_0 < \bar{l}$, при якій ймовірність відмови не буде перевищувати заданої величини ризику F , наприклад $F = F_2$. Цей випадок відповідає більшій інтенсивності зміни параметра технічного стану ніж середня (максимально допустима), тобто $a_d = \mu \bar{a}$, де μ - коефіцієнт максимальної

інтенсивності зміни параметра технічного стану, причому необхідно дотримуватися умова:

$$R_d\{a_i \leq a_d\} = 1 - F = R_d. \quad (1.15)$$

На коефіцієнт μ впливають ступінь ризику, варіація ν і вид закону розподілу випадкової величини. Для нормального закону розподілу $\mu = 1 + t_d \nu$, де t_d - нормоване відхилення, відповідне довірчому рівню ймовірності. Для закону Вейбулла - Гнеденко:

$$\mu = \frac{-m \sqrt{-\ln(1 - P_d)}}{\Gamma(1 + 1/m)}, \quad (1.16)$$

де Γ - гамма-функція;

m - параметр розподілу.

Чим більше ν або P_d , тим більше μ і менше оптимальна періодичність ТО (рис. 1.11). Цей метод застосовується для об'єктів з явно фіксуємою зміною параметра технічного стану. До них відноситься більшість вузлів, механізмів і з'єднань, технічний стан яких підтримується за допомогою регулювання (гальмівний і клапанний механізми і ін.). Для регулювальних робіт характерні $\nu = 0,5 - 0,8$, при яких $\mu = 1,6 - 2,1$, тобто раціональна періодичність ТО буде в 1,6 - 2,1 рази нижча за середню.

4 метод - економіко-ймовірнісний [3]. Цей метод узагальнює попередні і враховує економічні і ймовірні фактори, а також дозволяє порівнювати різні стратегії підтримки та відновлення працездатності автомобіля.

Як уже зазначалося, одна з стратегій зводиться до усунення несправностей виробу в міру їх виникнення (рис. 1.12, а), тобто за потребою. Питомі витрати при цьому:

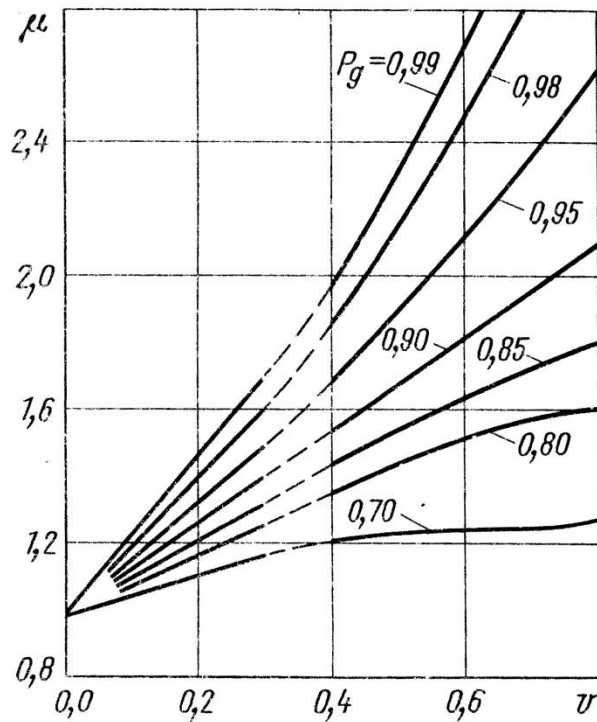


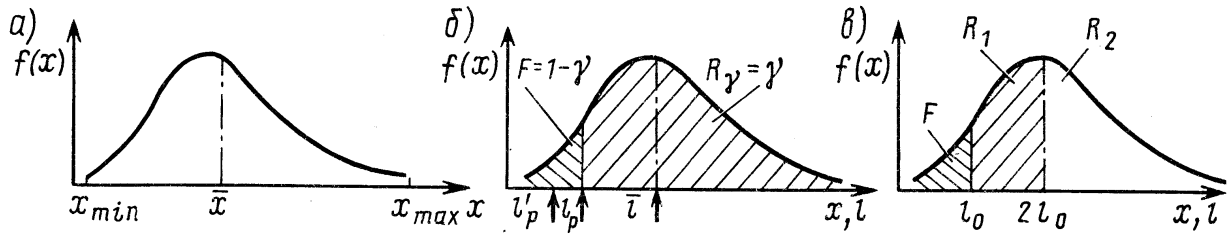
Рисунок 1.11 - Вплив коефіцієнта варіації ν на коефіцієнт максимальної інтенсивності μ

$$u_{II} = C_{II} = \frac{c}{\bar{x}} = \frac{c}{\int_{x_{min}}^{x_{max}} x f(x) dx}, \quad (1.17)$$

де \bar{x} , x_{min} , x_{max} - середнє, мінімальне і максимальне напрацювання на відмову, км;

c - разові витрати на ремонт, грн.

Перевагою цієї стратегії є простота, основним недоліком - невизначеність стану виробу, який може відмовити в будь-який час. Крім того, ускладнюються планування і організація ТО і ремонту.



a - ремонт в разі потреби; *б* - ТО з напрацювання (І - 1); *в* - ТО за технічним станом (І - 2).

Рисунок 1.12 - Методи виконання технічного обслуговування і ремонту

Альтернативна стратегія (рис. 1.12, б) передбачає попередження відмов і пошкоджень, відновлення вихідного або близького до нього стану виробу до того, як буде досягнутий граничний стан. Ця стратегія реалізується при попереджувальному ТО, попереджувальних замінах деталей вузлів, механізмів і т.д. Розглянемо метод реалізації цієї стратегії (І - 1). Так як теоретично відмова може відбутися при будь-якій скільки завгодно малій періодичності, то стратегія реалізується не в чистому, а в змішаному вигляді: допускається певна, як правило, мала ймовірність відмови, а періодичність попереджувального обслуговування або ремонту $x_{min} < l_p < \bar{x}$. При цьому ті відмови, які виникли раніше l_p (тобто $x_i < l_p$), усуваються в міру їх виникнення, тобто практично по другій стратегії. Вартість усунення цих відмов як по першій, так і по другій стратегії, дорівнює c . Зазвичай задається допустима ймовірність відмови або необхідна ймовірність безвідмовної роботи. Середнє напрацювання, з якої будуть усуватися ці відмови:

$$l'_p = \frac{\int_{x_{min}}^{x_{max}} l f(l) dl}{\int_{x_{min}}^{l_p} f(l) dl}. \quad (1.18)$$

Решта робіт при першому способі проведення попереджувальної стратегії будуть проводитися з періодичністю l_p , вартістю d і ймовірністю даної події $R = R_d$. Переваги другої стратегії полягають у наступному: по-перше, може бути гарантований певний рівень надійності роботи виробу; по-друге, ті разові витрати на підтримку справного стану, як правило, нижче, ніж при відмові ($d < c$), яка може супроводжуватися додатковими втратами, пов'язаними з наданням допомоги на лінії через порушення транспортного процесу (виклик технічної допомоги, буксирування автомобіля, санкції у разі порушення термінів або розкладу перевезень і т.д.); по-третє, попереджувальний характер цієї стратегії створює умови для планової організації ТО і ремонту. Ці переваги компенсують певний недолік даної стратегії, що полягає в недовикористанні ресурсу виробу, так як періодичність попереджувальних робіт виходить меншою, ніж середнє напрацювання до відмови ($l_p < \bar{x}$).

При цій стратегії питомі витрати визначаються як відношення середньозваженої вартості однієї операції до середньозваженого напрацювання з урахуванням відмови частини виробів:

$$u_I = C'_{I-1} = \frac{cF + dR}{l_p R + l'_p R}. \quad (1.19)$$

Потім, диференціюючи цей вираз по l і прирівнюючи похідну нулю, визначають оптимальну періодичність l_o , відповідну мінімуму C'_{I-1} . Далі порівнюють питомі витрати по першій і другій стратегіям - відповідно формули (1.17) і (1.19). Якщо $(C'_{I-1})_{\min} < C_{II}$, то кращим є перший спосіб реалізації попереджувальної стратегії, тобто ТО. В економіко-імовірнісному методі так само, як і при визначенні оптимальної періодичності по безвідмовності, використовують поняття коефіцієнта раціональної періодичності:

$$\beta_o = \frac{l_o}{\bar{x}} = \left[\frac{2k_{\Pi} v_x}{(1 + v_x^2)(1 - v_x)} \right]^{v_x} \quad \text{при } v_x < 1, \quad (1.20)$$

де $k_{\Pi} = d/c$;

v_x - коефіцієнт варіації напрацювання на відмову при першій стратегії.

Економіко-імовірнісний метод дозволяє розрахувати раціональну періодичність ТО виходячи із заданого скорочення потоку відмов в міжоглядові періоди, тобто між двома послідовними ТО. При наявності обмежень по безвідмовності:

$$\beta_o \leq \left[\frac{k_{\omega}}{0.5(v_x^2 + 1)} \right]^{\frac{v_x}{1-v_x}} \quad \text{при } v_x < 1, \quad (1.21)$$

де $k_{\omega} = \frac{\omega_I}{\omega_{II}}$ - коефіцієнт скорочення параметра потоку відмов;

ω_I - параметр потоку відмов при використанні попереджувальної стратегії;

ω_{II} - параметр потоку відмов при усуненні відмов за потребою.

Економіко-імовірнісний метод визначає і раціональні шляхи вдосконалення організації ТО. Дійсно, при періодичності l_o фактично вимагають запобіжного впливу ті вироби (перша група), потенційна відмова яких може виникнути з певною ймовірністю R_1 (рис. 1.12, в) при напрацюванні $l_o < x_i < 2l_o$ (без урахування варіації найоптимальнішої періодичності). Вироби з потенційним напрацюванням на відмову $x_i > 2l_o$ (друга група) можуть обслуговуватися не при даному, а при наступних обслуговуваннях і т.д. Ймовірність цієї події $R_2 = R - R_1$, тому при другому способі реалізації попереджувальної стратегії (І - 2) необхідний поділ виробів

першої і другої групи, який здійснюється за допомогою контролю (діагностування), що вимагає додаткових витрат.

Таким чином, з оптимальною періодичністю l_0 контролюються всі вироби які не відмовили до цього моменту (ймовірність R). Вартість цього контролю становить d_k , а роботи з доведення технічного стану до норми, що мають вартість d_u , з імовірністю R_1 проводяться тільки для першої групи виробів. Очевидно, такий розвиток попереджувальної стратегії з використанням діагностування буде доцільний, якщо додаткова вартість контролю (спеціальне обладнання, кваліфікована праця) буде компенсована скороченням вартості профілактичної операції і збитків від відмов.

Отже, профілактична операція в контрольній своїй частині буде виконуватися для всіх виробів регулярно з оптимальною періодичністю, а у виконавчій частині - за потребою з урахуванням результатів контролю. Другою умовою застосування попереднього контролю є забезпечення достовірного поділу (прогнозування) за допомогою діагностування виробів, що вимагають обслуговування при черговому або наступних профілактичних впливах.

Для найпростішого випадку обліку лише двох послідовних ТО питомі витрати при профілактичній стратегії з попереднім контролем складають:

$$C''_{I-2} = \frac{cF + d_u R_1 + d_k R}{Fl'_p + l_p R} = \frac{cF/R + d_{\pi}}{l'_p F/R + l_p}, \quad (1.22)$$

де $d_{\pi} = d_k + kd_u$ - вартість операції ТО, що проводиться з попереднім контролем;

$k = R_1/(R_1 + R_2)$ - коефіцієнт повторюваності, що визначає частку виробів, які вимагають усунення виниклих відхилень параметрів технічного стану від нормативних значень.

Очевидно, що попереджувальний контроль доцільний при $(C''_{I-2})_{min} < (C'_{I-1})_{min}$. При цьому оптимальні періодичності при першому і

другому методах можуть не збігатися. Одним з методів проведення контрольних робіт є діагностування, яке служить для визначення технічного стану автомобіля, його агрегатів і вузлів без розбирання і є технологічним елементом ТО і ремонту.

5 метод - статистичних випробувань [3]. Цей метод заснований на імітації (моделюванні) реальних випадкових процесів ТО, що дає можливість прискорити випробування, виключити вплив побічних факторів, різко скоротити вартість експериментів, провести при необхідності дослідження з метою вибору найбільш придатного варіанту. Моделювання може проводитися на ЕОМ або вручну. Вихідним матеріалом для моделювання служать як фактичні дані, отримані при спостереженні, так і закони розподілу випадкових величин. При визначенні оптимальної періодичності ТО схема моделювання зводиться до наступного (рис. 1.13). Попередньо призначають на підставі наявного досвіду або спостережень одне або кілька значень періодичностей ТО, наприклад, \bar{l}_1, \bar{l}_2 і т.д., а також коефіцієнти варіації v_l . За результатами спостережень або розрахунковими даними створюються два масиви даних: напрацювання на відмову - $[X]$ і періодичності ТО - $[l]$. З масиву даних, що містять відомості про напрацювання на відмову, обирається випадковим чином конкретне значення напрацювання до відмови x_i . Потім з другого масиву, де знаходяться дані по фактичним періодичностям ТО, обирається конкретне значення l_j , яке визначається з урахуванням середньої періодичності \bar{l} і її варіації v_l . Пару чисел x_i і l_j називають реалізацією. Якщо $x_i < l_j$, то фіксується відмова. При $x_i \geq l_j$ фіксується відсутність відмови, тобто виконання операції ТО. Досліди повторюють багаторазово і отримують оцінку ймовірності відмови і профілактичного виконання операції. Якщо при дослідах ймовірність відмови виявилася більше заданої, то приймають зменшену періодичність і повторюють серію дослідів.

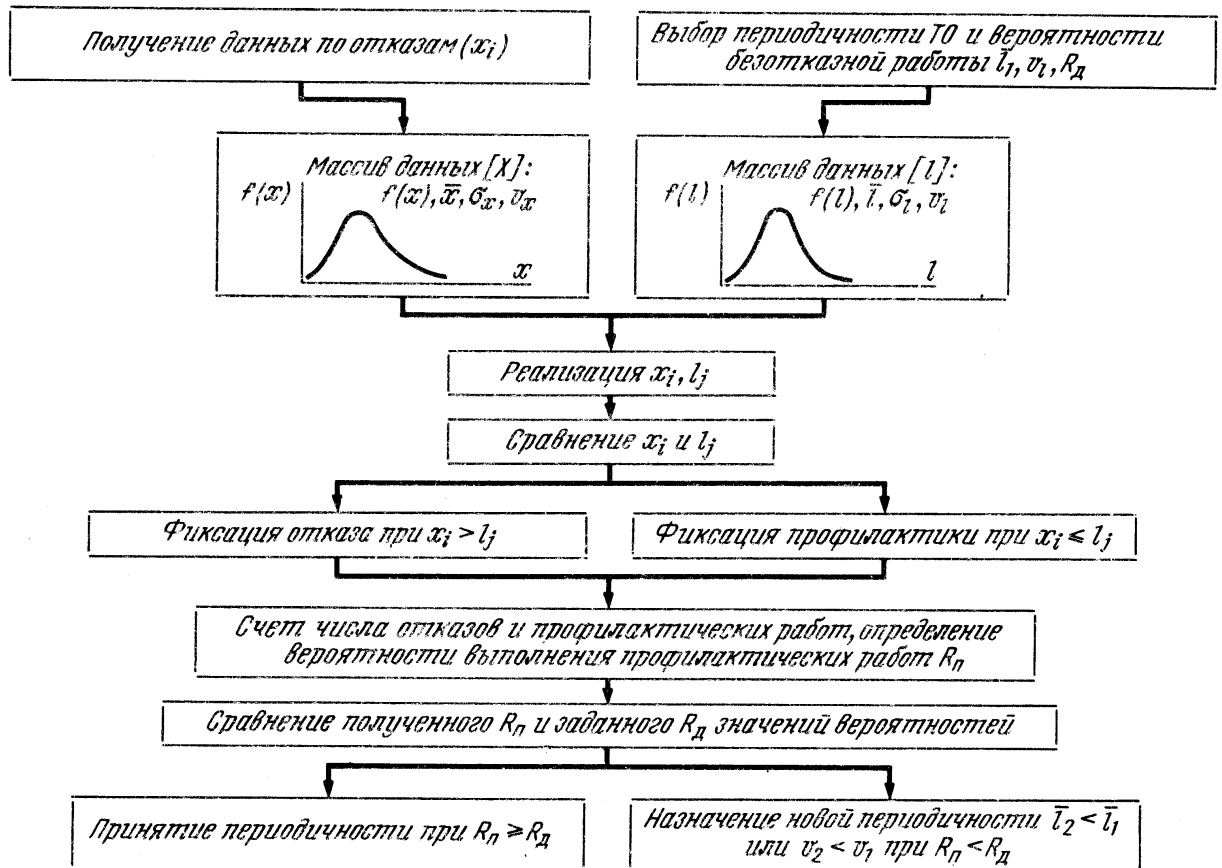


Рисунок 1.13 - Схема визначення раціональної періодичності ТО за допомогою імітаційного моделювання

2 ПРОЕКТА ЧАСТИНА

2.1 Коригування нормативної періодичності технічного обслуговування

Технічне обслуговування рекомендується здійснювати згідно Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту [4]. Але різноманітні умови експлуатації (тип дороги, дорожнього покриття, природно-кліматичні умови, кваліфікація водія, закріпленого за автомобілем механіка, конкретні умови перевезень тощо) істотно впливають на потребу автобусів в ТО і ремонті.

Тому при визначенні періодичності ТО виконують корегування рекомендованих нормативів з урахуванням умов експлуатації.

Періодичність ТО-1 і ТО-2 розраховуються за формулами [5]:

$$L_{\text{ТО1}} = L_{\text{ТО1}}^{\text{H}} \cdot k_1 \cdot k_3, \quad (2.1)$$

$$L_{\text{ТО2}} = L_{\text{ТО2}}^{\text{H}} \cdot k_1 \cdot k_3, \quad (2.2)$$

де $L_{\text{ТО1}}^{\text{H}}$ та $L_{\text{ТО2}}^{\text{H}}$ - нормативні пробіги автобуса до ТО-1 і ТО-2, км;

k_1 - коефіцієнт, що враховує категорію умов експлуатації;

k_3 - коефіцієнт, що враховує природно-кліматичні умови і агресивність навколишнього середовища.

Нормативні пробіги транспортних засобів згідно Положення [4], коефіцієнти, що враховують категорію умов експлуатації та коефіцієнти, що враховують природно-кліматичні умови і агресивність навколишнього середовища наведені в табл. 2.1-2.3 [5].

Розглянуте в проекті підприємство належить до III категорії умов експлуатації рухомого складу з помірно-теплими кліматичними умовами.

Таблиця 2.1 - Періодичність технічного обслуговування дорожніх транспортних засобів

Тип ДТЗ	Періодичність видів технічного обслуговування, км		
	ЩО	ТО-1	ТО-2
Автомобілі легкові, автобуси	Один раз на добу незалежно від кількості змін	5000	20000
Автомобілі вантажні, автобуси на базі вантажних автомобілів або з використанням їх базових агрегатів, автомобілі повнопривідні, причепи і напівпричепи		4000	16000

Таблиця 2.2 - Коефіцієнти коригування нормативів залежно від категорії умов експлуатації, k_1

Категорія умов експлуатації	Коефіцієнт корегування, k_1
I	1,0
II	0,9
III	0,8
IV	0,7
V	0,6

Таблиця 2.3 - Коефіцієнт коригування нормативів залежно від природно-кліматичних умов, k_3

Характеристика клімату	Коефіцієнт корегування, k_3
Помірний	1,0
Помірно-теплий, помірно-теплий вологий, теплий вологий	1,0
Жаркий сухий, дуже жаркий сухий	0,9
Помірно холодний	0,9
Холодний	0,9
Дуже холодний	0,8

Скорегована періодичність автобусу до ТО-1 за формулою (2.1) складе:

$$L_{\text{ТО1}} = 5000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 4000 \text{ км.}$$

Скорегована періодичність автобусу до ТО-2 за формулою (2.2) складе:

$$L_{\text{ТО2}} = 20000 \cdot 0,8 \cdot 1 = 16000 \text{ км.}$$

Результати корегування періодичностей ТО-1 та ТО-2 наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 - Скореговані міжремонтні пробіги автобусів

Автобус	$L_{\text{ТО1}}^H$, км	$L_{\text{ТО2}}^H$, км	k_1	k_3	$L_{\text{ТО1}}$, км	$L_{\text{ТО2}}$, км
Богдан А092	5000	20000	0,8	1,0	4000	16000

2.2 Визначення оптимальної періодичності технічного обслуговування автобусів міського пасажирського маршруту №92

Після введення після введення в АТП регламентованих режимів виконання ТО і ремонту, підприємство може призначати (оптимізувати) власні режими ТО і ремонту автобусів. Така необхідність виникає за рахунок умов в яких будуть експлуатуватися автобусі. До таких умов експлуатації належать: режими роботи автобусів, характер чергування пусків і зупинок, дорожні умови, швидкісні і навантажувальні режими деталей, природо-кліматичні умови тощо.

Метою роботи є оптимізація періодичності технічного обслуговування і ремонту автобусів. При заданих умовах експлуатації і наявних вихідних даних для оптимізації періодичності ТО і ремонту автобусів міського

пасажирського маршруту №92 на ТДВ "Автопарк" можна використати економіко-імовірнісний метод, який детально описаний в 2-му розділі магістерської роботи.

2.2.1 Складання статистичного і варіаційного рядів

Для складання статистичного ряду в наявності є зібрані дані по відмовам автобусів Богдан А092 за період експлуатації між черговими ТО-2. Статистичний ряд розподілу випадкових відмов автобусів наведений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Статистичний ряд розподілу відмов автобусів

Номер відмови	Зафіксовано відмову x_i , тис. км	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
1	4,7	-10,63	112,9969
2	7,5	-7,83	61,3089
3	10,6	-4,73	22,3729
4	11,8	-3,53	12,4609
5	12,5	-2,83	8,0089
6	12,9	-2,43	5,9049
7	13,6	-1,73	2,9929
8	14,1	-1,23	1,5129
9	14,7	-0,63	0,3969
10	14,9	-0,43	0,1849
11	15,1	-0,23	0,0529
12	15,4	0,07	0,0049
13	15,7	0,37	0,1369
14	16,2	0,87	0,7569

Продовження таблиці 2.4

Номер відмови	Зафіксовано відмову x_i , тис. км	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
15	16,5	1,17	1,3689
16	16,9	1,57	2,4649
17	17,1	1,77	3,1329
18	17,4	2,07	4,2849
19	17,9	2,57	6,6049
20	18,5	3,17	10,0489
21	18,9	3,57	12,7449
22	19,3	3,97	15,7609
23	19,7	4,37	19,0969
24	20,6	5,27	27,7729
25	20,8	5,47	29,9209
Всього	383,3	0	362,2945

Знаходимо середнє математичне очікування відмови по формулі:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (2.3)$$

де x_i - зафіксована відмова, тис. км;

n - кількість зафіксованих відмов.

$$\bar{x} = \frac{383,3}{25} = 15,33 \text{ тис. км.}$$

Знаходимо розмах випадкової величини по формулі:

$$Z = x_{max} - x_{min}, \quad (2.4)$$

$$z = 20,8 - 4,7 = 16,1 \text{ тис. км.}$$

Середньоквадратичне відхилення знаходимо за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n - 1}}, \quad (2.5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{362,2945}{24}} = 3,88 \text{ тис. км}$$

2.2.2 Ймовірнісні оцінки випадкової величини (відмов), побудова гістограми і полігону розподілу випадкової величини

Для знаходження ймовірнісних оцінок випадкової величини розбиваємо її розмах z на 7 інтервалів рівних по довжині. Довжину інтервалу знаходимо по формулі:

$$h = \frac{z}{1 + 3,322 \lg n}, \quad (2.6)$$

$$h = \frac{16,1}{1 + 3,322 \cdot \lg 25} = 2,85 \text{ тис. км;}$$

приймаємо $h = 3 \text{ тис. км.}$

Проводимо групування і визначаємо число випадкових величин, які потрапили в усі 7 інтервалів. Статистичний ряд частостей w_i знаходимо розділив частоту загальне число значень. Далі, підраховуємо накопичені частоти, які утворюють статистичний ряд накопичуваних ймовірностей відмови виробу $F(x)$, а протилежні їм значення утворюють статистичний ряд

накопичуваних ймовірностей безвідмовної роботи виробу $R(x)$. Результати групування зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 - Ймовірнісні оцінки випадкових величин

Номер інтервалу	Інтервал Δx , тис. км	Середина інтервалу x_j , тис. км	Число відмов n_j в інтервалі (частота)	Частість (ймовірність) w_i	Накопичувані ймовірності	
					відмови $F(x)$	безвідмовності $R(x)$
1	0-3	1,5	0	0	0	1,0
2	3-6	4,5	1	0,04	0,04	0,96
3	6-9	7,5	1	0,04	0,16	0,84
4	9-12	10,5	2	0,08	0,4	0,6
5	12-15	13,5	6	0,24	0,76	0,24
6	15-18	16,5	9	0,36	0,92	0,08
7	18-21	19,5	6	0,24	1	0
Всього	-	-	25	1,0	-	-

Використовуючи статистичний ряд частостей будуюмо гістограму і полігон випадкових величин (рис. 2.1).

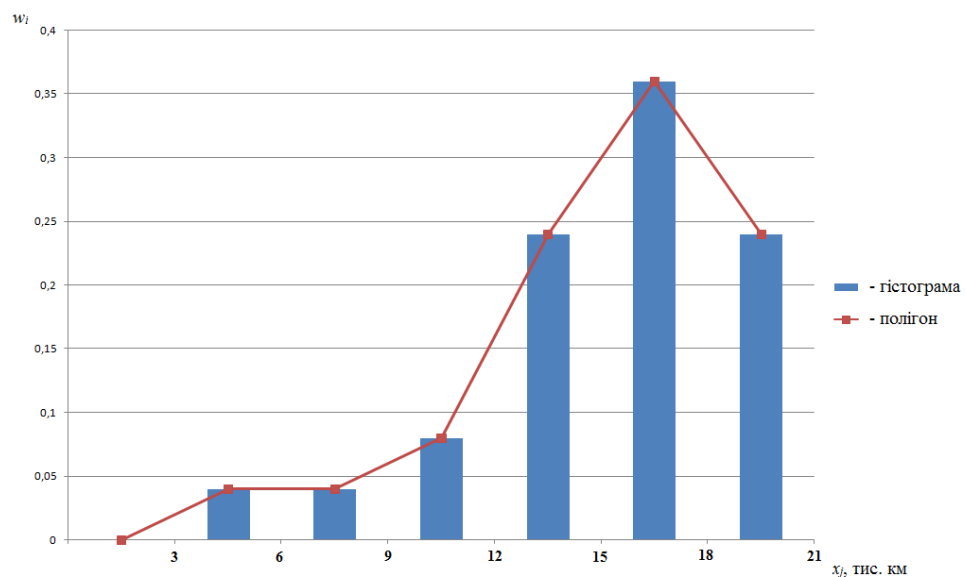


Рисунок 2.1 - Графічне зображення випадкових величин

2.2.3 Розрахунок оптимальної періодичності технічного обслуговування автобусів економіко-ймовірнісним методом

Визначаємо з урахуванням варіації напрацювання на відмову оптимальну періодичність l_0 , при якій сумарні питомі витрати на попередження (ТО) і усунення (Р) відмов будуть мінімальними, а ризик відмови відомий.

Знаходимо напрацювання на відмову x_1 у вигляді щільності ймовірності $f(x)$ при експлуатації виробу без профілактики. При цьому розподіл наробітки на відмову підпорядковується нормальному закону. Тому будуємо графік щільності ймовірності $f(x)$. Для цього спочатку визначимо x_{\max} і x_{\min} як $\bar{x} \pm 3\sigma$, отримаємо $x_{\max} = 15,33 + 10,14 = 25,47$ тис. км, а $x_{\min} = 15,33 - 10,14 = 5,19$ тис. км.

На основі цих даних будуємо графік щільності ймовірності $f(x)$ (рис. 2.2).

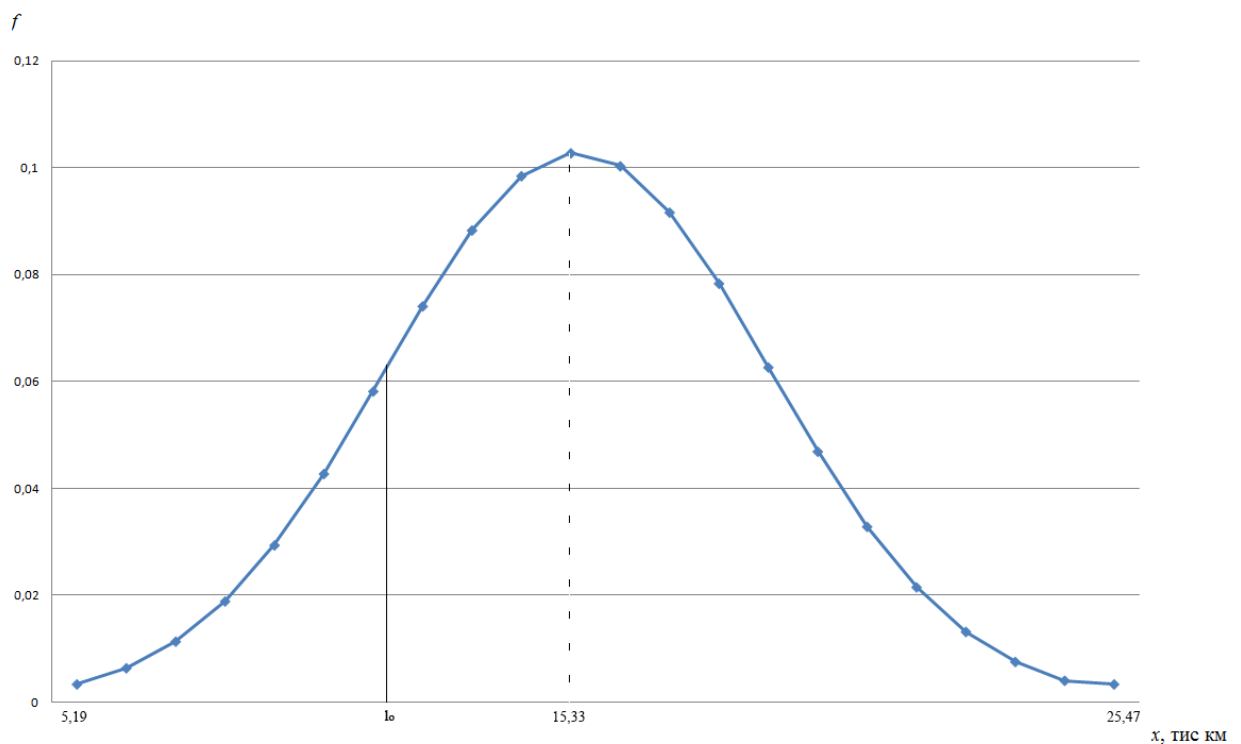


Рисунок 2.2 - Графік щільності ймовірності $f(x)$

Абсцису на графіку розіб'ємо через крок рівним 2 тис. км і визначимо для кожної напрацювання на відмову (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 і 26 тис. км) ймовірність відмови. Для визначення ймовірності відмови будемо використовувати нормовану функцію $\Phi(z) = F(I)$. Для чого визначимо z по формулі:

$$z = \frac{(x - \bar{x})}{\sigma}, \quad (2.7)$$

$$z_1 = \frac{2 - 15,33}{3,88} = -3,3325;$$

$$z_2 = \frac{4 - 15,33}{3,88} = -2,8325;$$

$$z_3 = \frac{6 - 15,33}{3,88} = -2,3325;$$

$$z_4 = \frac{8 - 15,33}{3,88} = -1,8325;$$

$$z_5 = \frac{10 - 15,33}{3,88} = -1,3325;$$

$$z_6 = \frac{12 - 15,33}{3,88} = -0,8325;$$

$$z_7 = \frac{14 - 15,33}{3,88} = -0,3325;$$

$$z_8 = \frac{16 - 15,33}{3,88} = 0,1675;$$

$$z_9 = \frac{18 - 15,33}{3,88} = 0,6675;$$

$$z_{10} = \frac{20 - 15,33}{3,88} = 1,1675;$$

$$z_{11} = \frac{22 - 15,33}{3,88} = 1,6675;$$

$$z_{12} = \frac{24 - 15,33}{3,88} = 2,1675;$$

$$z_{13} = \frac{26 - 15,33}{3,88} = 2,6675.$$

За таблицею 2.6 [6] знаходимо значення $\Phi(z)$ для кожного z . Потім для кожного із знайдених значень $\Phi(z)$ за таблицею 2.7 [6] знаходимо значення ймовірність безвідмовної роботи R .

Таблиця 2.6 - Нормована функція нормального розподілу

z	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,9
$\Phi(z)$	0,500	0,460	0,421	0,382	0,345	0,309	0,274	0,242	0,212	0,184
z	-1,0	-1,1	-1,2	-1,3	-1,4	-1,5	-1,6	-1,7	-1,8	-1,9
$\Phi(z)$	0,159	0,136	0,115	0,097	0,081	0,067	0,055	0,045	0,036	0,029
z	-2,0	-2,1	-2,2	-2,3	-2,4	-2,5	-2,6	-2,7	-2,8	-2,9
$\Phi(z)$	0,023	0,018	0,014	0,011	0,008	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002
z	-3,0	-3,1	-3,2	-3,3	-3,4	-3,5	-3,6	-3,7	-3,8	-3,9
$\Phi(z)$	0,001	0,001	0,0007	0,0005	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001	0	0
z	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$\Phi(z)$	0,500	0,540	0,579	0,618	0,655	0,691	0,726	0,758	0,788	0,816
z	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
$\Phi(z)$	0,841	0,864	0,885	0,903	0,919	0,933	0,945	0,955	0,964	0,971
z	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
$\Phi(z)$	0,977	0,982	0,986	0,989	0,992	0,994	0,995	0,996	0,997	0,998
z	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
$\Phi(z)$	0,998	0,999	0,9993	0,9995	0,9997	0,9998	0,9998	0,9999	0,999	1

Таблиця 2.7 - Значення функції R - ймовірності безвідмовної роботи при експоненціальному закону розподілу

$\Phi(z)$	0,0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
R	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94
$\Phi(z)$	0,07	0,08	0,09	0,1	0,2	0,3	0,4
R	0,93	0,92	0,91	0,905	0,819	0,781	0,670
$\Phi(z)$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
R	0,606	0,549	0,497	0,449	0,407	0,368	0,333
$\Phi(z)$	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
R	0,301	0,273	0,247	0,223	0,202	0,183	0,165
$\Phi(z)$	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
R	0,150	0,135	0,123	0,111	0,100	0,091	0,082
$\Phi(z)$	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,5	4,0
R	0,074	0,067	0,061	0,056	0,050	0,030	0,018
$\Phi(z)$	4,5	5,0	5,5				
R	0,011	0,007	0,004				

На підставі цих розрахунків, приймаючи вартість усунення відмови $c = 6$ тис. грн та разову вартість операції ТО $d = 2$ тис. грн, визначаємо питомі витрати на попередження відмов (на проведення ТО) за формулою (1.19):

$$u_I^1 = \frac{6 \cdot 0,0004 + 2 \cdot 1}{2 \cdot 0,0004 + 2 \cdot 1} = 1 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^2 = \frac{6 \cdot 0,0026 + 2 \cdot 1}{3 \cdot 0,0026 + 4 \cdot 1} = 502,91 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^3 = \frac{6 \cdot 0,01 + 2 \cdot 0,99}{4 \cdot 0,01 + 6 \cdot 0,99} = 341,13 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^4 = \frac{6 \cdot 0,0337 + 2 \cdot 0,9662}{5 \cdot 0,0337 + 8 \cdot 0,9662} = 270,27 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^5 = \frac{6 \cdot 0,0918 + 2 \cdot 0,9091}{6 \cdot 0,0918 + 10 \cdot 0,9091} = 245,7 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^6 = \frac{6 \cdot 0,2029 + 2 \cdot 0,8167}{7 \cdot 0,2029 + 12 \cdot 0,8167} = 254,06 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^7 = \frac{6 \cdot 0,3699 + 2 \cdot 0,6913}{8 \cdot 0,3699 + 14 \cdot 0,6913} = 285,02 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^8 = \frac{6 \cdot 0,5663 + 2 \cdot 0,5682}{9 \cdot 0,5663 + 16 \cdot 0,5682} = 319,58 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^9 = \frac{6 \cdot 0,7476 + 2 \cdot 0,4741}{10 \cdot 0,7476 + 18 \cdot 0,4741} = 339,4 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^{10} = \frac{6 \cdot 0,8781 + 2000 \cdot 0,4146}{11 \cdot 0,8781 + 20 \cdot 0,4146} = 339,28 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^{11} = \frac{6 \cdot 0,9517 + 2 \cdot 0,3867}{12 \cdot 0,9517 + 22 \cdot 0,3867} = 325,35 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^{12} = \frac{6 \cdot 0,9845 + 2 \cdot 0,3796}{13 \cdot 0,9845 + 24 \cdot 0,3796} = 304,26 \text{ тис. грн/км};$$

$$u_I^{13} = \frac{6 \cdot 0,9917 + 2 \cdot 0,3654}{14 \cdot 0,9917 + 26 \cdot 0,3654} = 285,7 \text{ тис. грн/км.}$$

Отримані результати зводимо в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 - Визначення оптимальної періодичності ТО-2 економіко-ймовірнісним методом

Періодичність ТО ($l_{\text{ТО}}$), тис. км	Ймовірність відмови при проведенні ТО з періодичністю $l_{\text{ТО}}$, $\Phi(z)$	Ймовірність безвідмовної роботи, R	Питомі витрати на попередження відмов (на проведення ТО)	
			тис. грн/1000 км	%
1	2	3	4	5
2	0,0004	1	1,00	100
4	0,0026	1	0,503	50
6	0,01	0,99	0,341	34
8	0,03372	0,9662	0,27	27
10	0,0918	0,9091	0,246	25
12	0,2029	0,8167	0,254	25
14	0,3699	0,6913	0,285	29
16	0,5663	0,5682	0,32	32
18	0,7476	0,4741	0,339	34

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4	5
20	0,8781	0,4161	0,339	34
22	0,9517	0,3867	0,325	32
24	0,9845	0,3796	0,304	30
26	0,9917	0,3654	0,286	29

Розрахована оптимальна періодичність реалізовується попереджувальною стратегією, яка передбачає попереджування відмов і пошкоджень, відновлення вихідного або близького до нього стану виробу до того, як досягне граничний стан.

Порівняємо цю стратегію зі стратегією по потребі. Для цього розрахуємо питомі витрати за цією стратегією по формулі (1.17):

$$u_{II} = \frac{6}{15,33} = 0,391 \text{ тис. грн/1000 км.}$$

Порівнюючи знайдені значення видно, що $(u_I)_{min} < u_{II}$, тому краще використовувати попереджувальну стратегію, тобто технічне обслуговування.

2.2.4 Аналіз отриманих результатів

Отримані результати розрахунків дозволяють зробити наступні висновки:

1) Мінімальні питомі витрати $(u_I)_{min} = 0,246$ тис. грн/км відповідають оптимальній періодичності ТО-2 $l_0 = 10$ тис. км;

2) Використання профілактичної стратегії І-1 з оптимальною періодичністю ТО-2 скорочує питомі витрати в порівнянні з ремонтом за потребою в 3,7 рази;

3) Відхилення від оптимальної періодичності скорочує ефективність профілактичної стратегії. Наприклад якщо взяти за оптимальну періодичність ТО $l_0 = \bar{x} = 15,33$ тис. км то витрати зростають в порівнянні з оптимальними в 1,3 рази, і скорочуються в порівнянні з ремонтною стратегією приблизно тільки в 3 рази;

4) При оптимальній періодичності ризик відмови складає 9,1 %. При збільшенні періодичності ризик відмови збільшується в межі до 99 %, а при скороченні - зменшується.

5) За рахунок зменшення періодичності ТО-2 зростає надійність роботи автобусів і зменшується ймовірність відмов. Так як операції по ТО-1 проводяться під час чергового ТО-1, то потреба в ТО-1 знижується за рахунок зменшення періодичності ТО-2. Тому виникає можливість збільшення періодичності ТО-1.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Загальні положення

В магістерській роботі були розраховані оптимальні періодичності до ТО автобусів Богдан А092, які обслуговують міський пасажирський маршрут №92. Розрахунки показали, що оптимальною періодичністю до ТО-1 є $L_{ТО1} = 5000$ км, а до ТО-2 - $L_{ТО2} = 10000$ км. В порівнянні з рекомендованою нормативною періодичністю, яка складає для ТО-1 $L_{ТО1}^H = 4000$ км, і для ТО-2 $L_{ТО2}^H = 16000$ км, в результаті відбувається збільшення періодичності до ТО-1 на 1000 км, а до ТО-2 зменшення на 6000 км. Тому необхідно розрахувати і проаналізувати доцільність проектних рішень.

3.2 Розрахунок витрат на ТО по базовому варіант

Виконуємо розрахунок заробітної плати ремонтних робітників [7], які обслуговують автобуси Богдан А092 на маршруті міського пасажирського транспорту №92, по базовому варіанту.

Кількість щоденних обслуговувань автобусів на рік визначається по формулі:

$$n_{\text{щод}} = N_{\text{рд}} \cdot k_{\text{в}}, \quad (3.1)$$

де $L_{\text{річ}}$ - річний пробіг автобуса, км;

$N_{\text{рд}}$ - кількість робочих днів автобуса на маршруті, дн; приймається $N_{\text{рд}} = 365$ днів;

$k_{\text{в}}$ - коефіцієнт випуску автобуса на лінію; приймається $k_{\text{в}} = 0,9$.

$$n_{\text{цo}}^1 = 365 \cdot 0,9 = 328,5 \text{ днів};$$

приймаємо $n_{\text{цo}}^1 = n_{\text{цo}}^2 = 328 \text{ днів}.$

Кількість технічних обслуговувань і ремонтів автобусів на рік визначається по формулі:

$$n_{\text{TO1,TO2,ПР}} = \frac{L_{\text{річ}}}{L_{\text{TO1,TO2,ПР}}}, \quad (3.2)$$

де $L_{\text{TO1,TO2,ПР}}$ - періодичність відповідно ТО-1, ТО-2 і поточного ремонту, км.

$$n_{\text{TO1}}^1 = \frac{73920}{4000} = 18,48;$$

приймаємо $n_{\text{TO1}}^1 = 18;$

$$n_{\text{TO1}}^2 = \frac{101640}{4000} = 25,41;$$

приймаємо $n_{\text{TO1}}^2 = 25;$

$$n_{\text{TO2}}^1 = \frac{73920}{16000} = 4,62;$$

приймаємо $n_{\text{TO2}}^1 = 4;$

$$n_{\text{TO2}}^2 = \frac{101640}{16000} = 6,35;$$

приймаємо $n_{\text{TO2}}^2 = 6;$

$$n_{\text{ПР}}^1 = \frac{73920}{1000} = 73,92;$$

приймаємо $n_{\text{ПР}}^1 = 73;$

$$n_{\text{ПР}}^2 = \frac{101640}{1000} = 101,64;$$

приймаємо $n_{\text{ПР}}^2 = 101.$

Трудомісткість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту визначається по формулі:

$$T_{\text{об}} = n_{\text{об}} \cdot t_{\text{ТР}}^{\text{H}}, \quad (3.3)$$

де $t_{\text{ТР}}^{\text{H}}$ - питома нормативна трудомісткість, люд-год.

$$T_{\text{ЩО}}^1 = T_{\text{ЩО}}^2 = 328 \cdot 0,8 = 262,4 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО1}}^1 = 18 \cdot 5,8 = 104,4 \text{ люд} - \text{год}; \quad T_{\text{ТО1}}^2 = 25 \cdot 5,8 = 145 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО2}}^1 = 4 \cdot 24 = 96 \text{ люд} - \text{год}; \quad T_{\text{ТО2}}^2 = 6 \cdot 24 = 144 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТР}}^1 = 73 \cdot 6,3 = 452,6 \text{ люд} - \text{год}; \quad T_{\text{ТР}}^2 = 101 \cdot 6,3 = 626,2 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{об}}^{\text{заг1}} = 262,4 + 104,4 + 96 + 452,6 = 915,4 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{об}}^{\text{заг2}} = 262,4 + 145 + 144 + 626,2 = 1177,6 \text{ люд} - \text{год}.$$

Трудомісткість робіт по ТО і ТР на 1 тис. км пробігу розраховується по формулі:

$$T = \frac{T_{\text{об}}^{\text{заг}} \cdot 1000}{L_{\text{річ}}}, \quad (3.4)$$

де $T_{\text{об}}^{\text{заг}}$ - загальна трудомісткість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту, люд-год.

$$T^1 = \frac{915,4 \cdot 1000}{73920} = 12,38 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T^2 = \frac{1177,6 \cdot 1000}{101640} = 11,58 \text{ люд} - \text{год}.$$

Погодинна тарифна ставка ремонтних робітників розраховується за формулою:

$$C_{\text{ч-т}}^{\text{рем}} = C_{\text{ч-т}} \cdot k_p, \quad (3.5)$$

де $C_{\text{ч-т}}$ - погодинна тарифна ставка, грн; приймається $C_{\text{ч-т}} = 19,34$ грн;
 k_p - тарифний коефіцієнт ремонтного робітника; приймається $k_p = 1,489$.

$$C_{\text{ч-т}}^{\text{рем}} = 19,34 \cdot 1,489 = 28,8 \text{ грн.}$$

Погодинна тарифна ставка ремонтних робітників з урахуванням доплат і надбавок розраховується по формулі:

$$C_{\text{ч-т}}^{\text{рем}' } = C_{\text{ч-т}}^{\text{рем}} \cdot (1 + k_1 + k_2 + k_3), \quad (3.6)$$

де k_1, k_2, k_3 - доплати і надбавки відповідно за інтенсивність праці, за високу професійну майстерність, за високі досягнення в праці.

$$C_{\text{ч-т}}^{\text{рем}' } = 28,8 \cdot (1 + 0,12 + 0,12 + 0,5) = 50,11 \text{ грн.}$$

Заробітна плата ремонтного робітника на 1 км пробігу розраховується за формулою:

$$Z_{1\text{км}} = \frac{T \cdot C_{\text{ч-т}}^{\text{рем}' }}{1000}, \quad (3.7)$$

$$Z_{1\text{км}}^1 = \frac{12,38 \cdot 50,11}{1000} = 0,62 \text{ грн/км};$$

$$Z_{1\text{км}}^2 = \frac{11,58 \cdot 50,11}{1000} = 0,58 \text{ грн/км.}$$

Результати розрахунків зводимо в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Розрахунок заробітної плати ремонтних робітників по базовому варіанту

Показник	Значення	
	основний	подовжений
Маршрут		
1. Річний пробіг, км	73920	101640
2. Періодичність видів ТО і ремонту, км		
ТО-1	4000	
ТО-2	16000	
ТР	1000	
3. Нормативи трудомісткості робіт, люд-год		
3.1 ЩО	0,8	
3.2 ТО-1	5,8	
3.3 ТО-2	24	
3.4 ТР	6,2	
4. Кількість обслуговувань на рік		
4.1 ЩО	328	328
4.2 ТО-1	18	25
4.3 ТО-2	4	6
4.4 ТР	73	101
5. Трудомісткість робіт по ТО і ТР, люд-год		
5.1 ЩО	262,4	262,4
5.2 ТО-1	104,4	145
5.3 ТО-2	96	144
5.4 ТР	452,6	626,2
5.5 Всього	915,4	1177,6
6. Трудомісткість робіт по ТО і ТР на 1 тис. км пробігу, люд-год	12,38	11,58
7. Погодинна тарифна ставка ремонтних робітників, грн/год	28,8	

Продовження таблиці 3.1

8. Розміри доплат і надбавок:		
- за інтенсивність праці		12%
- за високу професійну майстерність		12%
- за високі досягнення в праці		50%
9. Погодинна тарифна ставка ремонтних робітників з урахуванням доплат і надбавок, грн/год		50,11
10. Заробітна плата ремонтного робітника на 1 км пробігу, грн/км	0,62	0,58

Виконуємо розрахунок витрат на технічне обслуговування і ремонт [7] автобусів Богдан А092, які працюють на маршруті міського пасажирського транспорту №92, по базовому варіанту.

Витрати на обслуговування і ремонт на 1 км пробігу розраховуємо по формулі:

$$C_{об} = \frac{C_{ТО1} \cdot n_{ТО1} + C_{ТО2} \cdot n_{ТО2} + C_{ПР} \cdot n_{ПР}}{L_{річ}}, \quad (3.8)$$

де $C_{ТО1,ТО2,ПР}$ - затрати на одне обслуговування відповідно ТО-1, ТО-2 та поточного ремонту, грн.

$$C_{ТО1}^1 = \frac{400 \cdot 18 + 4000 \cdot 4 + 360 \cdot 73}{73920} = 0,67 \text{ грн/км};$$

$$C_{ТО1}^1 = \frac{400 \cdot 25 + 4000 \cdot 6 + 360 \cdot 101}{101640} = 0,69 \text{ грн/км}.$$

Результати розрахунків зводимо в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Розрахунок витрат на технічне обслуговування і ремонт автобусів по базовому варіанту

Показник	Значення	
	основний	подовжений
Маршрут		
1. Річний пробіг, км	73920	101640
2. Затрати на одне обслуговування, грн		
ТО-1	400	
ТО-2	4000	
ТР	360	
3. Кількість обслуговувань на рік		
3.1 ТО-1	18	25
3.2 ТО-2	4	6
3.3 ТР	73	101
4. Витрати на обслуговування і ремонт на 1 км пробігу, грн/км	0,67	0,69

Виконуємо розрахунок амортизаційних відрахувань [7] на утримання автобусів Богдан А092, які працюють на маршруті міського пасажирського транспорту №92, по базовому варіанту. Балансова вартість автобусів Богдан А092 складає 595540 грн.

Розрахунок амортизаційних відрахувань на 1 км пробігу виконується по формулі:

$$A_n = \frac{(B_a \cdot \frac{1}{n})}{L_{річ}}, \quad (3.9)$$

де B_a - балансова вартість автобуса, грн;

n - кількість років служби автобуса, років.

Виконуємо розрахунок амортизаційних відрахувань для 5 років служби автобуса по базовому варіанту за формулою (3.9):

$$A_5^1 = \frac{(595540 \cdot \frac{1}{5})}{73920} = 1,61 \text{ грн/км}; \quad A_5^2 = \frac{(595540 \cdot \frac{1}{5})}{101640} = 1,17 \text{ грн/км.}$$

3.3 Розрахунок витрат на ТО по проектному варіанту

Виконуємо розрахунок заробітної плати ремонтних робітників [7], які обслуговують автобуси Богдан А092 на маршруті міського пасажирського транспорту №92, по проектному варіанту.

Розраховуємо кількість щоденних обслуговувань автобусів на рік для проектного варіанту по формулі (3.1):

$$n_{\text{щод}}^1 = 365 \cdot 0,9 = 328,5 \text{ днів};$$

приймаємо $n_{\text{щод}}^1 = n_{\text{щод}}^2 = 328 \text{ днів.}$

Розраховуємо кількість технічних обслуговувань і ремонтів автобусів на рік для проектного варіанту по формулі (3.2):

$$n_{\text{ТО1}}^1 = \frac{73920}{5000} = 14,78;$$

приймаємо $n_{\text{ТО1}}^1 = 14;$

$$n_{\text{ТО1}}^2 = \frac{101640}{5000} = 20,32;$$

приймаємо $n_{\text{ТО1}}^2 = 20;$

$$n_{\text{ТО2}}^1 = \frac{73920}{10000} = 7,39;$$

приймаємо $n_{\text{ТО2}}^1 = 7;$

$$n_{\text{ТО2}}^2 = \frac{101640}{10000} = 10,16;$$

приймаємо $n_{\text{ТО2}}^2 = 10;$

$$n_{\text{ПР}}^1 = \frac{73920}{1000} = 73,92;$$

приймаємо $n_{\text{ПР}}^1 = 73$;

$$n_{\text{ПР}}^2 = \frac{101640}{1000} = 101,64;$$

приймаємо $n_{\text{ПР}}^2 = 101$.

Визначаємо трудомісткість робіт по технічному обслуговуванню і ремонту для проектного варіанту по формулі (3.3):

$$T_{\text{ЦО}}^1 = T_{\text{ЦО}}^2 = 328 \cdot 0,8 = 262,4 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО1}}^1 = 14 \cdot 5,8 = 81,2 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО1}}^2 = 20 \cdot 5,8 = 116 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО2}}^1 = 7 \cdot 24 = 168 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО2}}^2 = 10 \cdot 24 = 240 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ПР}}^1 = 73 \cdot 6,3 = 452,6 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{ПР}}^2 = 101 \cdot 6,3 = 626,2 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{об}}^{\text{зар}1} = 262,4 + 81,2 + 168 + 452,6 = 964,2 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T_{\text{об}}^{\text{зар}2} = 262,4 + 116 + 240 + 626,2 = 1244,6 \text{ люд} - \text{год}.$$

Визначаємо трудомісткість робіт по ТО і ТР на 1 тис. км пробігу для проектного варіанту по формулі (3.4):

$$T^1 = \frac{964,2 \cdot 1000}{73920} = 13,04 \text{ люд} - \text{год};$$

$$T^2 = \frac{1244,6 \cdot 1000}{101640} = 12,24 \text{ люд} - \text{год}.$$

Розраховуємо заробітну плату ремонтного робітника на 1 км пробігу для проектного варіанту по формулі (3.7):

$$z_{1\text{км}}^1 = \frac{13,04 \cdot 50,11}{1000} = 0,65 \text{ грн/км};$$

$$z_{1\text{км}}^2 = \frac{12,24 \cdot 50,11}{1000} = 0,61 \text{ грн/км}.$$

Таблиця 3.3 - Розрахунок заробітної плати ремонтних робітників по проектному варіанту

Показник	Значення	
	основний	подовжений
Маршрут		
1. Річний пробіг, км	73920	101640
2. Періодичність видів ТО і ремонту, км		
ТО-1	5000	
ТО-2	10000	
ТР	1000	
3. Нормативи трудомісткості робіт, люд-год		
3.1 ЩО	0,8	
3.2 ТО-1	5,8	
3.3 ТО-2	24	
3.4 ТР	6,2	
4. Кількість обслуговувань в рік		
4.1 ЩО	330	330
4.2 ТО-1	14	20
4.3 ТО-2	7	10
4.4 ТР	73	101
5. Трудомісткість робіт по ТО і ТР, люд-год		
5.1 ЩО	262,4	262,4
5.2 ТО-1	81,2	116
5.3 ТО-2	168	240
5.4 ТР	452,6	626,2
5.5 Всього	965,8	1246,2

Продовження таблиці 3.3

6. Трудомісткість робіт по ТО і ТР на 1 тис. км пробігу, люд-год	13,06	12,26
7. Погодинна тарифна ставка ремонтних робітників, грн/год	28,8	
8. Розміри доплат і надбавок:		
- за інтенсивність праці	12%	
- за високу професійну майстерність	12%	
- за високі досягнення в праці	50%	
9. Погодинна тарифна ставка ремонтних робітників з урахуванням доплат і надбавок, грн/год	50,11	
10. Заробітна плата ремонтного робітника на 1 км пробігу, грн/км	0,65	0,61

Виконуємо розрахунок витрат на технічне обслуговування і ремонт [7] автобусів Богдан А092, які працюють на маршруті міського пасажирського транспорту №92, по проектному варіанту.

Розраховуємо витрати на обслуговування і ремонт на 1 км пробігу по проектному варіанту за формулою (4.8):

$$C_{\text{ТО1}}^1 = \frac{400 \cdot 18 + 4000 \cdot 4 + 360 \cdot 73}{73920} = 0,67 \text{ грн/км};$$

$$C_{\text{ТО1}}^1 = \frac{400 \cdot 25 + 4000 \cdot 6 + 360 \cdot 101}{101640} = 0,69 \text{ грн/км.}$$

Результати розрахунків зводимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Розрахунок витрат на технічне обслуговування і ремонт автобусів по проектному варіанту

Показник	Значення	
	основний	подовжений
Маршрут		
1. Річний пробіг, км	73920	101640
2. Затрати на одне обслуговування, грн		
ТО-1	400	
ТО-2	4000	
ТР	360	
3. Кількість обслуговувань в рік		
3.1 ТО-1	14	20
3.2 ТО-2	7	10
3.3 ТР	73	101
4. Витрати на обслуговування і ремонт на 1 км пробігу, грн/км	0,81	0,83

Так як, за рахунок зменшення періодичності ТО-2, виконується більше обслуговувань, то такий режим роботи автобусів збільшує строк їх експлуатації. Тому виконуємо розрахунок амортизаційних відрахувань для 7 років служби автобуса по проектному варіанту за формулою (3.9):

$$A_7^1 = \frac{(595540 \cdot \frac{1}{7})}{73920} = 1,15 \text{ грн/км}; \quad A_7^1 = \frac{(595540 \cdot \frac{1}{7})}{101640} = 0,83 \text{ грн/км.}$$

3.4 Обґрунтування економії проектних рішень

На підставі розрахованих вище витрат на обслуговування автобусів Богдан А092, які працюють на маршруті міського пасажирського транспорту

№92, виконуємо розрахунок витрат на 1 км пробігу. Результати розрахунків зводимо в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 - Витрати на технічне обслуговування 1 км пробігу

Показник	Значення			
	Базовий варіант		Проектний варіант	
Маршрут	основний	подовжений	основний	подовжений
1. Заробітна плата ремонтних робітників, грн/км	0,62	0,58	0,65	0,61
2. Витрати на ТО і ремонт, грн/км	0,67	0,69	0,81	0,83
3. Амортизаційні відрахування, грн/км	1,61	1,17	1,15	0,83
4. Всього на 1 км пробігу, грн/км	2,9	2,44	2,61	2,27

Річні витрати на технічне обслуговування розраховуються по формулі:

$$Z_{\text{екс}} = C_{1\text{км}} \cdot L_{\text{річ}} \cdot N_{\text{авт}}, \quad (3.10)$$

де $C_{1\text{км}}$ - сума витрат і відрахувань на 1 км пробігу, грн/км;

$N_{\text{авт}}$ - кількість автобусів, які обслуговують маршрут.

Розраховуємо річні витрати на технічне обслуговування по базовому варіанту за формулою (3.10):

$$Z_{\text{екс}}^1 = 2,9 \cdot 73920 \cdot 7 = 1500576 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{екс}}^2 = 2,44 \cdot 101640 \cdot 5 = 1240008 \text{ грн};$$

$$\sum Z_{\text{екс}}^i = 1500576 + 1240008 = 2740584 \text{ грн.}$$

Розраховуємо річні на технічне обслуговування витрати по проектному варіанту за формулою (3.10):

$$Z_{\text{екс}}^{1''} = 2,61 \cdot 73920 \cdot 7 = 1350518,4 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{екс}}^{2''} = 2,27 \cdot 101640 \cdot 5 = 1153614 \text{ грн.}$$

$$\sum Z_{\text{екс}}'' = 1350518,4 + 1153614 = 2504132,4 \text{ грн.}$$

Річна економія знаходиться шляхом віднімання річних експлуатаційних витрат по базовому варіанту від річних експлуатаційних витрат по проектному варіанту:

$$E = 2740584 - 2504132,4 = 236451,6 \text{ грн.}$$

Таким чином в економічному розділі було з'ясовано, що за рахунок зниження періодичності ТО-2 з 16000 км по базовому варіанту до 10000 км по проектному варіанту і збільшення періодичності ТО-1 з 4000 км по базовому варіанту до 5000 км по проектному варіанту, зростають витрати на заробітну плату ремонтних робітників та витрати на технічне обслуговування і ремонт автобусів. Але за рахунок частішого проведення ТО-2 зменшується кількість поломок деталей, вузлів і агрегатів автобусів, в наслідок чого зростає тривалість експлуатації їх на маршруті. Амортизаційні відрахування, за рахунок довшої служби автобусів, в перспективі компенсують затрати на заробітну плату ремонтних робітників і витрати на технічне обслуговування і ремонт автобусів. Річна економія складе 236451,6 грн.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі розглядаються засоби з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях для теми магістерської роботи "Оптимізація періодичності технічного обслуговування автобусів ТДВ "Автопарк". Для виконання магістерської роботи збір даних виконувався в аналітичному відділі підприємства ТДВ "Автопарк". Тому розробка заходів виконується для цього відділу, а саме охорона праці при роботі з електронно-обчислювальними машинами.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

1. Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, або замикання може статися внаслідок несправності електрообладнання, використання приладів з пошкодженою ізоляцією, невиконання правил техніки безпеки при користуванні електричним обладнанням, використання не надійних джерел струму (розеток) - всі ці фактори можуть бути причиною пожежі, або ураження людини електричним струмом.

2. Підвищення статичної фізичної напруженості. Під час роботи за комп'ютером людина перебуває в положенні сидячи, яке призводить до перенапруження м'язів спини і ніг, та великої статичної напруженості на опорно-руховий апарат. Основною причиною перенапруження м'язів спини і ніг є нераціональна поза при сидінні, малорухомість, недотримання вимог ергономіки при організації робочого місця. Підвищення статичної фізичної напруженості призводить запальних процесів тканин сухожиль, виникають біль і неприємні відчуття в нижній частині спини та захворювання шийного відділу хребта.

3. Механічне травмування внаслідок порушень правил і норм з охорони праці: незадовільна організація робочого місця пов'язана з недостатнім врахуванням вимог ергономіки, зокрема з нераціональним розташуванням обладнання та захарашченості робочої зони. Внаслідок чого людина може отримати механічні ураження.

4. Нервово-емоційні перевантаження та монотонність трудового процесу виникає внаслідок не дотримання правил відпочинку від роботи і завантаженості роботою. Нервово-емоційні перевантаження та монотонність трудового процесу веде до зниження концентрації уваги і працездатності, дратівливості, помилок при введенні даних в комп'ютер.

5. Недостатнє штучне освітлення виникає при не правильній його організації і виборі освітлювальних елементів. При недостатньому штучному освітленні робочої зони може виникнути стомлення очей, зниження працездатності, головного болю, а також призвести до патологічного погіршення зору людини.

6. Підвищений рівень шуму джерелами якого є друкуючі пристрої і установки кондиціонування негативно впливає на організм людини, і призводить до зниження концентрації уваги та роздратованості.

7. Іонізація повітря. Внаслідок випромінювання від моніторів відбувається вибивання електронів з молекул повітря і перетворення їх в іони. Іони в повітрі негативно впливають на роботу легень і дихальних шляхів, функціонування імунної системи, сприяють розвитку підвищеної втоми і нестачі енергії, головної болі, напруженості, занепокоєння і дратівливості.

8. Електромагнітні випромінювання, створювані системним блоком і монітором, можуть визвати дратівливість, порушення сну, емоційну нестійкість, стомлюваність.

9. Підвищена або знижена температура повітря робочої зони. Підвищена температура виникає в результаті одночасної роботи обчислювальної техніки і світильників місцевого освітлення, які значну

частину споживаної електроенергії перетворюють в теплову, а знижена - значного зниження температури навколишнього середовища при недостатньому обігріву приміщення. Вплив підвищеної температури на організм людини призводить до зайвих витрат енергії на нормалізацію теплового балансу, наслідком чого є відчуття дискомфорту і зниження працездатності. Вплив низьких температур, в холодний період року, може викликати застудні захворювання.

10. Небезпека, яка потребує укриття людей в спорудах цивільного захисту, може виникнути внаслідок: застосування засобів масових уражень; виникнення небезпеки радіаційного, хімічного та біологічного ураження; катастрофічного затоплення та інших надзвичайних ситуацій. Ці фактори можуть привести до травмування, ураження радіацією, або смерті людини.

4.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

1. Для забезпечення електробезпеки передбачається проведення навчання з правил електробезпеки знань та атестація персоналу на другу або вищу групу з електробезпеки, згідно НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірка знань з питань охорони праці».

Як технічні заходи для забезпечення електробезпеки [8] передбачені використання захисного заземлення та занулення згідно НПАОП 40.1-1.01-97 "Правила безпечної експлуатації електроустановок". Згідно НПАОП 0.00-1.28-10 "Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин" заземлення конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця операторів (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), мають бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками з метою недопущення потрапляння працівника під напругу.

2. При виконанні вимог ДСанПІН 3.3.2.007-98 "Гігієнічні вимоги до організації роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин" щодо організації і обладнання робочих місць з ВДТ ЕОМ і ПЕОМ обладнання і організація робочого місця мають забезпечувати відповідність конструкції всіх елементів робочого місця та їх взаємного, розташування ергономічним вимогам з урахуванням характеру і особливостей трудової діяльності (ДСТУ EN 563-2001 "Безпечність машин. Ергономічні дані"). А саме: конструкція робочого місця користувача ЕОМ і ПЕОМ з ВДТ має забезпечити підтримання оптимальної робочої пози; конструкція робочого столу має відповідати сучасним вимогам ергономіки і забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (дисплея, клавіатури, принтера) і документів; висота робочої поверхні робочого столу з ВДТ має регулюватися в межах 680...800 мм; робочий стіл повинен мати простір для ніг заввишки не менше ніж 600 мм, завширшки не менше ніж 500 мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450 мм; робочий стілець має бути підйомно-поворотним, регульованим за висотою, поверхня сидіння має бути плоскою, передній край - заокругленим; для зниження статичного напруження м'язів верхніх кінцівок слід використовувати стаціонарні або змінні підлокітники; робоче місце має бути обладнане підставкою для ніг; екран ВДТ має розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600...700 мм.

Площа на одне робоче місто користувачів ПЕОМ з ВДТ на базі електронно-променевої трубки (ЕПТ) повинна складати не менше 6,0 м², а об'єм не менше ніж 20,0 м³. Площа приміщення складає 46 м². Схема приміщення для роботи з ЕОМ наведена на рис. 4.1, де:

- 1 - стіл під комп'ютер;
- 2 - стілець;
- 3 - комп'ютер;
- 4 - принтер;
- 5 - стіл для зберігання документів;

- 6 - шафа;
- 7 - вогнегасник;
- 8 - аптечка;
- 9 - вікно;
- 10 - двері.

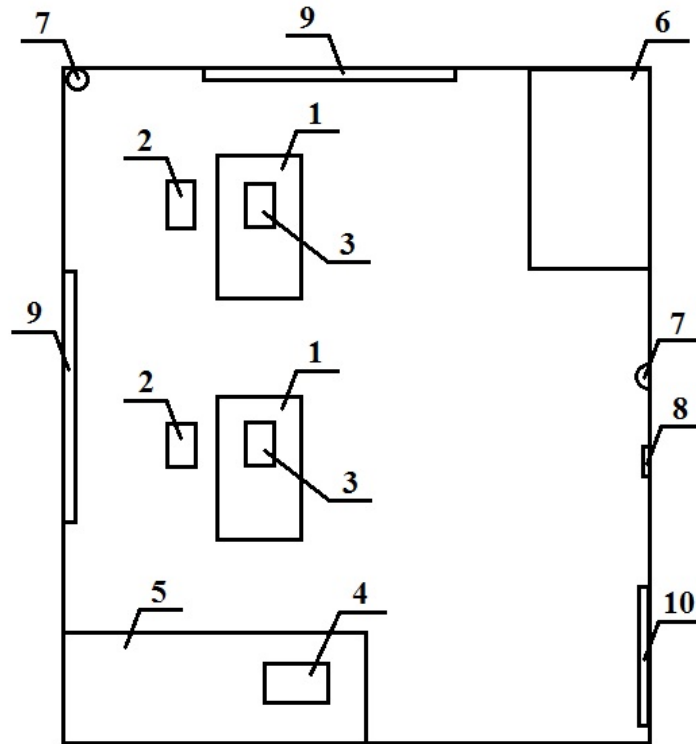


Рисунок 4.1 - Схема приміщення для роботи з ЕОМ

3. Для зняття напруженості праці згідно ГН 3.3.5-8-6.6.1 2002 "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу", Правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства та Кодексу законів про працю України для користувачів ЕОМ і ПЕОМ з ВДТ встановлюються такі внутрішньозмінні режими праці та відпочинку при 8-годинній денній робочій зміні в залежності від характеру праці:

- для розробників програм із застосуванням ЕОМ, слід призначати регламентовану перерву для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожен годину роботи за ВДТ;

- для операторів із застосування ЕОМ, слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожні дві години;

- для операторів комп'ютерного набору слід призначати регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 10 хвилин після кожною години роботи за ВДТ.

При 12-годинній робочій зміні регламентовані перерви повинні встановлюватися в перші 8 годин роботи аналогічно перервам при 8-годинній робочій зміні, а протягом останніх 4-х годин роботи, незалежно від характеру трудової діяльності, через кожен годину тривалістю 15 хвилин.

Згідно ДБН В.2.2-28:2010 "Будинки адміністративного і побутового призначення" при приміщеннях з ВДТ мають бути обладнані побутові приміщення для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження, а також місця для занять фізичною культурою.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

1. Приміщення для роботи з ВДТ повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 "Природне і штучне освітлення". Штучне освітлення в приміщеннях з робочими місцями, обладнаними ВДТ ЕОМ та ПЕОМ, має здійснюватись системою загального рівномірного освітлення [9]. У виробничих та адміністративно-громадських приміщеннях, у разі переважної роботи з документами, допускається застосування системи комбінованого освітлення (крім системи загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення).

За ДБН В.2.5-28-2006 робота з ВДТ ЕОМ та ПЕОМ належить до III-VI розрядів зорової роботи з найменшим або еквівалентний розміром об'єкта розрізнення до 5 мм. Тому освітленість на поверхні робочого столу в зоні розміщення документів має становити мінімум 250-300 лк. Допускається використовувати місцеве освітлення. При цьому світильники місцевого

освітлення слід встановлювати таким чином, щоб не створювати бліків на поверхні екрана, а освітленість екрана має не перевищувати 300 лк.

Згідно з ДСанПІН 3.3.2.007-98 для загального освітлення слід застосовувати світильники серії ЛПО із дзеркальними ґратами, укомплектовані високочастотними пускорегулювальними апаратами (ВЧ ПРА). Як джерела світла в разі штучного освітлення мають застосовуватись переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ. Система загального освітлення має становити суцільні або преривчасті лінії світильників, розташовані збоку від робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.

2. Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях, обладнаних ВДТ ЕОМ і ПЕОМ, мають відповідати вимогам ДСН 3.3.6.037-99 "Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку".

Для дотримання норм рівня шуму згідно ДСанПІН 3.3.2.007-98 устаткування, що становить джерело шуму (АЦП, принтери тощо), слід розташовувати поза приміщенням роботи.

3. Нормовані параметри іонного складу повітря мають відповідати вимогам СанПиН 2.2.4.1294-03 "Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений".

Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі приміщень з ВДТ мають відповідати санітарно-гігієнічним нормам СанПиН 2.2.4.1294-03, які зазначені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Рівні іонізації повітря приміщень при роботі на ЕОМ

Рівні	Число іонів в 1 см куб. повітря	
	n+	n-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимі	50000	50000

Для підтримання допустимого рівня числа іонів в повітрі рекомендується штучна іонізація, яка здійснюється спеціальними пристроями - іонізаторами. Іонізатори забезпечують в обмеженому обсязі повітряного середовища задану концентрацію іонів певної полярності.

4. Значення напруженості електромагнітних полів на робочих місцях з ВДТ мають відповідати нормативним значенням ДСанПіН 3.3.6-096-2002 "Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів".

Згідно з ДСанПіН 3.3.6-096-2002 для забезпечення захисту оператора та досягнення нормованих рівнів випромінювань ЕОМ з ВДТ і ПП рекомендовано застосування екранних фільтрів, локальних світлофільтрів (засоби індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, які пройшли випробування в акредитованих лабораторіях та отримали позитивний висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи.

5. Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 "Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень" робота з ВДТ належить до категорії робіт 1а (роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження, при яких витрати енергії складають до 139 Вт), тому на робочих місцях з ВДТ мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря, які наведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Норми мікроклімату для приміщень з ВДТ ЕОМ та ПЕМ

Пора року	Температура повітря, град. С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	22-24	40-60	0,1
Тепла	23-25	40-60	0,1

Для забезпечення оптимального рівня параметрів повітряного середовища робочої зони приміщення для роботи з ВДТ мають бути

обладнані системами водяного опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжною вентиляцією відповідно до СНиП 2.04.05-91*У "Отопление, вентиляция и кондиционирование".

4.4 Заходи з пожежної безпеки

Згідно НАПБ Б.03.002-2007 "Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности" приміщення для роботи з ЕОМ відноситься до категорії В (пожежонебезпечне). Для забезпечення належного захисту від пожежної небезпеки згідно НПАОП 0.00-1.28-10 "Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин" приміщення повинні бути обладнані димовими пожежними сповіщувачами та засобами пожежогасіння (пересувними або переносними вуглекислотними вогнегасниками ВВК-1,4 або ВВК-2). Згідно НАПБ Б. 03.001-2004 "Типові норми належності вогнегасників" кількість вогнегасників для приміщення категорії В з площею 46 м² складає 2, тому що пожежі, які можуть статися в приміщеннях для роботи з ЕОМ, відносяться до класу Е (горіння електроустановок, які знаходяться під напругою електричного струму).

Якщо при роботі з комп'ютером сталася пожежа перш за все треба вимкнути електропостачання. При не великих осередках спалаху треба загасити вогонь за допомогою вогнегасника (гасити водою електропроводку забороняється). Якщо пожежу не має можливості самостійно загасити треба закрити вікна (якщо є така можливість) і вийти з кімнати закриваючи щільно двері, при першій можливості викликати пожежну охорону набравши номер "101". Далі повідомити людей про пожежу шляхом вмикання пожежної сигналізації. Використовуючи розроблені плани евакуації вийти на вулицю і чекати пожежну охорону.

4.5 Заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях

Укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту

Згідно статті 32 Кодексу цивільного захисту України для захисту людей від деяких факторів небезпеки (вражаючих факторів ядерної, хімічної, бактеріологічної, звичайної зброї; виникнення небезпеки радіаційного ураження; деяких стихійних лих (ураганів, снігових заметів, затоплень) та інших надзвичайних ситуацій), використовуються споруди подвійного призначення та найпростіші укриття.

Споруда подвійного призначення - це наземна або підземна споруда, що може бути використана за основним функціональним призначенням і для захисту населення.

Найпростіше укриття - це фортифікаційна споруда, цокольне або підвальне приміщення, що знижує комбіноване ураження людей від небезпечних наслідків надзвичайних ситуацій, а також від дії засобів ураження в особливий період.

До захисних споруд цивільного захисту належать:

- сховище - герметична споруда для захисту людей, в якій протягом певного часу створюються умови, що виключають вплив на них небезпечних факторів, які виникають внаслідок надзвичайної ситуації, воєнних (бойових) дій та терористичних актів;

- протирадіаційне укриття - негерметична споруда для захисту людей, в якій створюються умови, що виключають вплив на них іонізуючого опромінення у разі радіоактивного забруднення місцевості;

- швидкоспоруджувана захисна споруда цивільного захисту - захисна споруда, що зводиться із спеціальних конструкцій за короткий час для захисту людей від дії засобів ураження в особливий період.

Проектування, будівництво, пристосування і розміщення захисних споруд та об'єктів подвійного призначення здійснюються згідно з нормами, які розробляються відповідно до Закону України "Про будівельні норми".

Утримання захисних споруд цивільного захисту у готовності до використання за призначенням здійснюється суб'єктами господарювання, на балансі яких вони перебувають (у тому числі споруд, що не увійшли до їх статутних капіталів у процесі приватизації (корпоратизації), за рахунок власних коштів.

Контроль за готовністю захисних споруд цивільного захисту до використання за призначенням забезпечує центральний орган виконавчої влади, який здійснює державний нагляд у сферах техногенної та пожежної безпеки, спільно з відповідними органами та підрозділами цивільного захисту, місцевими державними адміністраціями.

Захисні споруди цивільного захисту можуть використовуватися у мирний час для господарських, культурних і побутових потреб згідно Порядку використання у мирний час захисних споруд цивільного захисту для господарських, культурних і побутових потреб, що визначається Кабінетом Міністрів України.

З моменту виключення захисної споруди із фонду споруд цивільного захисту вона втрачає статус захисної споруди цивільного захисту. Володіння, користування та розпорядження спорудами, які втратили статус захисних споруд цивільного захисту, здійснюється відповідно до закону.

4.6 Висновки до розділу охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

В розділі охорона праці та безпека життєдіяльності при роботі з електронно-обчислювальною технікою був зроблений аналіз потенційних небезпек, розроблені заходи по забезпеченню техніки безпеки, заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці, заходи з пожежної безпеки та заходи безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

При експлуатації транспортних засобів, для забезпечення високої надійності, важливим елементом є виконання технічного обслуговування і ремонту. Від якості виконання ТО і ремонту залежить на скільки відсотків використовуються ресурси транспортних засобів.

При скороченні періодичності ТО забезпечується зростання безпечної роботи механізму і одночасно збільшуються витрати на профілактичні роботи, тому що кількість впливів за певний період зростає. Збільшення періодичності ТО скорочує витрати на профілактичні роботи, однак ризик появи відмови також збільшується і пов'язані з ним витрати (ДТП, порушення транспортного процесу, компенсація збитку, простої в ремонті і ін.). Тому при підтримці працездатного стану транспортного засобу визначення раціональної періодичності ТО є найважливішим завданням.

В магістерській роботі були виконані розрахунки по оптимізації періодичності ТО і ремонту автобусів міського пасажирського маршруту №92, який належить до автотранспортного підприємства ТДВ "Автопарк". Розрахунки показали, що оптимальною періодичністю для автобусів працюючих в заданих умовах (природно-кліматичні умови, вулиці з великою кількістю перетинань, зупинки на світлофорах, ухили, інтенсивність руху і т.д.) є $L_{\text{ТО-2(опт)}} = 10000$ км, що на 6000 км. менше ніж рекомендована Положенням періодичність $L_{\text{ТО-2}} = 16000$ км. Під час проходження практики з'ясовано, що саме таку періодичність для автобусів даного маршруту ТО-2 використовує підприємство.

Розрахунки економічної частини роботи показали, що таке зменшення не суттєво впливає на витрати пов'язані з ТО і ремонтом автобусів, а навпаки за рахунок підвищення надійності зменшується кількість відмов і, як наслідок, витрати на ремонт зменшуються, а строки експлуатації автобусів - збільшуються, що теж позитивно впливає на економічну складову.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛІНЬ

1. Семенов Н. В. Техническое обслуживание и ремонт автобусов : пос. для автотрансп. тех. / Н. В. Семенов. – Москва : Транспорт, 1987. – 256 с.
2. Кузнецов Е. С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. / Е. С. Кузнецов. – [2-е изд.]. – Москва : Транспорт, 1990. – 272 с.
3. Кузнецов Е. С. Техническая эксплуатация автомобилей : учеб. для вузов / [Е. С. Кузнецов, В. П. Воронов, А. П. Болдин и др.] ; под ред. Е. С. Кузнецова. – [3-е изд.]. – Москва : Транспорт, 1991. – 413 с.
4. Про затвердження Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту : наказ Міністерства транспорту України від 30 березня 1998 р. № 102 // Офіційний вісник України. – 1998. – № 18 – Ст. 659
5. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания : учеб. для вузов. / Г. М. Неполюский. – [2-е изд.]. – Москва : Транспорт, 1993. – 271 с.
6. Хасанов Р. Х. Основы технической эксплуатации автомобилей : учеб. пособ. / Р. Х. Хасанов. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2003. – 193 с.
7. Методичні вказівки до економічної частини дипломного проекту для студентів денної і заочної форми навчання спеціальностей 7.07010102 «Організація перевезень і управління на транспорті» / Укл. доц., к.т.н. Кузькін О.Ф., ст. викл. Харченко Т.В., ст. викл. Васильєва Л.О., ст. викл. Лебідь Г.О. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. – 34 с.
8. Про затвердження Правил безпечної експлуатації електроустановок : наказ Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 06 жовтня 1997 р. № 257 // Офіційний вісник України. – 1998. – № 3 – Ст. 118
9. ДБН В.2.5-28-2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 12 с.