

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА  
ТА АРХІТЕКТУРИ**

*Факультет інформаційних технологій та механічної інженерії*

(повне найменування інституту, факультету)

*Кафедра експлуатації та ремонту машин*

(повна назва кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

*на тему Методика застосування статистичних методів управління  
технологічними процесами технічного обслуговування автомобілів*

Виконав: здобувач вищої освіти

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми

ОПП «Автомобільний транспорт»

(вид та назва освітньої програми)

групи АТ-19мп

Валентин КРИВЕНКО

(ім'я та прізвище здобувача)

Керівник Ольга САКНО

(ім'я та прізвище)

Рецензент \_\_\_\_\_

(ім'я та прізвище)

Оцінка захисту кваліфікаційної роботи

(сума балів, оцінка ECTS, оцінка за національною шкалою,)

Секретар ЕК \_\_\_\_\_ / Віталій БОГОМОЛОВ /

(підпис)

(ім'я та прізвище секретаря ЕК)

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА  
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Інститут, факультет інформаційних технологій та механічної інженерії  
 Кафедра експлуатації та ремонту машин  
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)  
 Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»  
 (шифр та назва)  
 Освітня програма ОПП «Автомобільний транспорт»  
 (вид та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
к.т.н. Олександр ЛИХОДІЙ  
 « 28 » вересня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я  
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Валентину КРИВЕНКО  
 (ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Методика застосування статистичних методів управління технологічними процесами технічного обслуговування автомобілів

керівник роботи Ольга САКНО, к.т.н., доцент  
 (ім'я та прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора від « 28 » вересня 2020 року № 438-кв

2. Строк подання роботи до захисту « 08 » грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Статистичні методи управління технологічними процесами, Statistical Process Control (SPC), контрольні карти Шухарта, статистичні дані взаємозв'язку між технічним станом та витратою палива

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Застосування статистичних методів управління якістю технологічних процесів. 2. Формування вихідних даних для управління технологічними процесами технічного обслуговування автомобілів. 3. Дослідження взаємозв'язку між технічним станом та витратою палива автомобілів. 4. Загальні рекомендації та пропозиції. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.



## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему «*Методика застосування статистичних методів управління технологічними процесами технічного обслуговування автомобілів*» складається із 69 аркуша формату А4, на яких містяться 3-ри розділи, 5 таблиць, 22 рисунка, 27 джерел інформації.

Об'єктом дослідження є система технічної експлуатації автомобілів.

Предметом дослідження є вплив технічної експлуатації автомобілів на зміну їх технічного стану.

Мета дослідження – підвищити ефективність системи технічної експлуатації автомобілів за рахунок реалізації статистичних методів управління технологічними процесами технічного обслуговування автомобілів.

Методи дослідження: передбачали математичне моделювання при підвищенні ефективності систему технічної експлуатації автомобілів за допомогою карт Шухарта.

Наукова новизна складається в інженерному підході до підвищенні ефективності систему технічної експлуатації автомобілів за допомогою карт Шухарта.

Практичне значення одержаних результатів. Визначено аналітичне дослідження взаємозв'язку між технічним станом та витратою палива автомобілів. Матеріали магістерської роботи впроваджено в ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро) при проведенні лекційній та практичних робіт з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів».

АВТОМОБІЛЬ, СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ, КАРТА ШУХАРТА,  
ТЕХНІЧНИЙ СТАН, ВИТРАТИ ПАЛИВА, ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ

## ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	6
1. ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	9
1.1. Статистичні методи управління якістю технологічними процесами. ....	8
1.2. Поняття статистичного управління процесами (SPC).....	14
1.3. Метод контрольних карт Шухарта.....	16
1.4. Метод Парето.....	28
Висновки за розділом 1.....	32
2. ФОРМУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ.....	33
2.1. Етапи застосування статистичних методів управління якістю управління процесом ТО автомобілів .....	33
2.2. Аналітичне дослідження взаємозв'язку між технічним станом та витратою палива автомобілів .....	35
Висновки за розділом 2.....	40
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ТА ВИТРАТОЮ ПАЛИВА АВТОМОБІЛІВ.....	41
3.1. Результати розрахунків на математичній моделі.....	41
3.2. Визначення базової лінійної витрати палива та її подальше коригування.....	42
3.3. Виявлення несправностей за допомогою карт Шухарта.....	44
Висновки за розділом 3.....	49
4. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	50
4.1. Рекомендації щодо впровадження методики карти Шухарта .....	50
4.2. Рекомендації щодо підвищення рівня управління якістю технологічних процесів .....	53
Висновки за розділом 4.....	56
ВИСНОВКИ.....	57

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	58
Додаток А. Регламентні роботи ТО автомобіля.....	61
Додаток Б. Загальні рекомендації щодо економії витрати палива на автомобілі в процесі експлуатації .....	
Додаток В. Апробація результатів магістерської роботи .....	
ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА .....	

## ВСТУП

**Актуальність.** У відповідності зі стандартами ISO серії 9000 в даний час статистичні методи (СМ) розглядаються як високо ефективні інструменти забезпечення якості.

Стандарти орієнтують на застосування СМ на всіх етапах життєвого циклу виробу (деталі, механізму, автомобіля). А це означає, що впровадження статистичних методів має бути направлено на створення гарантій безперервності процесу забезпечення якості, відповідно до вимог замовника.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Матеріали магістерської роботи є узагальненням досліджень, що виконані у межах:

- комплексних цільових програм, концепцій та наказів: «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року» (Розпорядження Кабінету міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р); Програма реалізації Пріоритетних напрямів співробітництва держав-учасників СНД у сфері транспорту на період до 2020 року (Міжнародний документ від 22.05.2009 р., №998 445); «Про затвердження Правил експлуатації колісних транспортних засобів» (Наказ Міністерства інфраструктури України від 26.07.2013 р., №550);

- плану науково-дослідних робіт кафедри експлуатації та ремонту машин ДВНЗ ПДАБА за темою «Підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів».

**Об'єктом дослідження** є система технічної експлуатації автомобілів.

**Предметом дослідження** є вплив технічної експлуатації автомобілів на зміну їх технічного стану.

**Метою роботи** є підвищити ефективність системи технічної експлуатації автомобілів за рахунок реалізації статистичних методів управління технологічними процесами технічного обслуговування автомобілів.

**Завдання дослідження:**

1. Проаналізувати статистичні методи управління якістю технологічних процесів технічного обслуговування автомобілів.

2. Визначити вихідні дані для управління технологічними процесами технічного обслуговування автомобілів.

3. Визначити несправності за допомогою карт Шухарта.

4. Розробити пропозиції щодо підвищення експлуатації автомобілів.

**Методи дослідження:** передбачено математичне моделювання при підвищенні ефективності систему технічної експлуатації автомобілів за допомогою карт Шухарта.

**Наукова новизна складається в інженерному підході до підвищенні ефективності систему технічної експлуатації автомобілів за допомогою карт Шухарта.**

**Практичне значення одержаних результатів.** Визначено аналітичне дослідження взаємозв'язку між технічним станом та витратою палива автомобілів. Матеріали магістерської роботи впроваджено в ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро) при проведенні лекційних та практичних робіт з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів».

**Апробація результатів магістерської роботи.** Результати магістерської роботи були повідомлені на II науково-практичній конференції студентів ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро, 2020 р.) та на Міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Експлуатаційна та сервісна інженерія» (Харків, ХНТУСГ, 28-29 травня 2020 р.).

**Публікації.** Основні результати досліджень опубліковано у 2 роботах.

Результати роботи можуть бути використані на підприємствах автомобільного транспорту, так як безпека руху АТЗ багато в чому залежить від визначення періодичності контролю технічного стану автомобілів.



## РОЗДІЛ 1

### ЗАСТОСУВАННЯ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

#### 1.1. Статистичні методи управління якістю технологічними процесами

Підвищення якості продукції, що виробляється є на сьогоднішній день одним з найважливіших критеріїв збільшення ефективності виробництва, його оптимізації.

Конкурентоспроможність підприємства на національному і зовнішньому ринках безпосередньо залежить від рівня якості послуг та виробу (деталі, механізму, автомобіля), що поставляється, відповідно, питання підвищення якості послуги чи продукції, що випускається стоїть найгостріше в ринковому підприємстві.

Статистичні методи (СМ) управління якістю - це вибіркові методи, в основі яких лежить принцип застосування теорії ймовірностей і математичної статистики. Дані методи можуть по лімітованому числу спостережень приймати обґрунтовані рішення при управлінні якістю.

Змінився і характер роботи, від локального і випадкового - до загального, системного. З'явилося також розуміння, що СМ є основою для інформаційної технології забезпечення якості. Вони затребувані у всіх галузях промисловості. Але, незважаючи на все це, Росія як і раніше відстає від підприємств Європейського союзу, США і Японії, в області застосування статистичних методів.

Основні напрямки застосування статистичних методів управління якістю наведено на рис.1.1 [1].

Статистичний аналіз застосовують у випадках, коли по лімітованому числу спостережень поставлено такі практичні завдання:

- 1) визначення фактичного значення показників точності і стабільності технологічного (виробничого) процесу, обладнання або якості продукції;
- 2) виявлення ступеня впливу випадкових і систематичних факторів на точність і стабільність технологічного процесу (виробничого) і якості продукції;
- 3) обґрунтування технічних норм і допусків на продукцію;

- 4) розкриття резервів технологічного (виробничого) процесу;
- 5) аргументація вибору технологічного (виробничого) обладнання і засобів вимірювань для виробництва продукції;
- 6) виявлення можливості і підкріплення доцільності застосування статистичних методів в виробничий процес;
- 7) оцінка надійності технологічних систем;
- 8) аргументація необхідності перебудови технологічного (виробничого) процесу або ремонту технологічного (виробничого) обладнання і інших дій по оптимізації технологічного (виробничого) процесу;
- 9) при систематичних перевірок технологічної точності обладнання і оснащення в процесі здійснення моніторингу дотримання технологічної дисципліни виготовлення продукції основного виробництва;
- 10) при проведенні атестації технологічних (виробничих) процесів на виробничому підприємстві;
- 11) при монтуванні нового технологічного (виробничого) обладнання і отриманні обладнання після ремонту;
- 12) при огляді та вимірюванні показників виробничого процесу та якості продукції і т.д.

На серійному і дрібносерійному виробництві статистичний аналіз прийнято застосовувати для періодичної оцінки точності технологічного (виробничого) обладнання і оптимальним розміщення робіт на цьому обладнанні [1].

Статистичний аналіз складається з наступних етапів:

- планування досліджень, зокрема, визначення об'ємів вибірок і методу їх отримані;
- формування математико-статистичного опису створення моделях процесу;
- оцінки параметрів моделях процесу і вибір вибіркового розподілів для цієї оцінки;
- аналіз відповідності між теоретичною моделях процесу і отриманих результатами;

– вироблення і прийняття рішень в залежності від результатів проведеного аналізу [1].



Рис. 1.1. Основні напрямки застосування статистичних методів управління якістю продукції/послуг [1]

Використання статистичних методів управління якістю продукції на підприємстві визначається багатьма внутрішніми і зовнішніми факторів. Процес впровадження таких статистичних методів здійснюється поетапно. Рисунок 1.2 відображає алгоритм, дій при впровадженні статистичних методів управління якістю продукції на підприємстві [1].

Основою появи статистичних методів контролю якості стало усвідомлення того, що якість продукції базується на складних процесах, на результативність яких впливає безліч матеріальних і людських чинників.

У 1950-х роках в США і Європі починають з'являтися перші національні стандарти з якості. Основним розробником нормативних документів в області якості виступила Міжнародна організація по стандартизації (ISO).

На початку 1990-х рр. значимість ідеї впровадження теорії варіацій і статистичного управління процесами (SPC) усвідомлюють не тільки фахівці-математики, а й управлінці і керівники служб якості (менеджмент) [4].

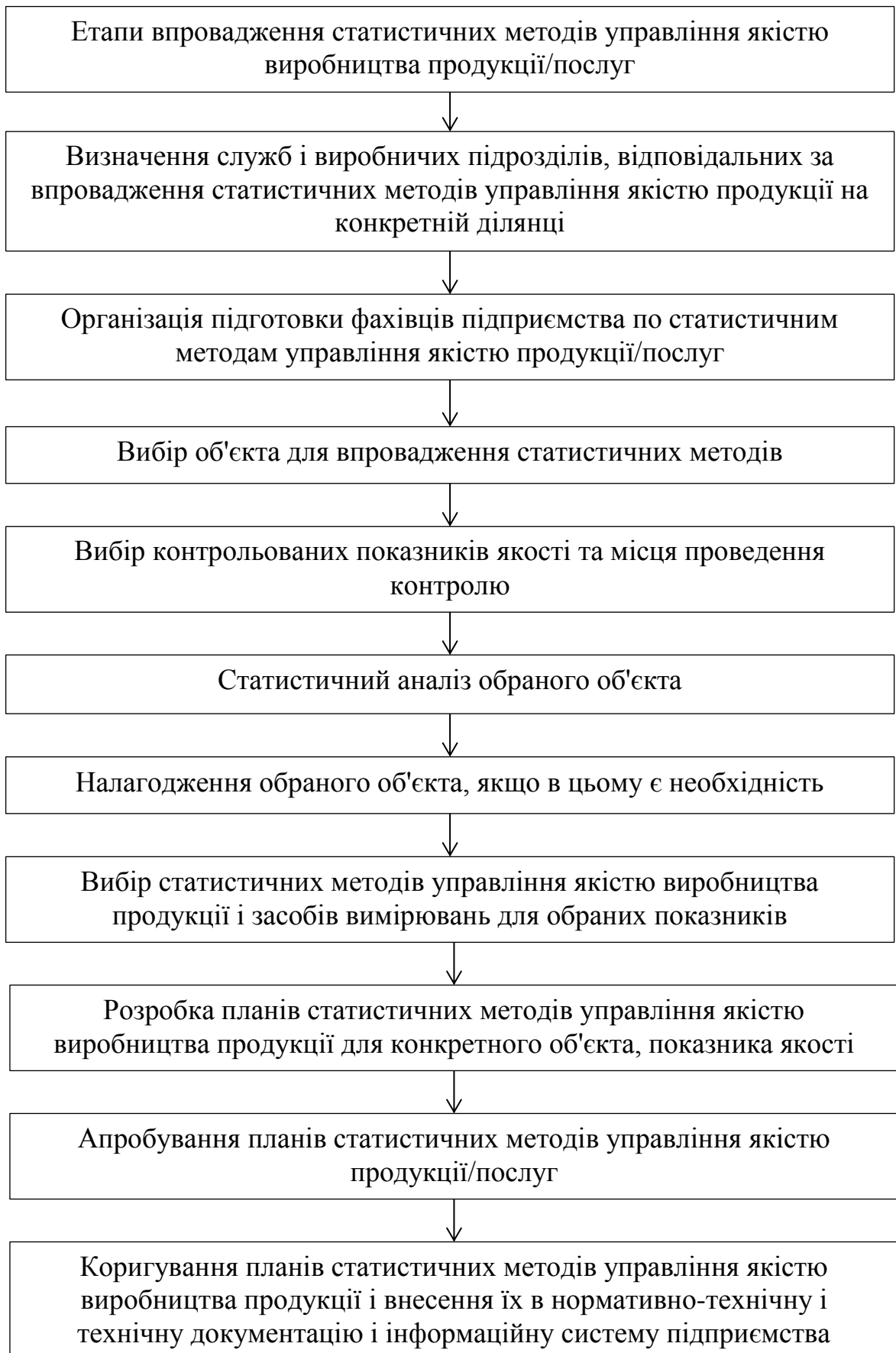
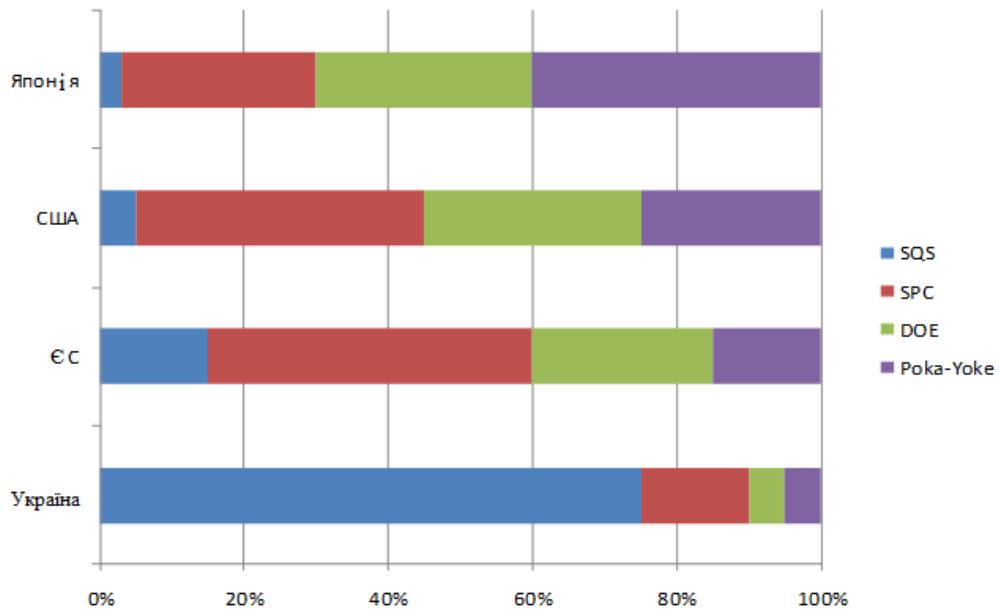


Рис. 1.2. Етапи впровадження статистичних методів управління якістю виробництва продукції/послуг [1]

На вітчизняних підприємствах, в основному, використовується статистичний вибірковий контроль (85%), 10% - статистичне управління процесами і 5% - планування експерименту і метод «захист від помилок».

На підприємствах Японії навпаки - 50% - «захист від помилок», 30% - планування експерименту, 15% - статистичне управління процесами і всього 5% - статистичний вибірковий контроль.



SQS - Simple Queue Service (статистичний вибірковий контроль); SPC - Statistical Process Control (статистичне управління процесами); DOE - Design of experiments (планування експерименту); Poka-Yoke - «захист від помилок»

Рис. 1.3. Розподіл статистичних методів

Зі статистичного аналізу ми визначили, що стабільність продуктивності процесу не може бути зменшена шляхом усунення невідповідною мінливості причини. Тому для нас було важливо проаналізувати поточний стан контролю якості в компанії. Після повторення всіх результатів аналізу і розгляду можливих рішень ми прийшли до висновку, що для поліпшення результатів, досягнутих компанією, використання контрольних карт Шухарта є оптимальним варіантом.

На малюнках контрольних діаграм Шухарта за обраними параметрами виявлено нормальний розподіл частот, що є ознакою природної мінливості поведінки.

Незважаючи на це, можна поліпшити продуктивність цих процесів, застосовуючи інші інструменти, тому що поява контрольованої характеристики якості між нормативними межами вказує на продуктивність процесу.

Як ми бачимо з результатів, які компанія використовує при управлінні інструментом підвищення якості, досягається дуже висока продуктивність їх процесів і продуктів.

З представлених результатів також очевидно, що за допомогою статистичного управління процесами досягається їх висока продуктивність, що необхідно для досягнення високої продуктивності всієї компанії. Методи статистичного управління технологічними процесами, підкріплені відповідальністю керівництва і хорошою організацією, забезпечують об'єктивні засоби контролю якості в будь-якому процесі перетворення, будь то при виготовленні артефактів, послуг або передачі інформації. Статистичне управління процесами - це не тільки набір інструментів, це і стратегія зменшення мінливості, яка є причиною більшості проблем, пов'язаних з якістю.

Також статистичне управління процесом - це аналітичний інструмент прийняття рішень, який дозволяє бачити, коли процес працює правильно, а коли ні. Варіація присутній в будь-якому процесі, вирішуючи, коли зміна є природною, і коли вона потребує корекції, і це ключ до успішного контролю якості.

Таким чином, статистичний контроль процесу являє собою набір статистичних методів, заснованих на теорії варіації, які можуть використовуватися для визначення сенсу будь-якого процесу або результату, вимірюваного в часі, зазвичай з метою виявлення поліпшення або підтримання високого рівня продуктивності. Такий контроль можна використовувати для виявлення на ранньому етапі будь-якої зміни, що мав місце з початку втручання, задовго до того, як результати більш об'ємною підсумкової оцінки стануть доступні. Така інформація може використовуватися для цілей, починаючи від формування гіпотез про зміни в результатах до адаптації елементів втручання до підвищення ймовірності успіху.

## 1.2. Поняття статистичного управління процесами (SPC)

Постійний процес поліпшення, також часто званий безперервним процесом удосконалення, є обов'язковою умовою для поліпшення виробленої продукції, послуг, що надаються, а також процесів. Такі процеси можуть бути як «поступовими», які прагнуть до поліпшень протягом певного часу або «проривними», які сприяють моментальним поліпшень.

Наприклад, процеси доставки постійно оцінюються клієнтами і в зв'язку з цим удосконалюються з метою підвищення її ефективності та гнучкості.

Також на підприємстві повинні бути в обов'язковому порядку задіяні такі процеси поліпшення як: управління бізнес-процесами, управління якістю, управління проектами, управління програмами). визначаючи їх як інститути забезпечення якості, можна сказати, що вони є основою постійного поліпшення, як поступового, нескінченного зміни, яке фокусується на збільшенні ефективності організації, виконанні її цілей і завдань, і вдосконалення її політики. Однак цим вдосконалення процесів організації в не обмежується. Бізнес-стратегії, результати діяльності, взаємини з клієнтами, співробітниками і постачальниками також повинні мати тенденції до зростання.

Статистичне управління процесами (SPC) являє собою спосіб використання статистичних методів для досягнення наступних цілей:

- збільшення знань про процес;
- регулювання процесу для виведення його на бажаний рівень поведінки;
- зменшення відхилень параметрів виробленої продукції або досягнення інших удосконалень роботи процесу.

В цілому статистичне управління процесами (SPC) застосовується для збільшення кількості якісної продукції, яка виробляється процесом при заданій кількості вхідних ресурсів [2].

При переході на статистичне управління процесами (далі SPC), можуть бути поліпшені характер і цикли виробництва, що включають в себе:

- проектування і розробку, виробництво, установку і / або обслуговування;

- масове виробництво або одиничне виробництво по технічному вимогу замовника;
- короткий / довгий період виробництва;
- дрібносерійне, середнє серійне або багатосерійне виробництво;
- виготовлення одиничної продукції, партій або серійне виробництво;
- операції в сфері послуг, інформації або комунікацій;
- механічні або автоматизовані методи виробництва, складання, випробування і обміну інформацією;
- виробництво з першого пред'явлення, усунення браку, переробки, відновлення, переробки або утилізація і очищення приміщення [2].

Елементи SPC можна застосовувати і на методах, послідовно використаних в операціях процесу, автономно або поза операції процесу, і на виходах процесу.

Елементи SPC впроваджують із застосуванням контрольних карт, моделях даних процесу, включаючи конкретний розподіл або моделях кореляції. Вони також впроваджуються для контролю процесів незалежно від використовуваної схеми. Застосування SPC поширюється на «використання автоматичного управління для безперервних і серійних виробництв, автоматизованих програм коригування вхідних даних, алгоритмічного управління часом надходження і обсягу вхідних ресурсів, процедур, технічного обслуговування для невеликих об'ємів вихідної продукції і аналітичних методів, таких як контрольні карти» [2, с. 3].

Беручи до увагу значимість ринку збуту, особливостей продукції, технології процесу і вимог споживача оптимальним застосування SPC забезпечує зменшення вартості і збільшення прибутку. Це досягається завдяки:

- економічно ефективного управління процесом, суть якого полягає в досягненні високого рівня стабільності і поліпшення функціонування процесу та якості продукції;
- скорочення відхилень від цільових значень параметрів готової продукції або процесу;



- переведення відхилень параметра незавершеної продукції в кероване стан або до керованої змінної процесу і компенсації його відхилень (впроваджується в деяких технічних методах управління) для зростання стабільності параметрів готової продукції;
- забезпечення ознаками та даними ймовірного поведінки процесу в майбутньому;
- кількісної та якісної оцінки рівня якості і стабільності процесу з метою визначення його готовності до виробництва;
- ідентифікації для розуміння, в яких випадках виявляти невіпадкові причини відхилень і впроваджувати запобіжні заходи по регулюванню процесу, а в яких - ні;
- вказівкам потенційних причин відхилень або видів і умов відмов і їх джерел, ідентифікації причин низької продуктивності і відхилень у виробництві та виявлення невіпадкових причин відхилень, що безпосередньо впливають на прискорення виявлення несправностей і скорочення витрат на їх пошук,
- забезпечення інформацією з метою виявити присутність невіпадкових причин відхилень, необхідних для зменшення або усунення наслідків і виконання ефективних коригувальних дій;
- контролю і / або скорочення випадкових причин відхилень завдяки внесенню змін до проекту і процедури;
- збільшення знань о причини відхилень системи, які впливають на процеси, проведення поліпшень процесу [2].

Вперше поняття SPC було запропоновано У.А. Шухартом, американським ученим в галузі теорії управління якістю, в «Bell Laboratories» на початку 1920 років [5].

«SPC - потужне знаряддя менеджменту, призначене для безперервного моніторингу і діагностики будь-яких бізнес-процесів. Якщо діагностика показує, що процес знаходиться в статистично керованому стані, то його поліпшенням повинен

займатися менеджмент. Навпаки, якщо процес не стабільний, тільки співробітники мають шанс відшукати причину нестабільності і усунути її» [6, с. 4].

Впровадження SPC відразу дозволило в значній мірі зменшити трудомісткість етапів контролю і, отже, чисельність контролерів, які до цього були прив'язані до кожного етапу (кожної операції) контролю. Як SPC У. Шухарт запропонував метод «контрольних карт», відомий пізніше як «Статистичний метод «Контрольних карт Шухарта»» для виявлення частки шлюбу в виробленій продукції [6, с. 34].

Класичний підхід до виробництва зображений на рис. 1.3 і являє собою виробництво і контроль якості при перевірці готової продукції і відбраковування одиниць, які не відповідають встановленим вимогам незалежно від виду продукції, що виробляється.

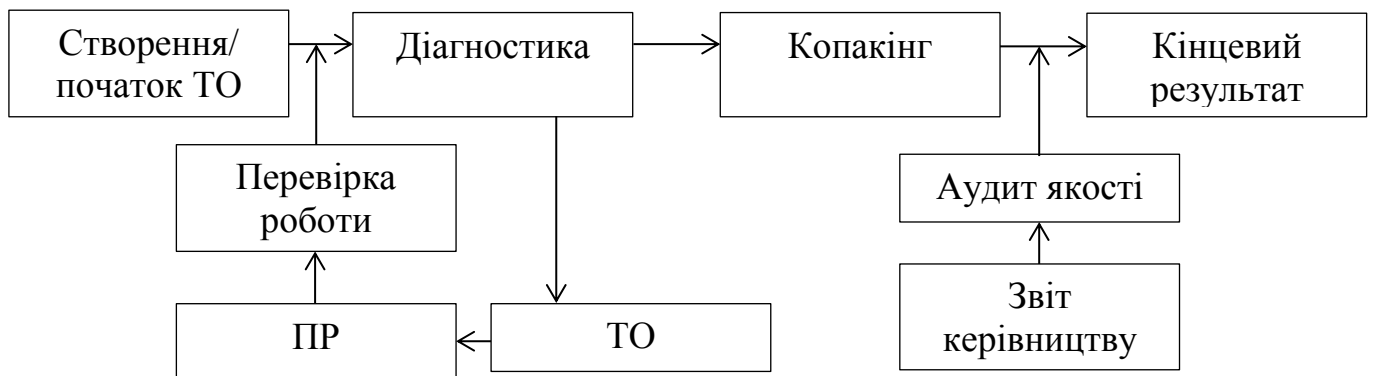


Рис. 1.3. Типовий західний виробничий процес.

Даний підхід до контролю часто призводить до втрат і не економічний, так як влаштований фактично на перевірці пост-фактум, коли бракований продукт вже вироблений. Найбільш ефективна техніка запобігання браку (втрат), яка допускає можливість уникнути виготовлення непридатних одиниць [3].

### 1.3. Метод контрольних карт Шухарта

Контрольні карти Шухарта в даному випадку можуть бути корисні для оцінки стабільності поліпшень з плином часу шляхом моніторингу процесів, для їх постійного відстеження змін і здійсненні заходів швидкого реагування для в разі, якщо процес стає нестабільним. Контрольні карти Шухарта є найбільш часто використовуваним інструментом статистичного управління процесами. Вони

дозволяють більш точно відрізнити випадкові причини виникнення коливань важливості якості від систематичних, тобто вони полегшують регулювання і поліпшення якості процесу.

При застосуванні контрольних карт передбачається, що поведінка процесу характеризується рівнем одного або декількох якісних показниками - а саме регульованими показниками.

Контрольні карти використовуються як в процесах моніторингу, так і при виявленні необхідності внесення поправок або будь-яких змін в процес, для того, щоб домогтися кращого середнього значення процесу або для зменшення його мінливості.

У контрольних картах горизонтальна вісь містить аспекти, де має місце статистична вибірка регульованих величин, а на вертикальній осі вказані розрахункові значення відповідних характеристик вибірки.

Будучи головним статистичним інструментом, контрольна карта являє собою графічний спосіб зображення і зіставлення інформації, яка заснована на послідовності вибірок, що відображають поточний стан процесу, з кордонами, встановленими на основі внутрішньо властивою процесу мінливості.

Метод контрольних карт виділяє два види мінливості.

Перший вид мінливості відбувається через «випадкових (звичайних) причин», обумовлений незліченною набором самих різних причин, що з'являються постійно, які важко або неможливо обчислити. Кожна з таких причин представляє дуже малу частку загальної мінливості, і жодна з них не значима сама по собі. Однак сума всіх цих причин підлягає вимірюванню і, імовірно, вона внутрішньо властива процесу. Виняток або зменшення значення звичайних причин вимагає від менеджменту (керівництва) рішень і витрат на поліпшення процесу і системи. Всі складові частини виробничого процесу (використовувані матеріали, обладнання, робочі, технології) взаємодіють один з одним випадковим чином і породжують варіацію. Така «випадкова» варіація виникає через дії одночасно багатьох факторів, і отже, вона відносно стійка в часі. Приклад керованої варіації показаний на рисунку 1.4.

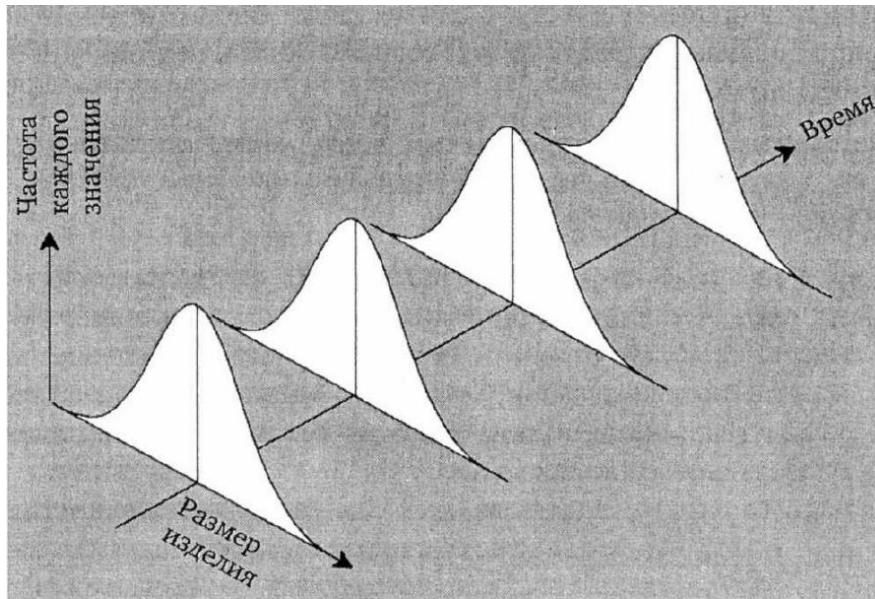


Рис. 1.4. Идеализована концепція керованої варіації [6, с. 37]

Другий вид мінливості це реальні зміни в процесі. Вони можуть бути результатом деяких визначених причин, які не притаманні процесу внутрішньо, і можуть бути усунені, принаймні, теоретично. Ці причини зміни класифікуються як «невипадкові» (особливі). Прикладами факторів, що породжують нестійку в часі варіацію є розладнане обладнання, незначні зміни в якості сировини або в технологічному процесі, відмінності між робочими або навіть зміни в обстановці, викликані непослідовністю керівних осіб. Идеализована концепція керованої варіації зображена на рисунку 1.5.

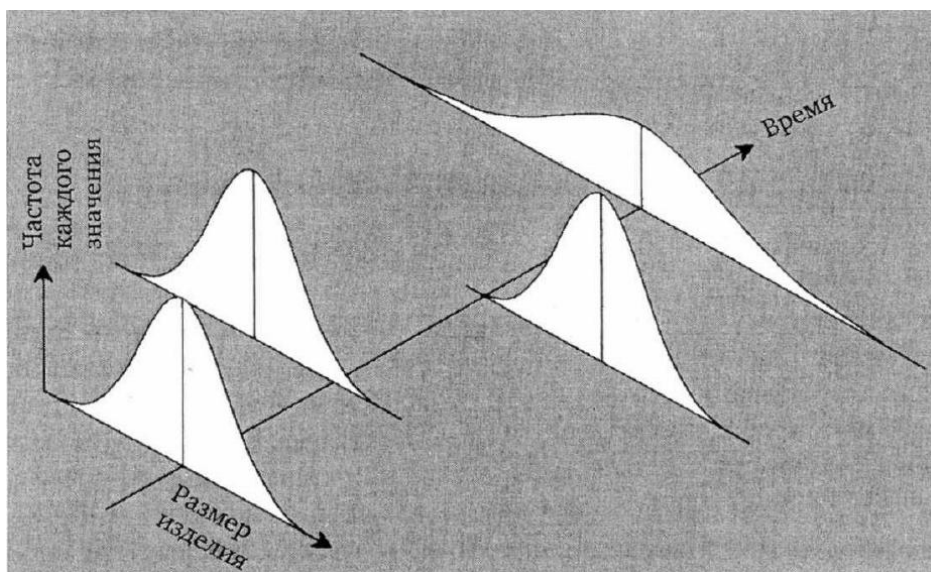


Рис. 1.5. Идеализована концепція неконтрольованих змін [6, с. 37]

Мета методу контрольних карт полягає в виявленні неприродних змін до даних з повторюваних процесів і формулювання критеріїв для виявлення відсутності статистичної керованості.

Контрольні карти ґрунтуються на чотирьох принципах:

1. Всі процеси з плином часу відхиляються від заданих характеристик.
2. Окремі точки є непрогнозованими.
3. Стабільний процес відхиляється випадково, і групи точок стабільного процесу мають тенденцію розташовуватися в прогнозованих межах.
4. Нестабільний процес не відхиляється випадково, і невідповідними зазвичай є ті відхилення, які знаходяться за межами прогнозованих кордонів.

Процес статистично керований, якщо мінливість викликана тільки випадковими причинами. Базуючись на висновках Шухарта, можна відзначити, що особливі причини можуть не тільки значно впливати на варіацію даних, але і відчутно знижувати передбачуваність процесу. Процес, що не демонструє статистичної керованості, є непередбачуваним. Незважаючи на те, що всі компоненти «входу» такого процесу можуть залишитися незмінними, «виходи» нестабільного процесу будуть непередбачувано змінюватися в часі [6, с. 38].

При вимірі прийняттого рівня мінливості будь-яке відхилення від нього є результатом дії особливих причин, необхідних для виявлення, вилучення або ослаблення [3].

Завдання SPC полягає в забезпеченні і збереженні процесів на прийнятному і стабільному рівні, який гарантує відповідність продукції, що випускається і послуг встановленим вимогам.

Метод контрольних карт дозволяє визначити, чи дійсно процес досяг статистично керованого стану на правильно заданому рівні або залишається в цьому стані, далі підтримувати управління і високу ступінь однорідності найважливіших характеристик продукції або послуги за допомогою безперервного запису інформації про якість продукції в процесі виробництва. Метод використання контрольних карт і їх подальший скрупульозний аналіз призводять до кращого розуміння і оптимізації процесів [3].

За Шухартом, є два різних варіанти поліпшення виробничого процесу:

1) Для зниження варіації, потрібно змінити сам процес (використовується при керованій варіації і при стабільному стійкому процесі);

2) Визначення особливих причин зайвої варіації. Якщо особлива причина завдає шкоди, її треба скасувати. У разі її вигоди - зробити частиною процесу. Шухарт дає кілька прикладів того, як видалення завдають шкоди спеціальних причин веде до послідовного поліпшення поведінки процесу.

Ці два варіанти поліпшення процесу в корені різні. Один являє собою механізм поліпшення стійкого процесу, інший варіант сам пропонує створення стійкого процесу. Вибір варіанту безпосередньо визначається типом варіації даного процесу.

Тому, будь-які спроби оптимізувати (удосконалити) процес повинні починатися з відповіді на питання, чи проявляє процес некеровану варіацію. Інструментом для виявлення некерованою варіації є контрольна карта Шухарта.

Контрольні карти Шухарта є поєднанням теорії ймовірностей і практичного досвіду. Вони надзвичайно ефективні для виявлення некерованої варіації будь-якого процесу [6].

Виділяють чотири стану знаходження виробничого процесу (табл. 1.1).

Незалежно від того, якого з чотирьох станів відповідає виробничий процес, його стан є не постійною характеристикою. Перехід процесу з одного стану в інший - нормальне явище. Ентропія є природним важелем, який змушує кожен процес рухатися в певному напрямку. Її вплив на процеси провокує погіршення якості, руйнування, знос і розриви, аварії і відмови. Ентропія доводить, що будь-який процес буде природним чином прагнути до стану хаосу, і єдина можливість повернути його до порогового або навіть ідеального стану - це правильне використання карт Шухарта [6].

Існує п'ять шляхів застосування карт Шухарта.

Більшість статистичних процедур є дедуктивним за своєю природою. Контрольна карта, на відміну від них, є здебільшого індуктивним методом [6].

## Чотири стану будь-якого виробничого процесу

Процес, що керуємо	<p align="center"><b>ГРАНИЧНИЙ СТАН</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Процес управляємо</li> <li>2. Значна кількість невідповідної продукції</li> <li>3. Потрібно: <ul style="list-style-type: none"> <li>- або змінити процес,</li> <li>- або змінити допуски (ТУ тощо).</li> </ul> </li> <li>4. Сортунання - тимчасовий захід</li> <li>5. Контрольні карти дозволяють: <ul style="list-style-type: none"> <li>- підтримувати процес в керованому стані;</li> <li>- оцінити результати поліпшення процесу</li> </ul> </li> </ol>	<p align="center"><b>ІДЕАЛЬНИЙ СТАН</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Процес управляємо</li> <li>2. 100% відповідної продукції</li> <li>3. Контрольні карти дозволяють: <ul style="list-style-type: none"> <li>- підтримувати процес в керованому стані;</li> <li>- своєчасно інформують про проблеми.</li> </ul> </li> </ol>
Процес, що не керуємо	<p align="center"><b>СТАН ХАОСА</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Процес некерований</li> <li>2. Кілька невідповідної продукції</li> <li>3. Домінують особливі причини</li> <li>4. Випадкові флуктуації (відхилення від середнього значення випадкової величини), породжувані особливими причинами, перешкоджають будь-яких заходів щодо поліпшення процесу</li> <li>5. Єдиний вихід зі стану хаосу - виключити можливі причини</li> </ol>	<p align="center"><b>НА МЕЖІ ХАОСА</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Процес некерований</li> <li>2. 100% відповідної продукції</li> <li>3. Здається, що все в порядку, але: <ul style="list-style-type: none"> <li>- особливі причини впливають на те, що виробляє процес;</li> <li>- якість і рівень відповідності можуть несподівано змінитися</li> </ul> </li> </ol>
	Деяка кількість продукції/послуг не відповідає вимогам	100% виробів/послуг відповідають вимогам

Варіація (від лат. Variatio - зміна, переміна) взагалі називається різновид чогонебудь, невелика зміна або відхилення.

Дедукція (від лат. Deductio - виведення) - перехід в процесі пізнання від загального знання о деякому класі предметів і явищ до знання приватному і одиничного. Дедуктивний метод має на увазі логічний перехід від загальних принципів до конкретних і неминучим висновків. Немає ніякої екстраполяції, все очевидно і зрозуміло [9].

Індукція (від лат. Inductio - наведення) - це перехід в процесі пізнання від приватного знання до загального. Тобто, індуктивний метод - це метод дослідження, пізнання, пов'язаний з узагальненням результатів спостережень і експериментів [9].

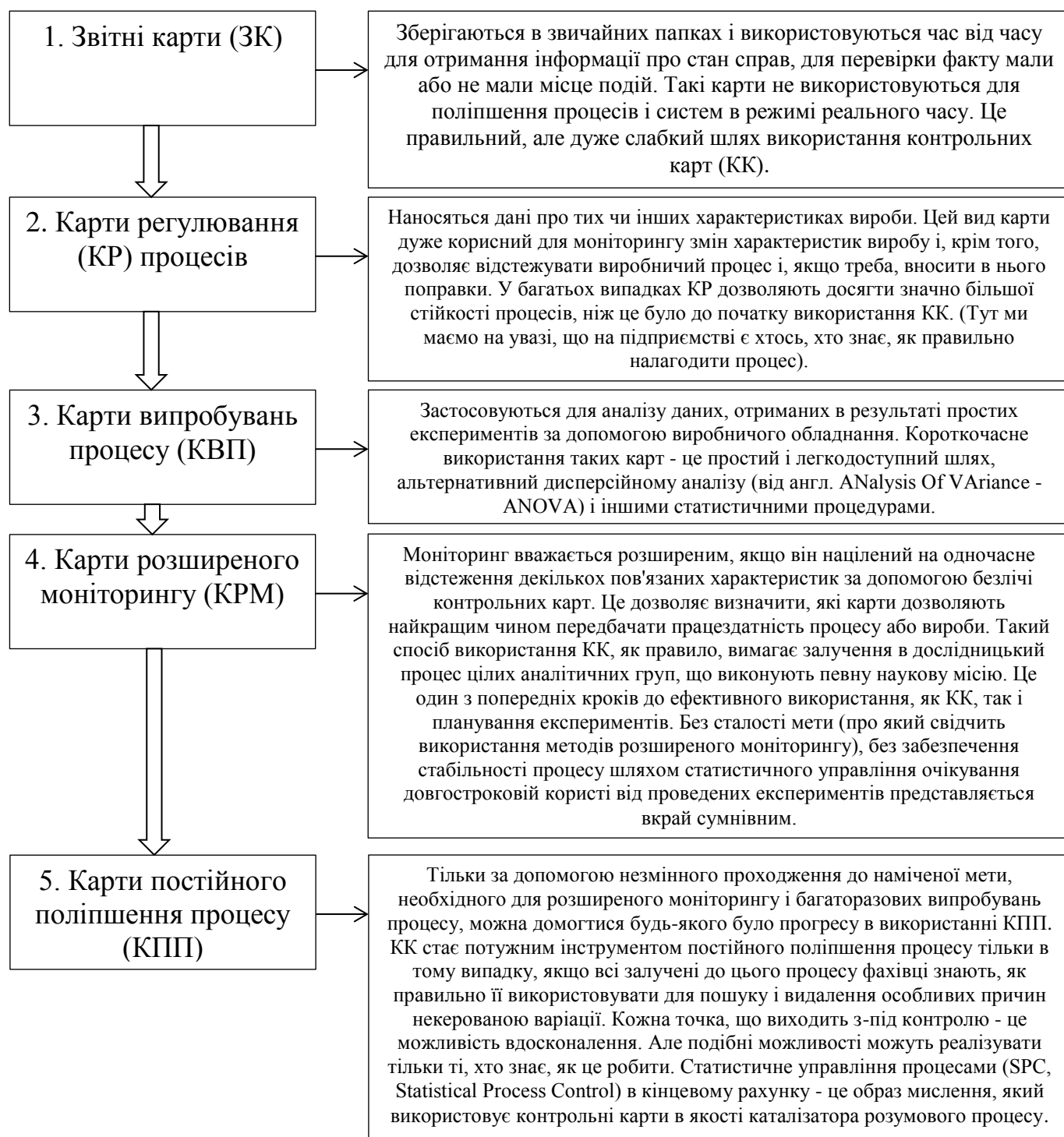


Рис. 1.6. П'ять шляхів застосування карт Шухарта

Індуктивний метод на увазі екстраполяцію у зворотному напрямку - від конкретних спостережень до загальних принципів. Це рух від часткового до загального ніколи не зупиняється. У ньому завжди присутня якась ступінь невизначеності [10].

Для моніторингу процесу необхідно використовувати підгрупи.





Рис. 1.7. Логіка роботи контрольних карт (КК) [6]

Якщо до деякого моменту часу зроблено кілька вимірів, їх результати можна згрупувати і розглядати як окреме безліч даних.

Якщо підгрупи демонструють стійку поведінку, то логічно припустити, що процес не змінюється в часі. А якщо ні, то процес, мабуть, має некеровану варіацію. По кожній підгрупі обчислюються статистичні згортки - групове середнє і груповий розмах.

Ці підсумкові статистики наносяться потім на контрольні карти, які представляють собою графіки ходу процесу з зазначеними на них контрольними межами. Поки процес залишається стабільним і незмінним, середні і розмахи підгруп будуть «бовтатися» випадковим чином в межах встановлених кордонів.

Коли процес вже є нестабільним, значення середніх і розмаху будуть вибиватися з встановлених контрольних меж. Фактично саме ці змінні використовуються для моніторингу процесу.

Існує чотири правила визначення відсутності керованості. Всі вони представлені на рисунку 1.8.

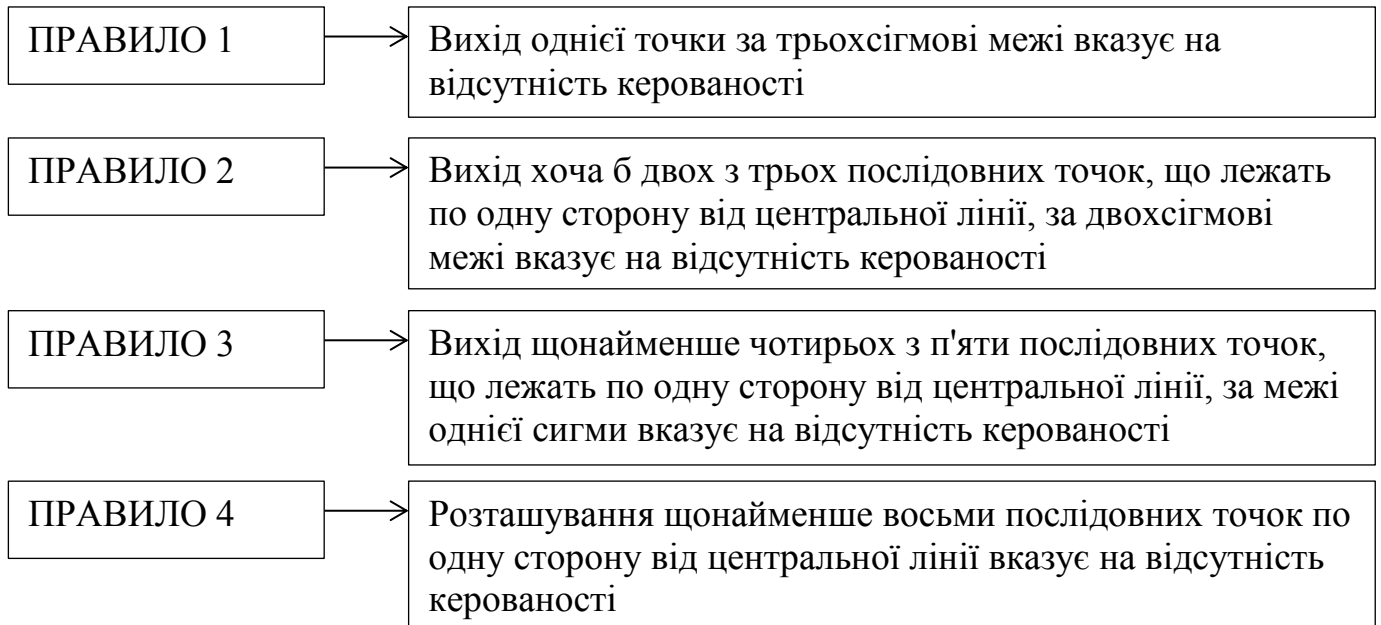


Рис. 1.8. Чотири правила визначення відсутності керованості [6]

Рисунок 1.9 розглядає види контрольних карт, що відповідають типу даних.

Існує універсальний порядок побудови контрольних карт незалежно від їх виду. Порядок побудови наведений нижче.

1. Необхідні до вимірювання показники процесу або продукції спершу вимірюються. Вони можуть мати кількісні або якісні значення.

2. Визначення точок контролю показника. По можливості, дотримуватися необхідність установки точок контролю на найбільш ранній стадії процесу, де обраний показник може бути визначений.

3. Здійснюється вибір відповідної контрольної карти на підставі виду контрольованих показників (контроль за кількісним або альтернативною ознакою).

4. При здійсненні контролю за кількісним або альтернативною ознакою частина послідовних в часі вимірювань (орієнтовно від 3 до 5) може мати близькі

значення. Дані вимірювання формуються в підгрупу. Дана кількість вимірювань називається розміром підгрупи. Його необхідно встановити.



Рис. 1.9. Види контрольних карт, що відповідають типу даних [6]

5. Далі необхідно провести вимірювання обраного показника процесу або продукту.

6. На контрольній карті відображаються результати вимірювань (для контролю за кількісною ознакою) або сумарні (комплексні) значення (для контролю за альтернативною ознакою) показників.

7. Точки графіка з'єднуються між собою.

8. Розраховується лінія середніх значень, і обчислюються контрольні кордону. Залежно від того, які контрольні карти застосовуються, формули розрахунку контрольних меж і їх кількість може змінюватися (наприклад, для карти розмаху досить розрахувати тільки верхню контрольну кордон).

9. Лінія середніх значень і контрольні кордону відображаються на контрольній карті.

10. Визначаються всі точки, що виходять за межі контрольних меж.

11. Проводиться аналіз причин виходу значень контрольованих показників за межі контрольних меж і напрямку зсуву підгруп щодо лінії середніх значень. При необхідності робляться коригувальні дії [7].

Орієнтовна діаграма використання контрольних карт виглядає наступним чином (рис. 1.10).

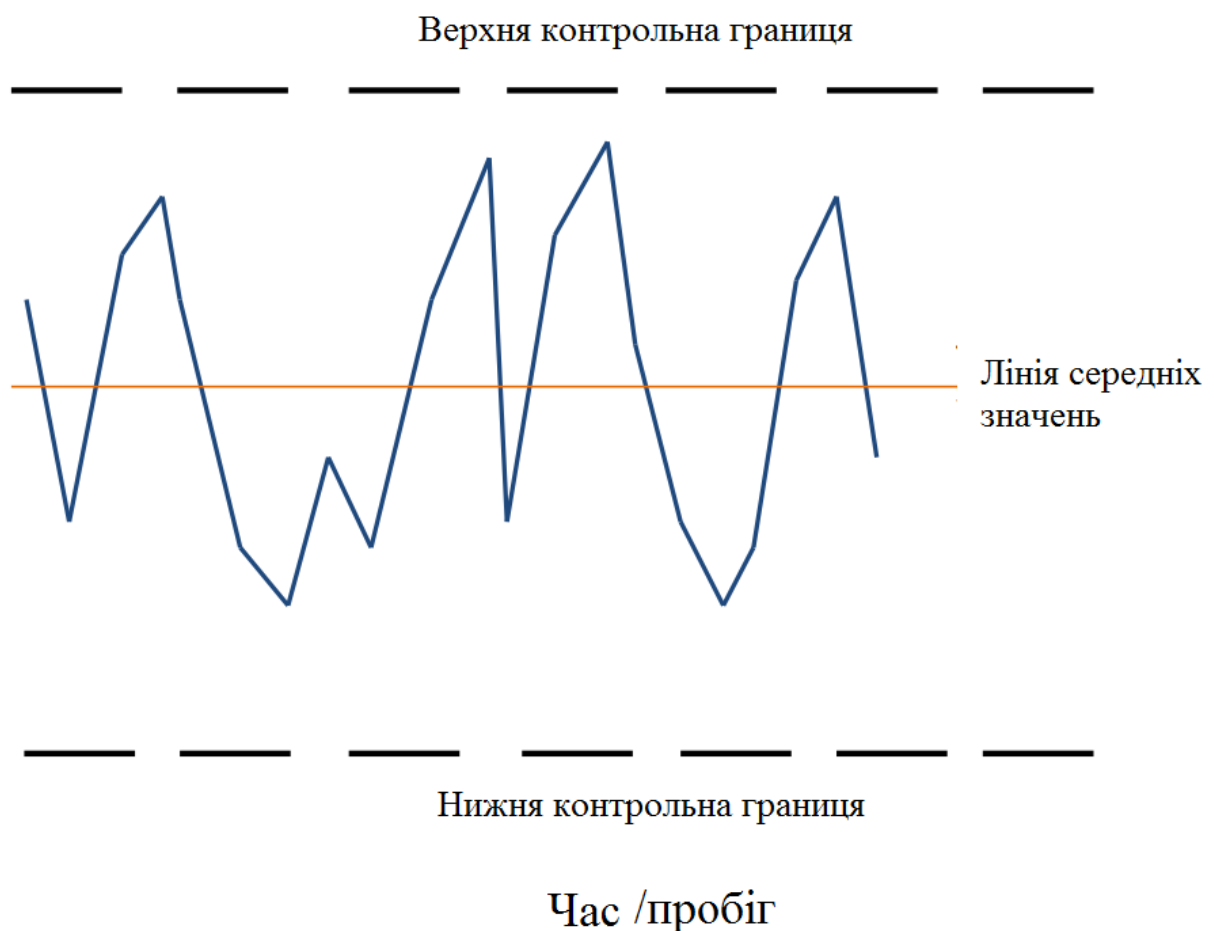


Рис. 1.10. Контрольних карта Шухарта, вид [3]

Після того, як аналіз методом контрольних карт Шухарта проведено, потрібно удосконалити процес. Алгоритм роботи запропонований в ГОСТ Р 50779.42-99. «Статистичні методи. Контрольні карти Шухарта» і представлений на рисунку 1.11.

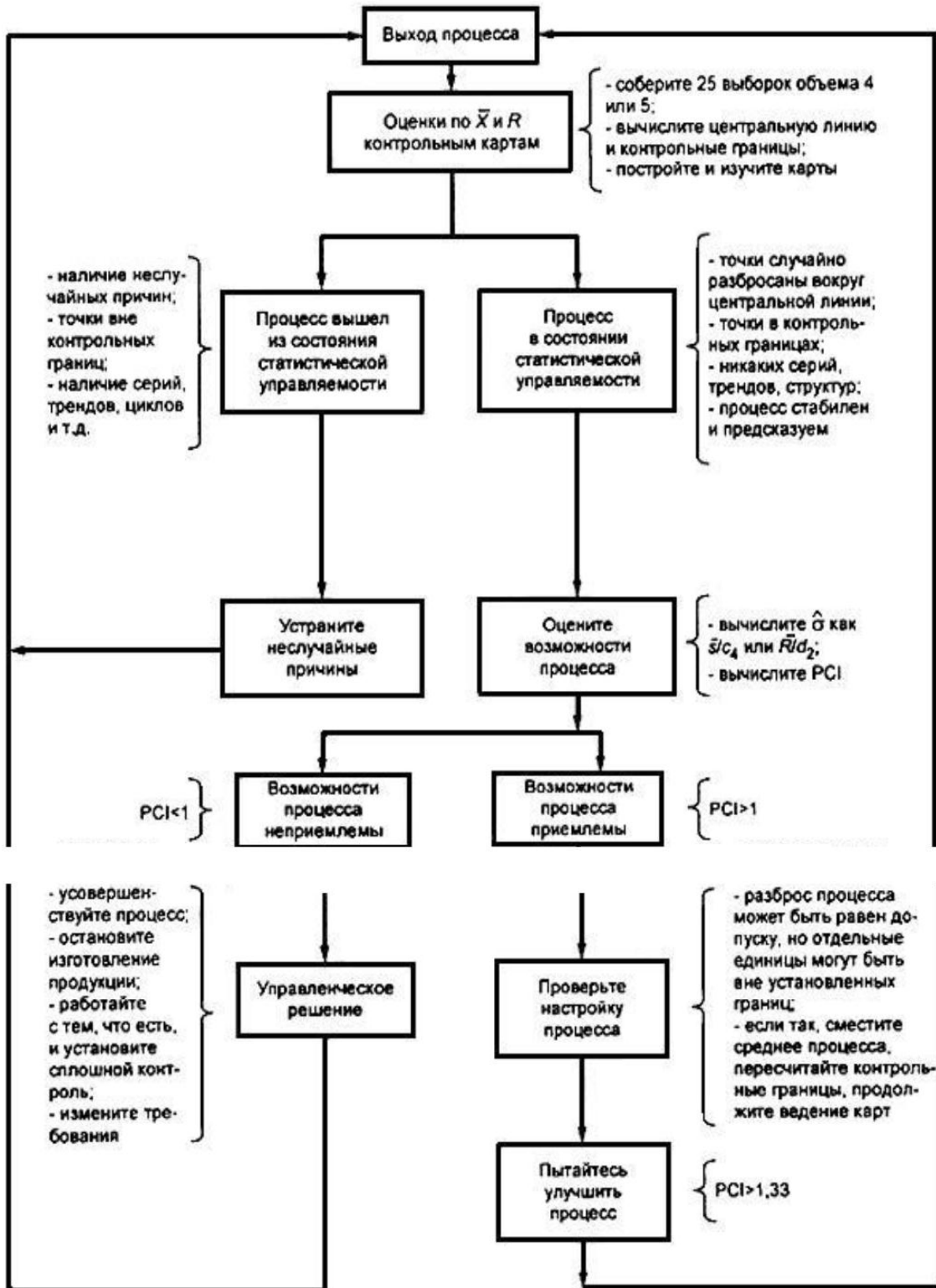


Рис. 1.11. Стратегия вдосконаления процессу [3]

## 1.4. Метод Парето

Метод Парето (діаграма Парето) був запропонований в 1897 р. Це досить простий у використанні метод, який допомагає сфокусувати зусилля на проблемах, що володіють найбільшим потенціалом для поліпшень. Очевидно, що ресурси у підприємств обмежені, тому необхідно направляти їх на вирішення пріоритетних проблем [6].

Діаграма Парето застосовується, коли необхідно:

- ідентифікувати найбільш важливі причини втрат якості;
- ідентифікувати можливості покращення якості;
- класифікувати можливості поліпшення якості та встановити цілі.

Таблиця 1.2

Формули для розрахунку меж контрольних карт

Вид контрольної карти	Верхній контрольний межа (UCL), центральна лінія (CL), нижній контрольний межа (LCL)
<b><math>\bar{X}</math></b>	$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2$ $CL = \bar{\bar{x}}$ $LCL = \bar{\bar{x}} - A_2$
<b>R</b>	$UCL = D_4 \bar{R}$ $CL = \bar{R}$ $LCL = D_3 \bar{R}$
<b>x</b>	$UCL = \bar{\bar{X}} + 2,66 \bar{R}_s$ $CL = \bar{\bar{X}}$ $LCL = \bar{\bar{X}} - 2,66 \bar{R}_s$
<b>pn</b>	$UCL = \bar{p}\bar{n} + 3\sqrt{\bar{p}\bar{n}(1-\bar{p})}$ $CL = \bar{p}\bar{n}$ $LCL = \bar{p}\bar{n} - 3\sqrt{\bar{p}\bar{n}(1-\bar{p})}$ $\bar{p} = \frac{\sum pn}{kn}$

За допомогою діаграми Парето можна аналізувати проблеми, що пов'язані практично до будь-якої сфері діяльності підприємства.

Будується діаграма Парето. Для цього накреслив одну горизонтальну і дві вертикальні осі.

1. Вертикальні осі:

а) Ліва вісь з інтервалами від 0 до числа, відповідного загальній кількості дефектів.

б) Права вісь з інтервалами від 0 до 100%.

2. Горизонтальна вісь містить інтервали відповідно до числа контрольованих ознак.

Побудуємо стовпчатую діаграму і накреслив кумулятивну криву (криву Парето).

За структурою Діаграма Парето схожа з гістограмою (рис. 1.12).

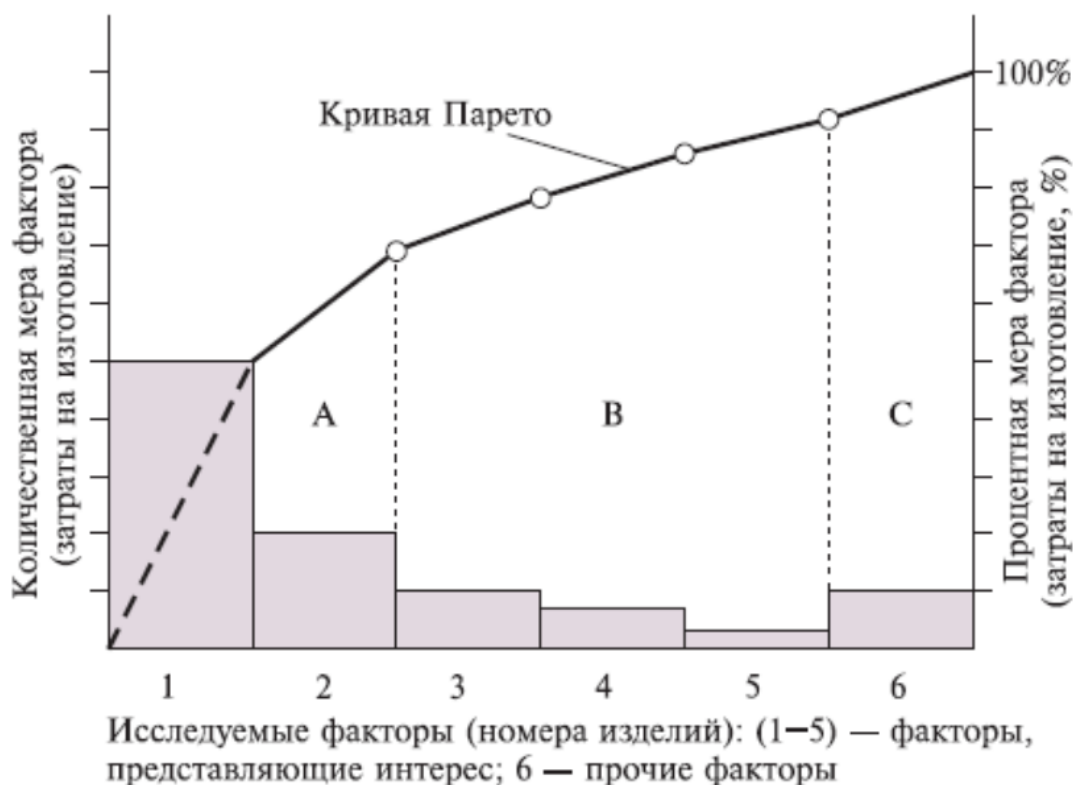


Рис. 1.12. Приклад діаграми Парето

Діаграма Парето дозволяє виявити і візуалізувати проблеми, установити першочергові до дії фактори, розподілити зусилля з метою ефективного вирішення цих проблем [8].

Принцип роботи полягає в тому, що по кожній проблемі збираються дані, наприклад витрати. Підраховуються загальні витрати і їх частки по кожній проблемі. Потім ці витрати видаються у вигляді стовпчиковій діаграмі. Зазвичай категорії упорядковуються в порядку убутання значень, таким чином, виходить картинка, що нагадує сходи. Якщо інформацію про витрати отримати важко, як значення можна використовувати число випадків появи кожної проблеми.

Так як дана гістограма ефективно використовується для визначення пріоритетних дій, її принцип сформулював наступним чином:

«Принцип Парето»: 20% проблем дають 80% головного болю. Іншими словами, основні можливості для поліпшень зазвичай пов'язані з дуже малим числом проблем. І саме ці проблеми і потрібно вирішувати організації в першу чергу» [6, с. 337]. Говорячи простою мовою, Принцип Парето (принцип 20/80) означає, що 20% зусиль дають 80% результату, а інші 80% зусиль - лише 20% результату.

Виділяють два види діаграм Парето:

1. За результатами діяльності-використовується для виявлення головної проблеми небажаних результатів діяльності;
2. З причин - призначений для виявлення головної причини проблем, які з'являються в ході виробничого процесу/процесів [8].

Покрокова інструкція з побудови діаграми Парето приведена нижче:

- 1) Виявлення проблеми, що підлягає вирішенню;
- 2) Чи враховуються всі фактори (ознаки), що відносяться до досліджуваної проблеми;
- 3) Визначаються першопричини, які створюють максимальні труднощі, з ним збираються дані і відбувається їх проранжировка;
- 4) Будівництво діаграми Парето, яка об'єктивно представить фактичний стан справ у зрозумілій і наочній формі;



5) Проводиться аналіз діаграми Парето [7].

### **Висновки за розділом 1**

Контрольні карти Шухарта є поєднанням теорії ймовірностей і практичного досвіду. Вони надзвичайно ефективні для виявлення некерованої варіації будь-якого процесу.

Діаграма Парето дозволяє виявити і візуалізувати проблеми, установити першочергові до дії фактори, розподілити зусилля з метою ефективного вирішення цих проблем.

## РОЗДІЛ 2

### ФОРМУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

#### **2.1. Етапи застосування статистичних методів управління якістю процесом ТО автомобілів**

Застосування статистичних методів управління якістю продукції на підприємстві є великою проблемою і залежить від декількох не тільки внутрішніх, але і зовнішніх чинників. Тому процес впровадження і застосування слід здійснювати за етапами.

Вибір певного об'єкта повинні виконувати служби і виробничі підрозділи, що відповідають за розробку нормативно-технічної та технічної документації, спільно з відділом контролю якості та службою, що здійснює координацію, методичне керівництво і контроль за застосуванням статистичних методів управління виробничими процесами.

Вибір перевірених показників якості та місця проведення контролю рекомендується здійснювати на підставі статистичного аналізу, оскільки показником якості може бути один або сукупність значень, наприклад:

- значення, пов'язані з точносних характеристиками результатів аналізу або випробувань продукції;
- значення, пов'язані з використанням результатів аналізу або випробувань продукції;
- значення, пов'язані з ресурсними властивостями аналізу або випробувань продукції / тривалість зберігання, використання;
- узагальнені значення.

Послідовність розподілу контролю або аналізу в технологічних процесах повинна плануватися таким чином, щоб не виправні дефекти, по можливості, виявлялися на більш ранніх етапах.

При виборі контрольованих показників якості необхідно враховувати додатково:

- місце розташування проведення контролю;
- послідовність проведення контролю;
- необхідну обладнання, засоби вимірювання, засоби випробування;
- загальний обсяг контролю;
- правила прийняття рішень;
- вимоги з безпеки;
- послідовність пред'явлення продукції на аналіз;
- послідовність зберігання та ізоляції продукції.

При виборі статистичних методів важливо враховувати нюанси виробництва і контролю якості виготовлення продукції з тим, щоб обраний метод підходив об'єкту, специфіці, і присутності засобів вимірювань і засобів для обробки і аналізу статистичної інформації в організації.

Вибирати засоби вимірювань і випробувань найбільш доцільно на підставі аналізу за такими класифікаційними ознаками, як:

- вимоги до аналізованого показника якості;
- засоби отримання інформації;
- засоби обробки інформації конструкції; точності вимірювання.

Апробування обраних статистичних методів управління якістю виконується після їх розробки та коригування безпосередньо на робочих місцях виробництва продукції.

Виробниче апробування планів статистичних методів управління якістю продукції необхідно здійснювати щоб дати оцінку на доцільність і результативність обраних методів і планів аналізу, об'єктів, контрольованих показників якості, контрольних точок, засобів вимірювань і випробувань, засобів отримання та обробки статистичної інформації, присутності навичок у робітників за статистичними методам, а також поставленої проблеми впровадження статистичних методів управління якістю продукції, її очікуваного прогнозу і реалізації прийнятих рішень.

Коригування планів статистичних методів управління якістю продукції і включення їх в нормативно-технічну і технічну документацію повинна ґрунтуватися на результатах виробничого апробування, і на змінах в технологічних процесах створення продукції, заміні сировини, заміні матеріалів і т.д.

## 2.2. Аналітичне дослідження взаємозв'язку між технічним станом та витратою палива автомобілів

Для аналітичного дослідження взаємозв'язку між технічним станом та витратою палива автомобілів на математичній моделі необхідно сформулювати вихідні дані, які включають технічні характеристики транспортного засобу, поліноміальні залежності апроксимаційних рівнянь, які входять у математичну модель, маршрут руху з характеристикою ділянок (довжина, радіус повороту, повздовжній ухил) та значення параметрів, якими будуть імітуватись несправності.

Технічні характеристики автомобіля Volkswagen Touran, які необхідні для математичного моделювання та поліноміальні коефіцієнти апроксимаційних рівнянь, які не передбачено отримати розрахунковим шляхом наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Технічні характеристики автомобіля Volkswagen Touran та поліноміальні коефіцієнти для розрахунку на математичній моделі

№ п/п	Параметр	Значення	№ п/п	Параметр	Значення
Габаритні розміри:			Колеса – 195/65 R15		
1	– довжина, м	4.389	20	– діаметр обода, м	0,15
2	– ширина, м	1.791	21	– висота профілю, м	0,123
3	– висота, м	1.651	22	– радіальна деформація профілю	0,201
4	– колісна база, м	2.680	23	– динамічний радіус, м	0,317
5	– дорожній просвіт, м	0,127	24	– радіус кочення, м	0,325
Коробка передач – GQN:			Двигун – BLS EURO 5:		
6	Передаточні числа:		25	– робочий об'єм, л	1,896

№ п/п	Параметр	Значення	№ п/п	Параметр	Значення
7	– I передача	3,5	26	– діаметр поршня, м	0,0795
8	– II передача	1,94	27	– хід поршня, м	0,0955
9	– III передача	1,23	28	– номінальна потужність, кВт	105
10	– IV передача	0,84	29	– номінальна частота, об/хв	4000
11	– V передача	0,68	30	– крутний момент, Н*м	250
12	– VI передача	0,59	31	– частота обертання $n_M$ , об/хв	1900
13	– задній хід	4,25	32	– коригуючий коефіцієнт $K_p$	0,9
14	Передаточне число головної передачі	3,158	33	– мінімальна частота обертання на холостому ходу, об/хв	900
Маса:			34	Момент інерції маховика	4,8
15	– повна, кг	2160*	35	Момент інерції одного колеса	12
16	– споряджена, кг	1473	36	Кількість коліс	4
17	ККД трансмісії	0,84	37	Час реакції водія, с	0,8
18	Коефіцієнт лобового опору	0,31	38	Час запізнення гальмування, с	0,2
19	Коефіцієнт опору коченню	0,0026	39	Час збільшення сповільнення, с	0,5
Поліноміальні коефіцієнти					
	Рівняння (2.18)			Рівняння (2.48)	
	– $a$	0,7564		– $a_0$	-0,0009
	– $b$	1,5986		– $b_0$	0,4553
	– $c$	-1,355		– $c_0$	-15,825

\*Оскільки не спостерігається максимального завантаження, то при розрахунках було прийнято завантаженість автомобіля на рівні 82% від номінальної пасажиромісткості.

Як було зазначено найбільш характерними несправностями, які виникають в процесі експлуатації автомобіля є несправності підвіски, системи охолодження, гальмівної системи, коліс, ДВЗ та КП.

В арсеналі Toucan є бензинові і дизельні двигуни, і кожен з них цілком реально побачити на авто, що експлуатуються в Україні.

За твердженням мотористів фірмової СТО, серед бензинових агрегатів самим безпроблемним виявився перевірений часом «8-клапанник» 1,6 л MPI. Мотор такого ж обсягу, але з безпосереднім уприскуванням палива FSI менш надійний - в ньому відзначено відмову гидронатяжителя ланцюга ГРМ, а також проблеми з самої ланцюгом, яка може розтягнутися до 120-150 тис. км. Були також випадки проскакування ланцюга ГРМ, що призводило до фатальної зустрічі клапанів з поршнями.

Двигун 2,0 л FSI позбавлений подібних проблем - ГРМ приводиться ременем. Його особливість - ремінь не виходжує запропонованого виробником ресурсу в 180 тис. км, тому мотористи радять скоротити цей термін до 90 тис. км. В даному моторі відзначений обрив заводських гофр випускної системи (застосовуються 2 од.).

З дизельних агрегатів надійніший двигун 1,9 л. У турбодізеле 2,0 л відзначені виходи з ладу паливних форсунок, втім, неякісні деталі виробник змінює по гарантії.

Переважна більшість автомобілів, навіть версії Cross Touran, мають привід на передню вісь. Повнопривідні варіанти 4Motion з електронно-керованої муфтою Haldex відносяться до розряду екзотики.

Для Touran пропонувалися 6-ступінчасті МКП, з такою ж кількістю ступенів АКП Tiptronic (авто до 2005 р), 6 і 7-ступінчасті «роботи» DSG з двома зчепленнями і адаптивною програмою, здатної підлаштовуватися під стиль їзди і змінювати момент перемикання передач, а також має режим Sport.

Самим безпроблемним виявився Tiptronic. «Механіка» здатна завдати клопоту тільки при великих пробігах. Так, після 100 тис. км знос здвоєного підшипника КП (проявляється підвищеною гучністю роботи), а у дизельних версій до 150 тис. км виходить з ладу двоваговий маховик (характерний стукіт при перемиканні передач).

Ненадійні і DSG - в них відзначені проблеми з ЕБУ, що проявляється ривками при перемиканнях. У 6-ступінчастх - як правило, при переході з 1-ї на 2-ю передачу, а в 7-ступеневу - ще й при включенні задньої. У кращому випадку на

фірмовому СТО можна провести самоадаптації зчеплення шляхом перепрошивки ЕБУ, а якщо це не допоможе - доведеться міняти зносився пакет зчеплень.

Справна підвіска Touran в міру збита і забезпечує компактвенів практично легкову стійкість і слухняну керованість. Конструктивно ходова аналогічна соплатфірмових Golf V: попереду - McPherson, ззаду - «багаторичажка». На обох осях - стабілізатор поперечної стійкості.

На наших дорогах ходова зарекомендувала себе як довговічна. Так, в передній підвісці швидше за все (через 80 тис. км) зношуються задні сайлент-блоки передніх важелів, а стійки стабілізатора можуть протриматися близько 100 тис. км, передні сайлент-блоки - до 140 тис. км. Ресурс кульових опор - майже 200 тис. км.

У задній «багаторичажка» на 100 тис. км заміна втулки і стійки стабілізатора (змінюються окремо від нього) і відбійники задніх амортизаторів. До 120-150 тис. км зношуються «гумки» задніх розвальний важелів (оригінальна запчастина в зборі - близько 3 грн/1000км). А решта сайлент-блоки задніх важелів здатні витримати пробіг близько 200 тис. км. Довго служать і колісні підшипники, але коли прийде час їх заміни, доведеться розщедритися - вони змінюються лише в зборі з маточинами (як фірмові, так і неоригінальні).

Рейкове рульове управління оснащувалося електропідсилювачем. Авто перших років випуску (2004-2006 рр.) відрізнялися недовговічним зачепленням рейки і електромотора (знос проявляється характерним стукотом). Пізніше вузол модернізували, ліквідувавши цю проблему. Наконечники рульових тяг здатні пробігти 100-150 тис. км, а самі тяги ще довше.

Характерне слабе місце всіх агрегатів FSI - відмова індивідуальних катушок запалювання (рис. 2.1). А двигунів об'ємом 1,4 і 1,6 л - ще і розтягнення ланцюга ГРМ, а також відмова гідронатяжителя.

Механічні коробки передач (МКП) потурбують тільки при великих пробігах - більше 100-150 тис. км (рис. 2.2).

В DSG проблеми створює збій програмного забезпечення блоку управління.

Можливі несправності електросклопідйомників - при закритті скла воно потім само опускається вниз. В основному проблема вирішується перепрошивкою

керуючих «мізків». Дані несправності призводять до додаткової витрати палива на підтримання робочого тиску в системі через постійну необхідність накачувати додатковий об'єм повітря.



Рис. 2.1. Відмова індивідуальних котушок запалювання



Рис. 2.2. Відмова МКП

Підтікання охолоджуючої рідини призводять до зменшення її об'єму і, як наслідок, зменшення загальної кількості теплоти, яку певний об'єм може відвести від двигуна, що, в свою чергу, призводить до його роботи у діапазоні температур, вищому за оптимальний, або повному перегріву. Перегрів двигуна призводить до збільшеної випаровуваності палива і, як наслідок, підвищеній витраті палива. Дані несправності можна врахувати при математичному моделюванні шляхом пропорційного збільшення поліноміальних коефіцієнтів для визначення годинної витрати палива. В роботі [12] зазначено, що при збільшенні температури охолоджуючої рідини до 100 °С, питома витрата палива збільшується на 6%.

До найбільш типових несправностей гальмівної системи відносяться несправності, пов'язані з системою подачі повітря, які ведуть до неповного розгальмовування, та заклинювання гальмівних механізмів.

Серед несправностей коліс найчастіше зустрічається зменшення тиску в шинах, що призводить до підвищення опору кочення. В роботах [2-6] зазначено, що зниження тиску в шинах призводить до збільшення витрати палива на 7%. В роботі [14] зазначено, що таке збільшення може сягати 15%. В той же час, в роботі [21] стверджується, що при зміні швидкості в діапазоні від 10 до 50 км/год, коефіцієнт



опору кочення для шин вантажних автомобілів, які використовуються в для автомобілів, збільшується в середньому в 1,2...1,4 рази. Зіставивши вищенаведені відомості, для математичного моделювання несправностей коліс доцільно припустити, що, у діапазоні найбільш характерних для автомобілів робочих швидкостей, величина коефіцієнт опору кочення буде збільшуватись на 40%.

## **Висновок за розділом 2**

Визначені етапи застосування статистичних методів управління якістю управління процесом ТО автомобілів.

Визначені аналітично взаємозв'язок між технічним станом та витратою палива автомобілів: технічний стан ДВЗ, ходової частини, колеса в зборі.

## РОЗДІЛ 3

### ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ ТЕХНІЧНИМ СТАНОМ ТА ВИТРАТОЮ ПАЛИВА АВТОМОБІЛІВ

#### 3.1. Результати розрахунків на математичній моделі

Прийнявши для розрахунків значення густини палива рівною  $825 \text{ кг/м}^3$ , отримаємо  $34,07 \text{ л/100 км}$ . Дане значення відповідає витраті палива нового автомобіля на даному маршруті ( $33,63 \text{ л/100 км}$ ) з відносною похибкою  $1,29\%$  [9].

Наступним етапом моделювання була імітація несправностей з урахуванням періоду експлуатації транспортного засобу та температури навколишнього середовища.

Для кожного випадку, описаного в таблиці 3.2, було визначено коригуючі коефіцієнти  $k_t$  та  $k_T$ . В математичну модель були внесені параметри, які імітували певну несправність (табл. 3.2). Далі, отримане значення витрати палива було помножене на  $k_t$  та  $k_T$ . Результати розрахунків наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Результати математичного моделювання впливу характерних несправностей на  
витрату палива

$T_e$ місяців	t, °C	$k_t$	$k_T$	Витрата палива		
				Розрахункова, л/100 км	Фактична, л/100 км	Відносна похибка, %
74	18,4	1,015	1,127	8,66	8,95	3,3
70	-6	1,034	1,126	9,29	9,32	0,3
71	1,7	1,009	1,127	9,65	9,9	2,5

Як видно з таблиці 4.5, відносна похибка не перевищує  $5\%$ .

### 3.2. Визначення базової лінійної витрати палива та її подальше коригування

Визначення базової лінійної витрати палива та її подальше коригування проводиться в декілька етапів [9].

1. За допомогою системи GPS визначається еталонний режим руху автомобіля за визначеним маршрутом.

2. За отриманими GPS даними, весь маршрут руху розбивається на ділянки з однаковими умовами руху (прямолінійна чи криволінійна з однаковим позовжнім ухилом).

Якщо не має можливості отримати GPS дані еталонного режим руху автомобіля за визначеним маршрутом, ділянки для подальшого математичного моделювання формуються на основі загально доступних супутникових карт, які мають можливість будувати маршрут руху в ручну та надають інформацію про GPS координати та висоту над рівнем моря (Наприклад, програма GoogleПланета). Швидкісні режими в даному випадку підбираються таким чином, щоб загальний час у русі, з урахуванням простоїв на зупинках, відповідав запланованому графіку руху автомобіля.

3. За допомогою математичної моделі визначаємо базову лінійну витрату палива  $Q_{s0}$  на даному маршруті.

4. Фактична очікувана витрата палива автомобіля певного періоду експлуатації за певної температури навколишнього середовища буде визначатися як добуток лінійної витрати палива та коригуючих коефіцієнтів  $k_t$  та  $k_T$ :

$$Q_s = Q_{s0} \cdot k_t \cdot k_T \quad (3.1)$$

Кількість палива, яку автомобіль витратить за зміну у літрах, буде визначатись за формулою:

$$Q_m = (Q_s \cdot S) / 100 \quad (3.2)$$

де  $S$  – загальний пробіг за зміну, км.

На рисунку 3.1 представлено графік, який ілюструє динаміку зміни базової лінійної витрати палива від різних значень температури навколишнього середовища та терміну експлуатації.

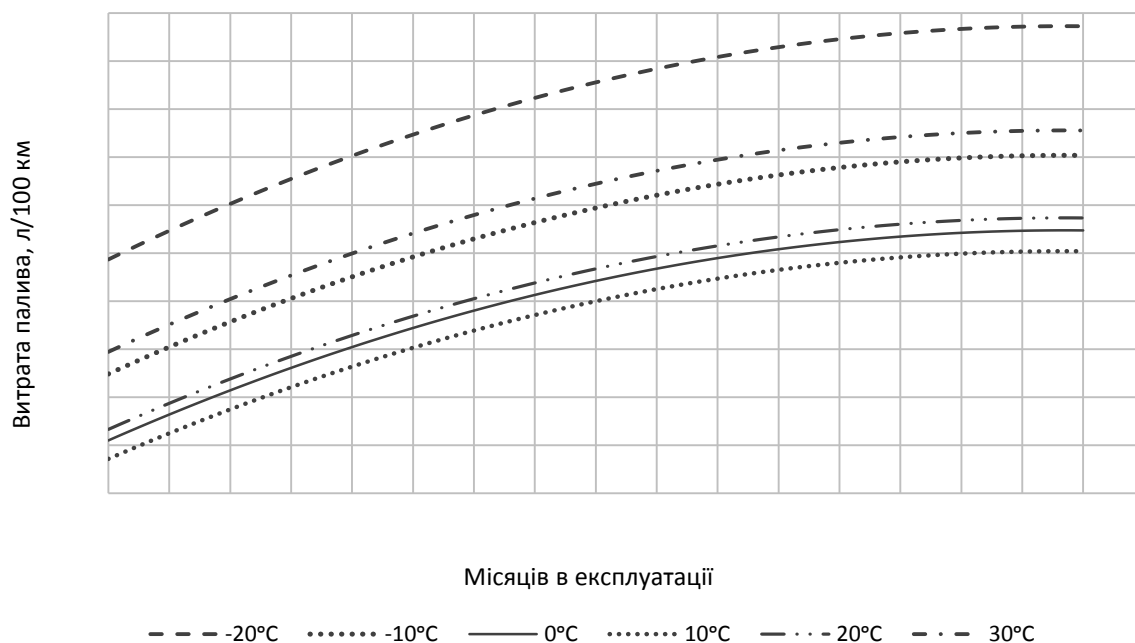


Рис. 3.1. Залежність базової лінійної витрати палива від температури навколишнього середовища та терміну експлуатації. Розрахункові дані

В таблиці 3.2 наведено фактичні значення витрати палила, обрані випадковим чином, у порівнянні з розрахованими.

Таблиця 3.2

Порівняння фактичних значень витрати палила з розрахунковими

Термін експлуатації, місяців	Темп. навк. серед. °C	Дата	Фактичне витрата палива, л/100 км	Розрахована витрата палива, л/100 км	Відносна похибка, %
63	+14	14.07.2019	6,63	6,5	1,96
55	-10	31.01.2019	7,96	7,8	2,01
63	+14	14.07.2019	7,68	7,85	2,213
57	-14	06.01.2019	7,8	7,41	5
74	+14	21.05.2019	7,17	7,34	2,37
72	-7	20.03.2019	7,86	7,59	3,435
4	+14	21.05.2019	6,73	6,47	3,863
1	-9	23.01.2019	5,97	5,94	0,502

Як видно з табл. 3.3, результати коригування базової лінійної витрати палива досить точно відповідають фактичним значенням, а відносна похибка не перевищує 5%. Значення витрати палива, отримане в результаті корегування будемо називати базовою витратою палива для заданого маршруту.

### **3.3. Виявлення несправностей за допомогою карт Шухарта**

Процес виявлення несправностей за показником витрати палива в л/100 км, використовуючи контрольні карти Шухарта, проводиться у такій послідовності [9]:

1. За допомогою методики визначаємо базову витрату палива для заданого маршруту. Отримане значення приймаємо за центральну лінію.
2. Визначаємо ВКМ та НКМ.
3. Визначаємо проміжні контрольні межі, які знаходяться на рівні  $\pm\sigma$  та  $\pm 2\sigma$ .
4. В кінці зміни фіксуємо витрату палива в л/100 км, приводимо її до значення при 20 °С та наносимо на контрольну карту.
5. Перевіряємо наявність статистичного сигналу про відхилення в роботі транспортного засобу за критеріями.
6. За наявності статистичного сигналу про відхилення, направляємо АТЗ на поглиблене діагностування для виявлення несправності.

Приклади деяких несправностей, які були виявлені за допомогою карт Шухарта, а також несправностей, які не можливо виявити за допомогою даного інструменту, наведено на рис. 3.2-3.4.

Дані представлені за період 14 днів до моменту настання відмови та 7 днів після. Для побудови контрольних карт було використано значення витрати палива певного автомобіля, який весь дослідний період (14 днів до відмови, день відмови та 7 днів після відмови) здійснював рух на одному і тому самому маршруті.

В результаті проведених досліджень було виявлено, що усі несправності, які виникають в процесі експлуатації автомобілів можна розділити на 2 основні групи: ті, що впливають на витрату палива та ті, що на неї не впливають [9].

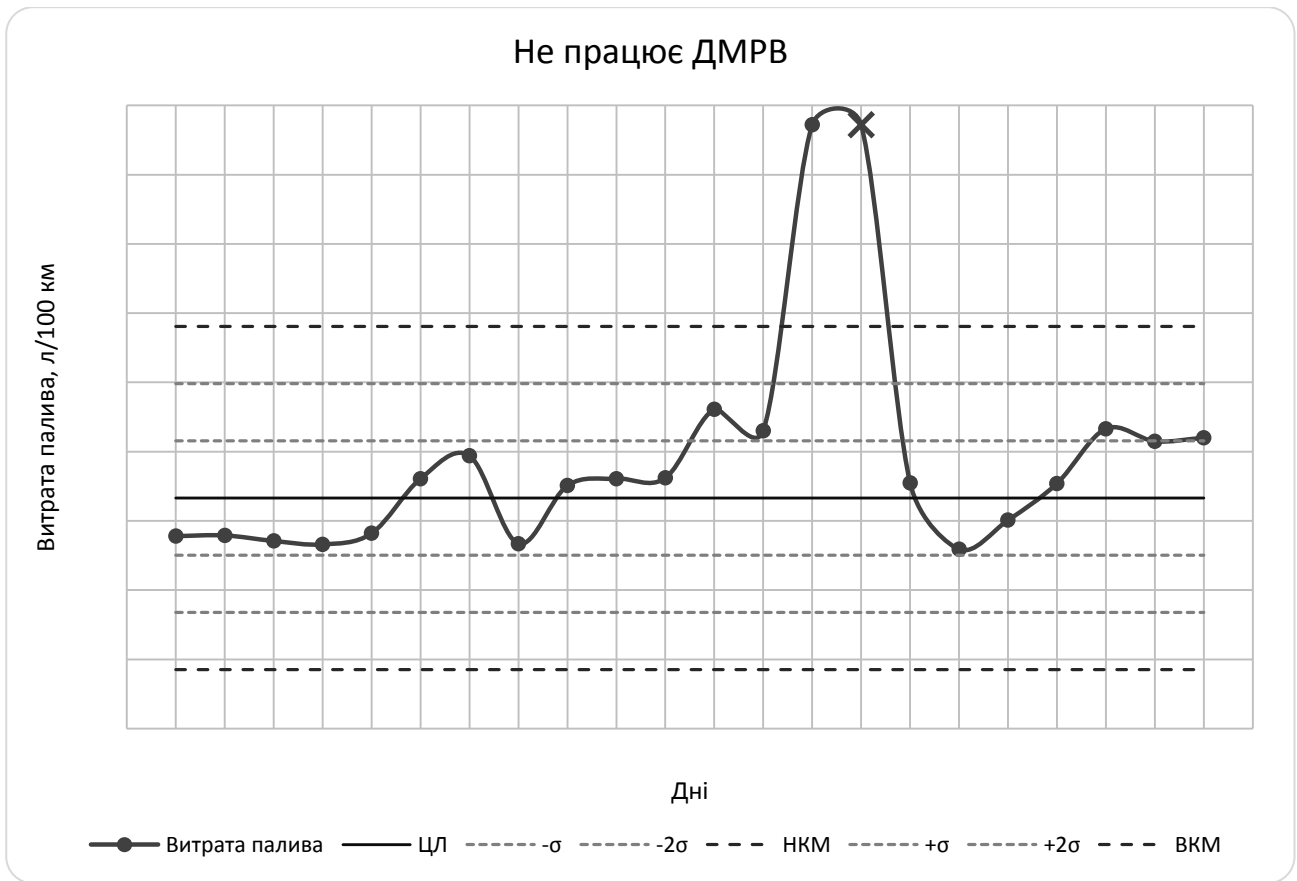


Рис. 3.2. Контрольна карта Шухарта витрати палива в л/100 км при несправності ДМРВ



Рис. 3.3. Контрольна карта Шухарта витрати палива в л/100 км при спусканні лівого внутрішнього колеса

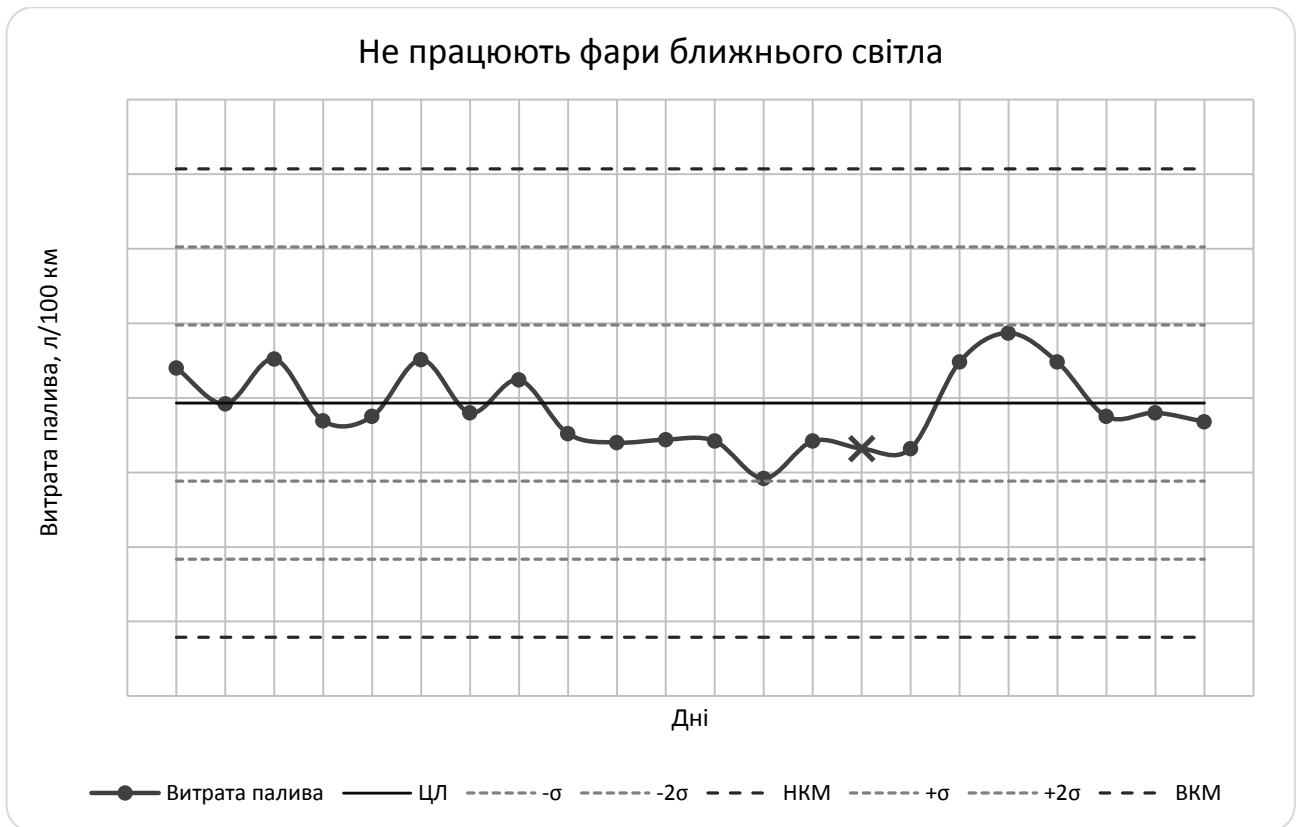


Рис. 3.4. Контрольна карта Шухарта витрати палива в л/100 км при несправності фар ближнього світла

Цікавим є те, що частина несправностей призводить до майже миттєвого збільшення витрати палива, а частина – до поступового [9].

Наприклад, заклинювання коліс призводить до майже миттєвого збільшення витрати палива оскільки викликане, як правило, неповним розгальмуванням. Це, в свою чергу, провокує виникнення додаткової сили тертя, яка чинить опір руху транспортного засобу і вимагає додаткових витрат палива на її подолання. В результаті дослідження, всі подібні несправності було виявлено за основним критерієм (коли контрольний показник виходить за межі контрольних ліній), що свідчить про те, що часткове заклинювання суттєво збільшує опір руху транспортного засобу. В окремих випадках збільшення витрати палива сягало до 16% [9].

З іншого боку, така несправність як зменшення тиску в шинах, призводить до поступового збільшення витрати палива і, за результатами дослідження була виявлена за додатковим критерієм (8 точок поспіль знаходяться з одного боку

центральної лінії). Поступове зменшення тиску в шинах виникає внаслідок негерметичності самої шини або через несправності ніпеля і призводить до поступового збільшення коефіцієнту опору кочення, що відображається на витраті палива. В середньому, внаслідок зменшення тиску в шинах, було зафіксовано збільшення витрати палива до 8% [9].

Характерні несправності системи охолодження можна розділити на дві групи: раптовий вихід з ладу окремих її елементів та підтікання в системі. Так, відмова насоса призводить до раптового збільшення витрати палива внаслідок різкого зменшення ефективності охолодження двигуна та підвищення діапазону його робочих температур, що веде до підвищеної випаровуваності палива та його перевитрати. В залежності від характеру несправності, спостерігається збільшення витрати палива 6...13%. Підтікання в системі охолодження призводить до збільшення витрати палива до 5% і в результаті дослідження не було виявлено статистичних сигналів, які б дозволили виявити несправності даного виду.

Втрата герметичності підвіски та гальм призводить до збільшення витрати палива в межах 5%.

Обриви ременя ГРМ супроводжувались різким збільшенням витрати палива на рівні 6...8%, яке трималося 3...6 днів до моменту настання відмови. Дане явище пояснюється тим, що матеріал долає границю тривкості, наступає гранична деформація (граничне значення розтягу), натяг ременя зменшується, виникають проковзування і як наслідок, перебої у фазах газорозподілу. В залежності від навантажень на двигун, ремінь в такому стані знаходиться певний час після чого настає розрив [9].

Найбільш очевидною несправністю, яка впливає на витрату палива є підтікання в системі живлення. Несправності такого виду характеризуються різким збільшенням витрати палива (до 30% в залежності від інтенсивності підтікання). Як правило, настають раптово.

Несправність зовнішніх світлових приборів, генератора, стартера, відсутність заряджання АКБ та живлення на споживачах панелі приладів не можливо було



виявити за показником витрати палива, оскільки всі вони пов'язані зі зниженням навантаження на електричну мережу.

Найпоширенішими елементами кузова, у яких виникають несправності, є двері та багажник. Інколи зустрічаються тріщини скла (лобового або бокових вікон), несправності елементів салону та підлоги. Відмови такого виду не можливо виявити за показником витрати палива, оскільки вони виникають миттєво та не мають зв'язку з силами опору руху [9].

Також до відмов, які не вдалося визначити за допомогою показника витрати палива відносяться [9]:

- люфт рульового керування, оскільки він характеризує сумарний зазор між елементами рульового керування і, як наслідок, впливає лише на кількість обертів рульового колеса, яку необхідно зробити для повороту, а не на сумарний опір коченню;

- підтікання гідравлічної рідини з підсилювача керма;

- підтікання в системі мащення, оскільки загальний об'єм оливи в двигуні досить великий і незначні підтікання не впливають на ефективність мастильного процесу в цілому;

- прогорання глушника, оскільки, по суті, дана несправність зменшує загальний гідравлічний опір системи, а отже, теоретично, призводить до незначного зменшення витрати палива, яку можна прийняти за статистичну похибку.

Несправності коробки передач, пов'язані з перемиканням передач, в більшості випадків можуть бути виявлені водієм в процесі експлуатації. Найбільш суттєвий вплив на витрату палива має відсутність можливості увімкнення третьої передачі, оскільки режим руху автомобіля такий, що більшу частину часу він курсує на I...III передачах. Якщо не вмикається 3-я передача, це означає, що ділянки, які б водій міг проїхати на ній, він змушений долати на 2-й передачі на підвищених обертах, що в свою чергу, призводить до збільшення витрати палива (до 8% за результатами дослідження) [9].

### **Висновки за розділом 3**

В результаті проведених досліджень було виявлено, що усі несправності, які виникають в процесі експлуатації автомобілів можна розділити на 2 основні групи: ті, що впливають на витрату палива та ті, що на неї не впливають.

Наприклад, заклинювання коліс призводить до майже миттєвого збільшення витрати палива оскільки викликане, як правило, неповним розгальмуванням. Це, в свою чергу, провокує виникнення додаткової сили тертя, яка чинить опір руху транспортного засобу і вимагає додаткових витрат палива на її подолання. В результаті дослідження, всі подібні несправності було виявлено за основним критерієм (коли контрольний показник виходить за межі контрольних ліній), що свідчить про те, що часткове заклинювання суттєво збільшує опір руху транспортного засобу. В окремих випадках збільшення витрати палива сягало до 16%.

Зменшення тиску в шинах, призводить до поступового збільшення витрати палива.

Втрата герметичності підвіски та гальм призводить до збільшення витрати палива в межах 5%.

Обриви ременя ГРМ супроводжувались різким збільшенням витрати палива на рівні 6...8%.

Підтікання в системі живлення характеризуються різким збільшенням витрати палива (до 30% в залежності від інтенсивності підтікання).

## РОЗДІЛ 4

### ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

#### 4.1. Рекомендації щодо впровадження методики карти Шухарта

Запропонована методика оцінки технічного стану автомобілів за показником витрати палива може бути використана для оцінки технічного стану легкових, вантажних автомобілів, які здійснюють міські, міжміські вантажні перевезення. Обов'язковою умовою ефективного її використання є обладнання рухомого складу датчиками рівня палива або диференціальними витратомірами та системою GPS.

На першому етапі впровадження необхідно сформувати вихідні данні для розрахунку базової лінійної витрати палива для певного маршруту руху, до яких належать:

- габаритні розміри транспортного засобу;
- масові показники транспортного засобу – повна маса, споряджена маса та маса пасажирів чи вантажу;
- передаточні числа коробки передач та головної передачі;
- геометричні параметри коліс – діаметр ободу, висота профілю; динамічний радіус та радіус кочення;
- зовнішня швидкісна характеристика двигуна;
- момент інерції маховика та коліс;
- GPS дані маршруту руху.

Габаритні розміри, передаточні числа коробки передач і головної передачі та масові показники приймаються з технічної характеристики транспортного засобу. Геометричні параметри коліс можуть бути отримані з технічної характеристики шин або шляхом розшифрування її маркування.

GPS дані маршруту руху визначаються експериментально або шляхом побудови маршруту руху автомобіля у спеціалізованому картографічному програмному забезпеченні (наприклад, Google Планета). Висоту над рівнем моря

варто уточнювати за базами даних NASA SRTM1 та NASA SRTM3 через сервіс [11], який має можливість до маршруту, заданого у системі координат «довгота–широта», додати висоту над рівнем моря та розрахункові дані швидкості, поздовжнього ухилу дороги та сумарного шляху.

На етапі проведення контролю технічного стану транспортного засобу, спираючись на отримані розрахункові дані, за методикою визначаються контрольні межі для побудови карт Шухарта за критерієм витрати палива. Контрольні межі та центральна лінія наносяться на аркуш паперу чи заносяться на окремий лист програмного середовища Excel.

Далі, за алгоритмом, представленим в п. 3.4, шляхом нанесення значень на карту Шухарта, проводиться контроль витрати палива. Облік доцільно здійснювати для кожного автомобіля в рамках одного маршруту. Тобто, витрата палива одним і тим же АТЗ на різних маршрутах заносяться в різні карти послідовними точками, не пропускаючи дні, коли він працював на іншому маршруті. Якщо побудова контрольних карт проводиться в ручну, то оптимальна кількість точок для однієї карти становить 30, що відповідає одному повному місяцю експлуатації. Якщо побудова проводиться за допомогою програмного забезпечення, наприклад Excel, то кількість точок можна збільшити до 60. На одну карту не варто наносити більше 90 послідовних точок, оскільки це може погіршити її наочність та викликати помилки в процесі виявлення несправностей.

За наявності статистичного сигналу про відхилення у технічному стані, АТЗ направляється на діагностування. Критерії присутності статистичного сигналу про нестабільність системи наведені в п. 2.2. Під час діагностування, в першу чергу перевіряється наявність найбільш характерних несправностей, перелік яких зазначений в п. 3.3. За результатами діагностування приймається рішення про необхідність направлення транспортного засобу в один з ремонтних підрозділів підприємства.

Оцінка технічного стану вантажних автомобілів, що здійснюють збірні перевезення в межах міста, здійснюється за тим самим принципом, що і автомобілів. Основним ускладненням в даному випадку є облік маршруту руху.

Найбільш ефективно використання запропонованої методики можливе за умови, що маршрут руху буде спланований заздалегідь і водій буде суворо його дотримуватись. Також мають бути враховані зміни маси транспортного засобу, які виникають в наслідок відвантаження частини вантажу чи додаткового дозавантаження у відповідних пунктах. Виходячи з цього обмеження, найбільш раціональним використанням даної методики вбачається для оцінки технічного стану вантажних автомобілів, які здійснюють регулярну доставку між заздалегідь відомими пунктами навантаження / розвантаження, наприклад доставка продуктів і хлібних виробів в магазини чи будівельних матеріалів на будмайданчик.

Використання запропонованої методики з метою оцінки технічного стану автомобілів, що здійснюють адресні доставки до будинків населення, потребує урахування особливостей режиму руху по передбудинкових територіях, що суттєво ускладнює розрахунки базової лінійної витрати палива. Окрім цього, досить часто бувають випадки, коли такі доставки відмінюють чи переносять на інший час, що змушує водія міняти маршрут, а отже розрахункові значення можуть суттєво відрізнятись від фактичних, тому для таких видів вантажних перевезень використовувати запропоновану методику не доцільно.

Для міжміських вантажних перевезень характерними є значні добові пробіги (від 300 до 1000 км). Це означає, що статистичний сигнал про несправність може виникнути в момент, коли водій знаходиться в рейсі. Виходячи з цього, якщо в попередніх випадках значення витрати палива можливо контролювати один раз в кінці зміни, то у випадку з міжміськими та міжнародними вантажними перевезеннями, автомобіль має бути обладнаний системою моніторингу витрати палива, яка дає можливість безперервного контролю її значення, та системою зв'язку з диспетчером, який би міг попередити про ймовірність настання несправності та надати рекомендації щодо її попередження чи необхідності зміни режиму руху. В іншому, впровадження методики здійснюється за тим самим алгоритмом, що і для міських пасажирських та вантажних перевезень.

## 4.2. Рекомендації щодо підвищення рівня управління якістю технологічних процесів

Одним із вирішальних чинників для споживача при виборі на ринку АТЗ є реальна можливість виробника (постачальника) забезпечити їх ТО протягом всього періоду експлуатації. Тому поліпшення сервісу АТЗ є важливим елементом стратегії управління збутом АТЗ в системі маркетингу. Високоякісний сервіс в значній мірі визначає конкурентоспроможність АТЗ, збільшує попит на нього. Роль сервісного обслуговування, що забезпечує ефективне використання устаткування ТОіР є одним з основних компонентів, що дозволяють підтримувати марку підприємства і його продукції на високому рівні (рис. 4.1).

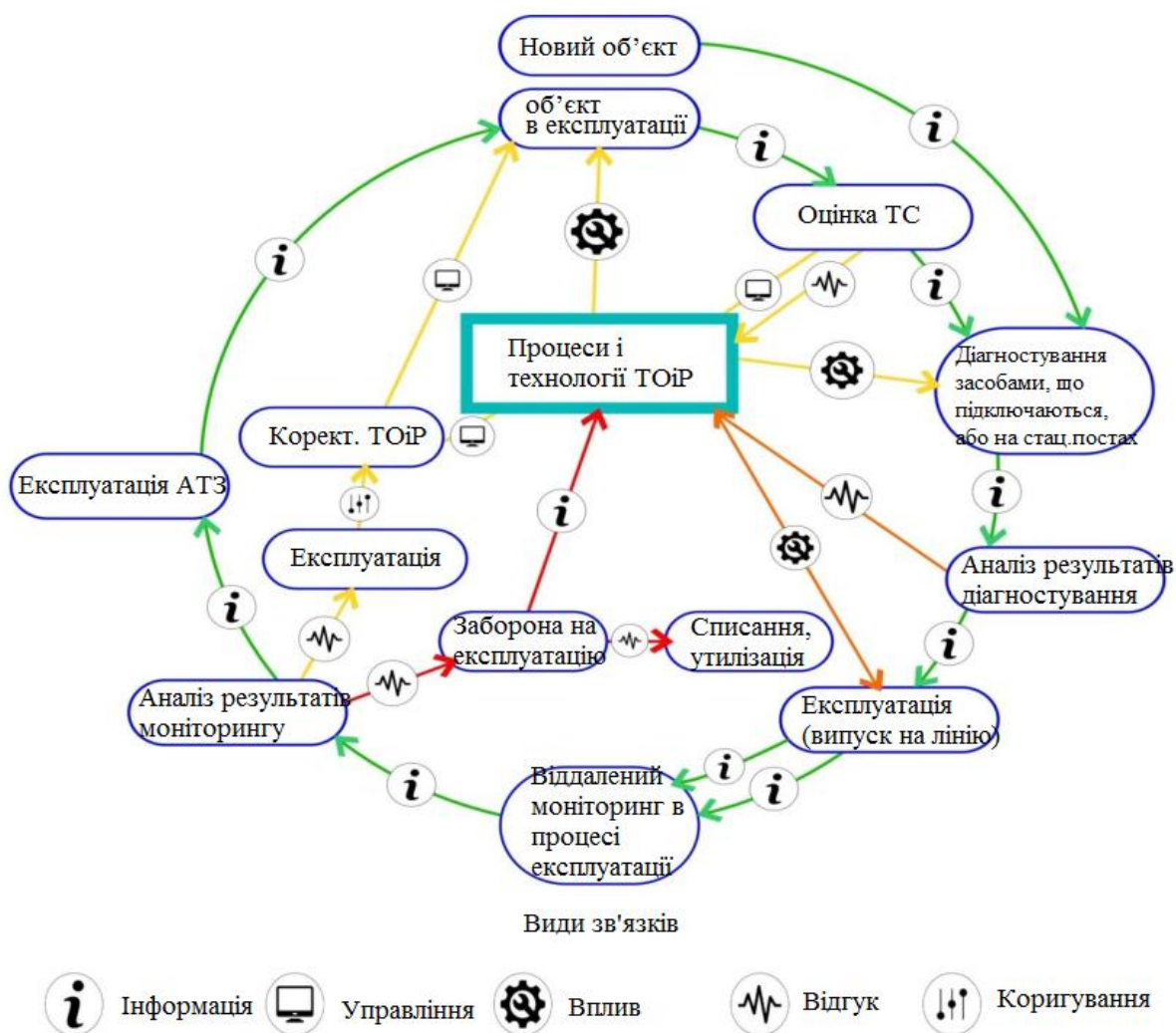


Рис. 4.1. Процеси ТО та технології забезпечення якості АТЗ

Сервісне обслуговування представляє собою сукупність робіт, що виконуються службою сервісного обслуговування підприємства-виробника з метою забезпечення правової захищеності та соціально-економічної задоволеності покупця в результаті використання їм придбаного товару.

До критеріїв сервісного обслуговування належать:

1) номенклатура та кількість – кількість відмовлень покупців від вже оформленої покупки чи послуги в загальній масі послуг за аналізований період;

2) якість – на скільки АТЗ за рівнем якості відповідає вимогам ринку, стандарту чи договору;

3) час (пробіг) – здійснення поставок чи виконання інших послуг відповідно до нормативних або інших документів;

4) ціна АТЗ;

5) надійність надання сервісу – забезпечення покупців сервісом за критеріями часу (пробігу), кількості та якості АТЗ [9].

Управління конфігурацією та контрольними діями слід проводити, щоб документувати будь-які запропоновані чи фактичні зміни в плані безпеки системи. Інформаційні системи знаходяться в постійному стані еволюції з оновленнями до апаратного, програмного забезпечення, прошивки та можливих змін у навколишньому середовищі. Документування змін інформаційної системи та оцінка потенційного впливу цих змін на безпеку системи є необхідними заходами для забезпечення постійного моніторингу та недопущення прогалин в акредитації системи безпеки (рис. 4.2).

Виконанні дослідження дозволили розробити процедуру прийняття рішення про вибір конкурентоспроможного легкового автомобіля, яка включає в себе ряд етапів (рис. 4.3).

За результатами даних досліджень приймається, або відхиляється рішення придбання автомобіля. На другому етапі формується вимога до автомобілів і здійснюється розробка системи показників з угрупованням їх в базовий рівень для подальшої оцінки якості автомобілів.

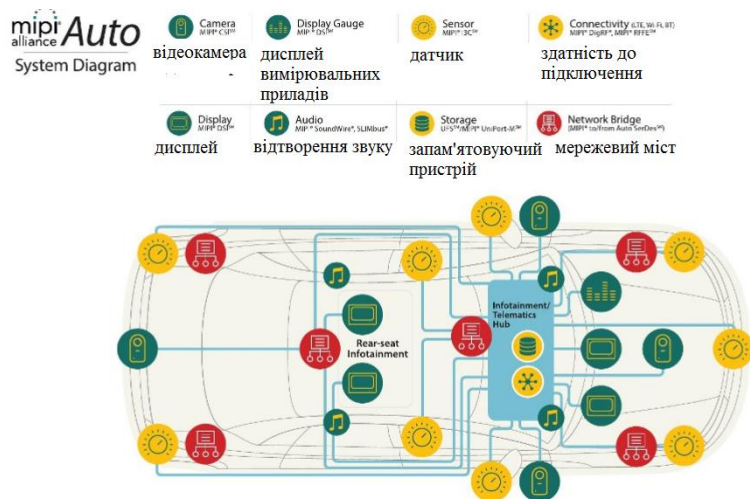


Рис. 4.2. Контроль за АТЗ в процесі експлуатації на базі автомобільних датчиків

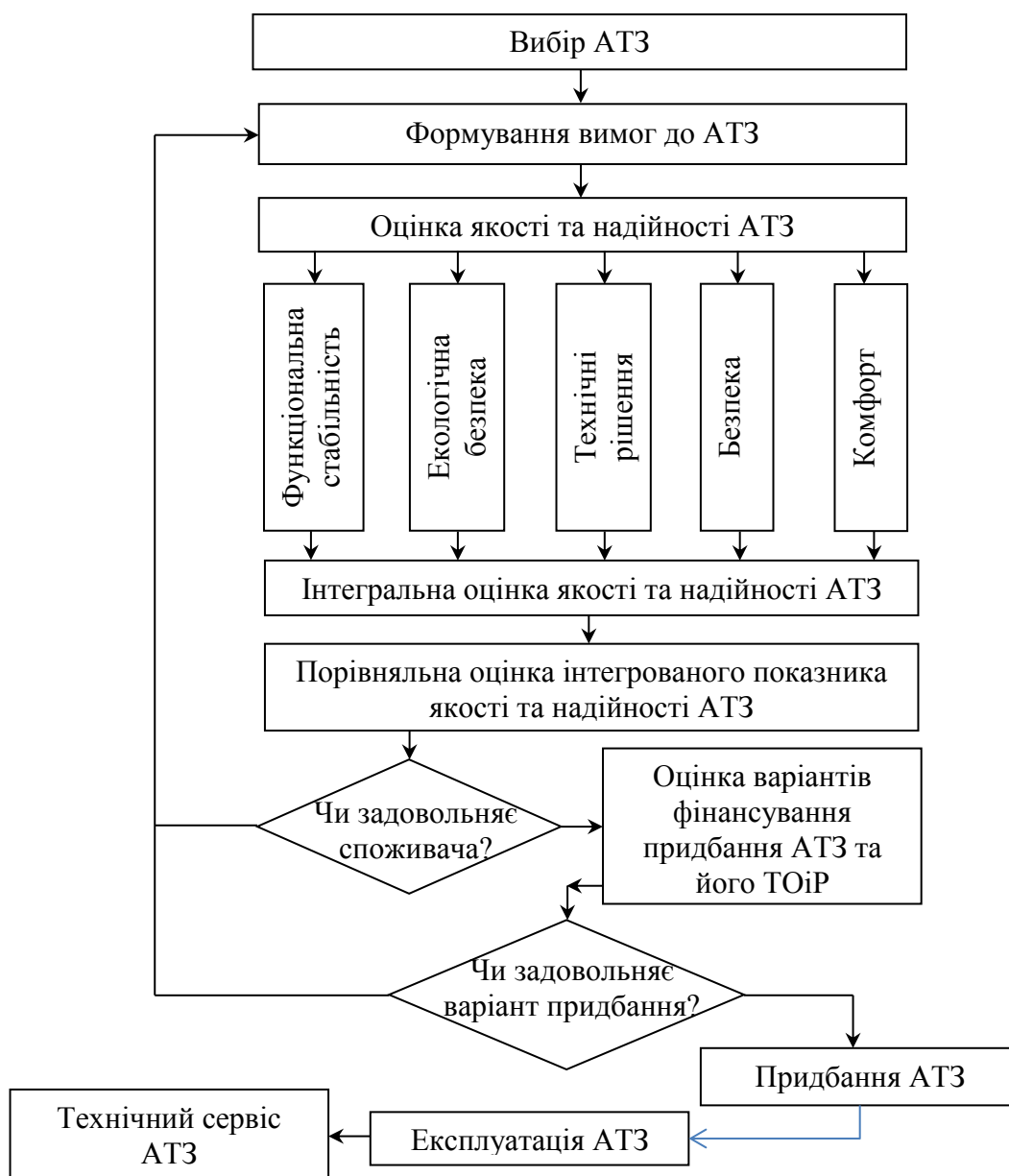


Рис. 4.3. Процедура вибору конкурентоспроможного автомобіля



## **Висновки за розділом 4**

Запропонована методика оцінки технічного стану автомобілів за показником витрати палива може бути використана для оцінки технічного стану легкових, вантажних автомобілів, які здійснюють міські, міжміські вантажні перевезення. Обов'язковою умовою ефективного її використання є обладнання рухомого складу датчиками рівня палива або диференціальними витратомірами та системою GPS.

За наявності статистичного сигналу про відхилення у технічному стані, АТЗ направляється на діагностування.

Високоякісний сервіс в значній мірі визначає конкурентоспроможність АТЗ, збільшує попит на нього. Роль сервісного обслуговування, що забезпечує ефективне використання устаткування ТОіР є одним з основних компонентів, що дозволяють підтримувати марку підприємства і його продукції на високому рівні.

## ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішувалася важлива мета – підвищити ефективність системи технічної експлуатації автомобілів за рахунок реалізації статистичних методів управління технологічними процесами технічного обслуговування автомобілів. У ході виконаної роботи отримані наступні основні результати:

1. Проведений аналіз свідчить про те, що контрольні карти Шухарта є поєднанням теорії ймовірностей і практичного досвіду. Вони надзвичайно ефективні для виявлення некерованої варіації будь-якого процесу.

2. Визначено аналітично взаємозв'язок між технічним станом та витратою палива автомобілів. На перевитрату палива впливає технічний стан ДВЗ, ходової частини, колеса в зборі.

3. В результаті роботи визначено, що заклинювання коліс легкових автомобілів призводить до майже миттєвого збільшення витрати палива до 16%. Зменшення тиску в шинах, призводить до поступового збільшення витрати палива. Втрата герметичності підвіски та гальм призводить до збільшення витрати палива в межах 5%. Обриви ременя ГРМ супроводжувались різким збільшенням витрати палива на рівні 6...8%. Підтікання в системі живлення характеризуються різким збільшенням витрати палива (до 30% в залежності від інтенсивності підтікання).

4. Підтверджено доцільність використання контрольних карт Шухарта як інструмент для виявлення несправностей коліс, системи охолодження, підвіски та гальм, обривів ременя ГРМ. Встановлено, що для виявлення несправностей електрообладнання, люфтів у рульовому керуванні, підтікань в системі мащення та несправностей системи випуску відпрацьованих газів використання контрольних карт Шухарта недоцільне.

5. Матеріали магістерської роботи впроваджено в ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро) при проведенні лекційній та практичних робіт з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів».

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Моляко В.А. Психология конструкторской деятельности / В.А. Моляко. – М.: Машиностроение, 1983.– 134 с.
2. Лазарев В.Г. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи / Под ред. В.Г. Лазарева. – М.: Радио и связь, 1983. – 248с.
3. Сахно В. П. Нормування витрати палива для міських автобусів з дизельним двигуном / Сахно В. П., Свостін-Косяк Д. О. - Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». – Київ : НТУ, 2017. – Вип. 3 (39), С 141-150.
4. Сахно В. П.. До обґрунтування взаємозв'язку витрати палива та періоду експлуатації міських автобусів з дизелем / Сахно В. П., Свостін-Косяк Д. О. - Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Київ : НТУ, 2019. Вип. 1 (43), С. 22-34.
5. Российская автотранспортная энциклопедия :Практ. рекомендации и норматив. база / Моск. гос. автомобил.-дорож. ин-т (Техн. ун-т) и др.; Гл. науч. ред. – Е.С. Кузнецов. – Т. 3; Вып. 2: Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспортных средств : Справ. и науч.-практ. пособие для специалистов отрасли "Автомобил. трансп.", для студентов и науч. сотрудников профил. учеб. заведений, НИИ / [Луканин В.Н. и др.]. – [2001]. – 455 с. : ил., табл.
6. Говорущенко Н. Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте / Говорущенко Н. Я - М. : Транспорт, 1990. 135 с.
7. Про затвердження Правил експлуатації колісних транспортних засобів : Наказ Міністерства інфраструктури України від 26.07.2013 № 550 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1453-13> (дата звернення: 12.10.2019)
8. Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники. Требования к эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности изделий. ГОСТ 21624-81. – Переизд. июнь 1987. – Взамен ГОСТ 21624–76; введ. 01.01.83.

9. Савостін-Косяк Д. О. Оцінка технічного стану міських автобусів за показником витрати палива: дис...канд. техн. наук: 05.22.20 / Савостін-Косяк Данило Олександрович. - К., 2010. - 220 с.
10. Енергетичний баланс України // База даних «Енергетика» / Державна служба статистики України. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/energ.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/energ.htm). (дата звернення: 12.10.19).
11. Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті: Наказ Міністерства транспорту України від 10.02.1998 № 43 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/rada/show/v0043361-98>. (дата звернення: 12.10.19)
12. Редзюк А. М. та ін. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. Третя редакція / ДП «ДержавтотрансНДІпроект». Київ : Видавництво НВЦ «ІнформАвтоДор», 2012. 119 с.
13. Кривошапов С. И. Нормирование расхода топлива на транспорте / Кривошапов С. И. - Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". - Луцьк, 2014. Вип. 45, С. 308–316.
14. Сахно В. П., Корпач О. А. Уточнена математична модель для визначення показників паливної економічності автомобіля з двигунами різної потужності при виконанні міського їздового циклу / Сахно В. П., Корпач О. А. - Вісник СевНТУ. Сер. : Машиноприладобудування та транспорт. Київ : НТУ, 2013. Вип. 142, С. 48-51.
15. Off-Board Diagnostic Connector: SAE J1939/13\_201610. – Publ. 25.11.2016. SAE International, 17 p.
16. Technical Information The new Citaro. Mannheim : Mercedes-Benz Omnibusse, 2012. 16 p.
17. Про затвердження Порядку затвердження конструкції транспортних засобів, їх частин та обладнання та Порядку ведення реєстру сертифікатів типу транспортних засобів та обладнання і виданих виробниками сертифікатів відповідності транспортних засобів або обладнання: Наказ Міністерства інфраструктури України від 17.08.2012 № 521 // База даних «Законодавство України» / ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1586-12#n249> (дата звернення: 10.11.2019).

18. ДСТУ 3649:2010 Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання.
19. Наказ Міністерство Інфраструктури України № 615 від 28.11.2014 р. «Про затвердження Правил надання послуг з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів».
20. Наказ Міністерство Інфраструктури України N 550 від 26.07.2013 «Про затвердження Правил експлуатації колісних транспортних засобів».
21. Техническое обслуживание Volkswagen Touran. Карта ТО с ценами. – Режим доступу: <http://www.golfauto.ru/to/volkswagen/touran/> - Назва з екрану
22. Закон України «Про автомобільний транспорт».
23. Сакно О.П. Управління ресурсом шин засобів транспорту за рахунок удосконалення контролю зносу протектора: дис....канд. техн. наук: 05.22.20 / Сакно Ольга Петрівна. - Х., 2013. - 220 с.
24. Сакно О.П. Синтез технологій обслуговування автомобілів / Сакно О.П., Мойся Д. Л., Стойловський В. В., Діденко С. С., Носиков О. О. // Наукові праці Міжнар. наук.-практ. конф. "Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні" [15-18 жовтня 2019 р.] Харків 2019. Харківський Нац. Автомобільно-Дорожній Університет. С. 140-143  
[https://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F-AUTOMOBILE/Конференції/\\_тези19ХНАДУ.pdf](https://af.khadi.kharkov.ua/fileadmin/F-AUTOMOBILE/Конференції/_тези19ХНАДУ.pdf)
25. Технические характеристики Volkswagen Touran 2003 – 2006 – Режим доступу: [http://www.bibipedia.info/tech\\_harakteristiki/volkswagen/touran/touran\\_2003\\_-\\_2006](http://www.bibipedia.info/tech_harakteristiki/volkswagen/touran/touran_2003_-_2006) - Назва з екрану
26. Регламентные работы по техническому обслуживанию легковых автомобилей – Режим доступу: <https://vw.avto-city.ru/owners/service/service/reglamentnye-raboty-po-tekhnicheskomu-obsluzhivaniyu-legkovykh-avtomobiley-volkswagen/> - Назва з екрану
27. Как уменьшить расход топлива на автомобиле – Режим доступу: <https://vw.avto-city.ru/models/preimushchestva/obzor/kak-umenshit-raskhod-topliva-na-avtomobile/> - Назва з екрану

### Регламентні роботи ТО автомобіля

Технічне обслуговування автомобіля необхідно виконувати через кожні 20000 км. (для авто з бензиновим двигуном, кожні 15000 км) або 1 раз на рік, в залежності від того, яка подія виникне першим.

Регламентні заміни	ТО-1 (інспекційний сервіс)	ТО-2 (інспекційний сервіс з додатковим обсягом інспекційного сервісу)
Замінити моторне масло і масляний фільтр ДВЗ	+	+
Замінити повітряний фільтр ДВЗ	-	+
Замінити салонний фільтр	+	+
Замінити паливний фільтр *	-	+
Замінити свічки запалювання (може знадобитися раніше в залежності від їх стану)	-	+
Перевірити повітряний фільтр	+	-
Комп'ютерна діагностика електронних систем	+	+
<b>Регламентні перевірки</b>	<b>ТО-1</b>	<b>ТО-2</b>
Звуковий сигнал: перевірити роботу	+	+
Плафони освітлення у стелі, в багажному відсіку і речовому відсіку: перевірити роботу	-	+
Система очищення фар: перевірити роботу	+	+
Світлові прилади передньої частини автомобіля: перевірити габаритні вогні, ближнє світло, дальнє світло, ПТФ, покажчики поворотів, аварійну світлову сигналізацію	+	+
Світлові прилади задньої частини автомобіля: перевірити стоп-сигнали (також 3-й стоп-сигнал), задній габаритний вогонь, ліхтар заднього ходу, задній ВТФ, освітлення номерного знака, покажчики поворотів, аварійну світлову сигналізацію	+	+
Склоочисник / стеклоомиватель: перевірити роботу, регулювання жиклерів, перевірити чи немає пошкоджень, при необхідності відрегулювати	+	+
Вітрове скло: оглянути на наявність пошкоджень.	+	+
Щітки склоочисників: перевести в сервісне положення і перевірити чи не пошкоджені вони; перевірити вихідне положення	+	+
Кузов всередині і зовні: оглянути на наявність корозії при відкритих капоті, дверях, кришці багажного відсіку	-	+
Двигун і вузли в моторному відсіку (знизу): оглянути для виявлення можливих негерметичність і пошкоджень	+	+
Коробка передач, головна передача і пильовики шарнірів: оглянути для виявлення можливих негерметичність і	+	+

Регламентні заміни	ТО-1 (інспекційний сервіс)	ТО-2 (інспекційний сервіс з додатковим обсягом інспекційного сервісу)
пошкоджень		
Поліклинові ремінь: перевірка стану	-	+
Кульові опори, сайлент-блоки, шарніри стійок стабілізаторів і гумові опори стабілізаторів: виконати контрольний огляд на наявність пошкоджень	-	+
Гальмівна система: оглянути на предмет негерметичності і пошкоджень	+	+
Товщина передніх і задніх гальмівних колодок, стан гальмівних дисків: перевірка	+	+
Наконечники рульових тяг: перевірити люфт, кріплення і герметичність ущільнювачів чохлів	-	+
Випускна система: огляд на предмет негерметичні, пошкоджень і ненадійного кріплення	-	+
Днище: оглянути антикорозійний захист, облицювання днища, кріплення трубопроводів, заглушки з метою виявлення пошкоджень	-	+
Пружини і відбійники спереду і ззаду: оглянути на наявність пошкоджень	-	+
Пневмопідвіска (якщо є): перевірити візуально чи немає негерметичність і пошкоджень	-	+
Перевірка висоти малюнка протектора, стану і картини зносу шин, а також віку шин, включаючи запасне колесо, і тиску в шинах, при необхідності - коригування тиску	+	+
Акумуляторна батарея: перевірка за допомогою тестера VAS 6161	+	+
Двигун і вузли в моторному відсіку (зверху): оглянути для виявлення можливих негерметичність і пошкоджень.	+	+
Система охолодження: перевірка рівня ОЖ і температури початку замерзання	+	+
Рівень гальмівної рідини: перевірка в залежності від зносу гальмівних накладок	+	+
Склоочисник / стеклоомиватель: перевірити рівень миючої рідини і її температуру початку замерзання, залити рідину (тільки за бажанням клієнта)	+	+
Скидання індикації покажчика міжсервісний інтервалу	+	+
Регулювання фар: перевірити, при необхідності відрегулювати	+	+
Система контролю тиску в шинах: відкалібрувати після коригування тиску в шинах	+	+
Пробна поїздка	+	+

Обов'язкові регламентні роботи:

- Після перших 3 років, далі кожні 2 роки: заміна гальмівної рідини.

- Кожні 3 роки, або кожні 60000 км. пробєга. Заменїть масло в муфті Haldex - тїльки повнопривїдні автомобїлі (4MOTION).
- Кожні 3 роки, або кожні 60000 км. Пробїгу замїнити масло і фїльтр в КПП DQ250 / DQ500.
- Замїнити ATF в Автоматичної коробці передач - при пробїгу 60000 км (якщо можна застосувати).
- Замїнити полїклиновий ремїнь - при пробїгу 60000 км.
- Замїнити ремїнь приводу ГРМ і ролики - при пробїгу 120 тис км, або через 6 рокїв пїсля початку експлуатації (якщо є).
- Замїнити зубчастий ремїнь приводу насоса охолоджуючої рїдини - при пробїгу 120000 км. (якщо є).
- Кожні 2 роки фари з газорозрядними лампами: виконати базову установку.



## Загальні рекомендації щодо економії витрати палива на автомобілі в процесі експлуатації

Дані по витраті палива, що наводяться виробником автомобіля, засновані на новому європейському випробувальному циклі (NEFZ), який законом затверджений в якості обов'язкового методу оцінки витрати палива. Ці дані отримують в лабораторних умовах, які не завжди відповідають реальним умовам експлуатації автомобіля.

У циклі NEFZ витрата палива оцінюють для трьох режимів: міський, заміський і комбінований. За цими даними можна порівнювати номінальний витрата палива.

### Методи оптимізації витрати палива

Для зниження витрати палива на автомобілях Volkswagen необхідно дотримуватися таких правил:

- Намагайтеся рухатися рівномірно.
- Менше гальмуєте.
- Рухайтесь разом з транспортним потоком.
- Використовуйте рух накатом (на нейтралі).
- Використовуйте інерцію автомобіля.
- Рухайтесь, по можливості, на більш високій передачі. Двигуни Volkswagen TDI і TSI розраховані на рух також і на низьких оборотах.

Особливості зниження витрати палива на автомобілях з МКПП:

- При використанні автомобіля з механічною коробкою передач після початку руху, переходите на другу передачу.
- При перемиканні на вищі передачі можна пропускати одну з передач, якщо умови руху це дозволяють.
- При русі в потоці вибирайте, по можливості, максимально високу передачу.

Особливості зниження витрати палива на автомобілях з АКПП:

- Уникайте режим Kickdown.

• Ненадовго відпускайте педаль акселератора перед тим як знову натиснути на неї – автоматика при цьому включить наступну вищу передачу.

• Використовувати для перемикання на нижчі передачі режим примусового холостого ходу. Якщо прибрати ногу з педалі акселератора, АКП переключиться на більш низьку передачу. При цьому подача палива переривається, і витрата палива знижується. Приклади використання перемикання на нижчі передачі в режимі примусового холостого ходу: зняти ногу з педалі акселератора при русі на спуску або при наближенні до світлофора з червоним сигналом.

• Рухатися накатом. При русі на «нейтралі» витрата палива також значно знижується. Це особливо ефективно у випадках, коли автомобіль може рухатися накатом на тривалий відстань. При русі на спуску також має сенс рухатися накатом, але тільки якщо нахил не надто великий.

• Включати додаткові споживачі енергії тільки при необхідності. Електрообладнання, наприклад, кліматична установка, підігрів сидінь, заднього скла або зовнішніх дзеркал, також є споживачем палива. При розумному використанні обладнання можна уникнути підвищеної витрати палива.

• При низьких швидкостях кліматична установка, наприклад, може споживати до 2 л/100 км. При цьому температуру можна знизити, провітрюючи салон перед поїздкою, або, якщо деякий час проїхати з опущеними стеклами

• Перевірте тиск в шинах. Внесок опору коченню в сумарний витрата палива становить до 15%. Якщо шини накачані до тиску, розрахованого на повне завантаження, опір коченню знижується, і разом з ним знижується витрата палива; відповідні тиску вказані на кришці паливного бака або в деяких моделях в області порога на стійці з боку водія. При використанні шин зі зниженим опором коченню витрата палива може бути знижений більш ніж на 3%. Крім того, шини зі зниженим опором коченню менше шумлять.

• Уникайте поїздок на короткі расстоянія. На етапі прогріву холодного двигуна після пуску витрата палива максимальний (до 30 л / 100 км). При цьому слід, по можливості, уникати поїздок на короткі відстані, або, по крайній мере,

об'єднувати їх між собою. Прогрівання двигуна на холостих обертах в холодну погоду не знижує витрату палива, а навпаки – збільшує. Крім того, це заборонено законом.

- Використовуйте масло зі зниженою в'язкістю. Чим швидше деталі двигуна будуть добре змащені, тим швидше знизиться тертя всередині двигуна і скоротяться шкідливі викиди в атмосферу. Це особливо важливо при холодному пуску і поїздках на короткі відстані. При використанні масел з низькою в'язкістю витрата палива може бути знижений в порівнянні зі звичайними маслами більш ніж на 5%.

### **Загальні правила економії витрати палива**

- Слідкуйте за рівнем масла.
- Дотримуйтеся інтервали заміни масла.
- Використовуйте масла, допущені до застосування Volkswagen.
- Знижуйте аеродинамічний опір. Хороша аеродинаміка - ключ до зниження витрати палива. Кузов автомобіля Volkswagen сконструйований таким чином, що площа, підвладна вітрового навантаження, мінімальна. Однак використання надбудов на даху, таких як кріплення для перевезення велосипедів та багажники на дах зводять цю гідність до нуля. При збільшенні аеродинамічного опору на 33% витрати палива на швидкості 160 км/год збільшується на 2 л/100 км. Знімайте багажник з даху, навіть якщо він не використовується короткий час.
- Не возите з собою непотрібний баласт. 100 кг зайвого вантажу збільшують витрату палива на 0,3 л/100 км. Регулярний огляд вмісту багажного відсіку допомагає знизити витрату палива.

Дані правила застосовні для моделей Volkswagen: Polo, Golf хетчбек, Golf Sportsvan, Beetle, Jetta, Tiguan, Passat седан, Passat Variant, Volkswagen CC, Golf Variant, Touran, Sharan.

## Апробація результатів магістерської роботи

**ISBN 978-966-323-207-2**

**УДК 001 (06)**

**Упорядники :**

д. т. н., проф., ректор ДВНЗ ПДАБА *Савицький М. В.*, д. т. н., проф., зав.каф. будівельної механіки та опору матеріалів *Данішевський В. В.*, к. т. н., доц. каф. екології та охорони навколишнього середовища, радник ректора з редакційно-видавничої роботи *Тимошенко О. А.*

Матеріали друкуються в авторській редакції

Матеріали II науково-практичної конференції студентів ДВНЗ ПДАБА : збірник тез / упорядники В. В. Савицький, В. В. Данішевський, О. А.Тимошенко. – Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2020. – 148 с.

Відповідальний за випуск : доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, к. т. н. Тимошенко О. А.

Матеріали Другої науково-практичної конференції студентів ДВНЗ ПДАБА, травень 2020 р.

### *МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ*

Ведмеденко Іван, Аксьонов Максим (Шатов С. В.)  
**ОБЛАДНАННЯ МОБІЛЬНОГО БУДІВЕЛЬНОГО  
 ЗД-ПРИНТЕРА.....102**

Попенко Н. В., Сушко А. А., Кривенко В. В.,  
 Тарасов Д. В., Ковальчук С. О. (Сакно О. П.)  
**АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ  
 ТРАНСПОРТНИМ ПРОЦЕСОМ.....104**

### *ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ*

Ананіч Денис (Адегов О. В.)  
**СКОРОЧЕННЯ ТЕПЛОТРАТ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ  
 КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ, ЯК ОСНОВНА МЕТА  
 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ.....106**

Міністерство освіти і науки України  
 Харківський національний технічний університет сільського  
 господарства імені Петра Василенка  
 Національний університет біоресурсів і природокористування України  
 Сумський національний аграрний університет  
 Дніпровський державний аграрно-економічний університет  
 Білоруський державний аграрний технічний університет  
 Туркменський сільськогосподарський університет імені С.А. Ніязова  
 Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування  
 та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського  
 виробництва імені Леоніда Погорілого

**МАТЕРІАЛИ**  
 міжнародної науково-практичної конференції  
 студентів, аспірантів та молодих вчених  
 «ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ТА СЕРВІСНА ІНЖЕНЕРІЯ»  
 28-29 травня 2020 року



