

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

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

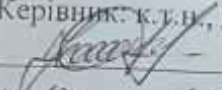
на тему:

«Підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля
в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з
обмеженою відповідальністю «Джерман-Центр» місто Вінниця


Виконав: студент 2-го курсу, групи 1АТ-21м
спеціальності 274 – Автомобільний
транспорт

 Петров М. В.

Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ


 - Кукурудзяк І. І.
« 12 » 12 2022 р.

Опоцент: к.т.н., доцент каф. ГМ

 - Шенфельд В. Й.
« 14 » 12 2022 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ

 к.т.н., доц. Цимбал С.В.

« 15 » 12 2022 р.

Вінниця ВНТУ – 2022 рік

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

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

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

«19» 09 2022 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Петрову Микиті Вячеславовичу

(Прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю «Держман-Центр» місто Вінниця.

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

(Прізвище, ім'я, по батькові) (назва ступеня, ґрунтуючись на)

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

2. Строк подання студентом роботи: 07.12.2022 р.

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

4. Зміст текстової частини:

1 Науково-технічне обґрунтуванням підвищення ефективності діагностування мехатронних систем.

2 Визначення параметрів функціонування зони діагностики автомобіля

3 Підвищення ефективності діагностування мехатронних систем

4 Економічна частина.

5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1-3 Тема, мета та завдання дослідження.






4 Ривок сервісних послуг СТО.

5 Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО

6-7 Технологічний розрахунок СТО

- 8 Мехатронна система. Системи керування двигуном.
- 9-10 Способи діагностування мехатронних систем
- 11 Розподіл діагностичного сигналу
- 12 Взаємозв'язок параметрів математичної моделі з діапазонами частот.
- 13 Визначення параметрів математичної моделі.
- 14 Блок-схема автоматизованого пошуку несправностей окремої системи автомобіля.
- 15 Висновки роботи.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розв'язання основної задачі	Кукурудзяк Ю.Ю., доцент кафедри АТМ	 19.09.22	 12.12.22
Економічна частина	Буренніков Ю.Ю., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Дембіцька С.В., професор кафедри БЖДПБ	 07.11.22	 28.11.22

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент


(Підпис)

Петров М.В.

Керівник роботи


(Підпис)

Кукурудзяк Ю.Ю.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1	6
НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ	6
1.1 Аналіз системи сервісного обслуговування автомобілів на підприємстві .	6
1.2 Дослідження ринку послуг СТО.....	9
1.3 Аналіз методів і способів діагностування мехатронних систем автомобіля	17
1.4 Основні висновки і задачі проектування	20
РОЗДІЛ 2	22
ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ	22
2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних.....	22
2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ	25
2.3 Розрахунок чисельності робітників.....	32
2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ.....	35
2.5 Організація технологічних процесів в зоні діагностування	37
РОЗДІЛ 3	40
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ	40
3.1 Зчитування діагностичної інформації та її попередня обробка	40
3.2 Математична модель автоматизованого діагностування мехатронних систем автомобіля	47
3.3 Розробка алгоритмів діагностування мехатронних систем автомобіля	54
РОЗДІЛ 4	59
ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	59
4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень	59
4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань	63
4.3 Розрахунок економічної ефективності.....	67

РОЗДІЛ 5	68
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	68
5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи.....	68
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	71
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	75
ВИСНОВКИ	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	80
ДОДАТКИ	83



ВСТУП

Актуальність теми.

Електронні та комп'ютерні технології в сучасному автомобілі використовуються досить широко. Сучасний автомобіль являє собою досить складну систему технічних пристроїв які функціонують і взаємодіють між собою. Всі технічні пристрої являють собою різні агрегати та системи автомобіля.

Найбільш складними елементами сучасного автомобіля є системи які отримали назву мехатронні системи. Мехатронними називається системи які містять електронний блок керування, систему датчиків та систему виконавчих пристроїв.

Датчики мехатронної системи збирають інформацію про стан цієї системи на кожний момент часу. Ця інформація передається в електронний блок керування. В пам'яті електронного блоку керування отримана інформація систематизується і обробляється. Після оброблення електронний блок керування вибирає з постійної пам'яті оптимальні значення параметрів які необхідні для керування виконавчими пристроями.

Удосконалення конструкції та функціонування автомобільних систем позитивно впливає на тягові, економічні та екологічні показники автомобіля. Але поряд з цим виникає проблема удосконалення підходів і способів діагностування автомобілів. Системи діагностування які застосовувалися раніше не дають потрібного ефекту при діагностуванні сучасних автомобілів. Потрібні системи які могли б в автоматичному режимі визначали несправності електронних елементів автомобіля.

Однією з типових і найбільш складних мехатронних систем автомобіля є мікропроцесорна система керування двигуном. Система керування двигуном призначена для керування процесами приготування паливної суміші та її запалювання при функціонуванні двигуна. Також система керування двигуном керує екологічними пристроями призначеннями для забезпечення норми викидів шкідливих речовин.

В даній магістерській роботі висвітлені питання підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування автомобілів. Дана робота відповідає сучасним проблемам наукових досліджень і є актуальною у сфері діагностування автомобілів.

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

Зміст роботи відповідає напрямкам наукових досліджень кафедри автомобілів та транспортного менеджменту.

Мета і завдання дослідження. Удосконалити процес діагностування мехатронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування автомобілів (СТО).

Задачі, які необхідно розв'язати для досягнення поставленої мети:

1. Виконати науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування автомобілів.
2. Розробити заходи щодо покращення функціонування зони діагностики підприємства на основі аналізу виробничої діяльності СТО.
3. Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля.
4. Розробити діагностичну модель автоматизованого діагностування мехатронних систем автомобіля на основі аналізу спектрів сигналів.
5. Описати методику практичної реалізації діагностування мехатронних систем автомобіля.

Об'єкт дослідження – процес діагностування мехатронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування.

Предмет дослідження – методи, способи і алгоритми діагностування мехатронних систем автомобіля на СТО.

Методи досліджень. Математичне моделювання і теорія цифрової обробки сигналів. Фізичне моделювання для збирання діагностичної інформації.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Запропоновано науковий підхід підвищення ефективності

діагностування мехатронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування на основі цифрової обробки сигналів та аналізу спектрів сигналів.

2. Отримав подальший розвиток метод діагностування мехатронних систем автомобіля шляхом аналізу осцилограм сигналів.

Практичне значення одержаних результатів. В результаті виконаних теоретичних досліджень отримано:

- алгоритм побудови діагностичної моделі на основі цифрової обробки сигналів та аналізу спектрів сигналів.
- алгоритм автоматизованого пошуку несправностей мехатронних систем автомобіля.

Достовірність теоретичних положень підтверджена відповідністю результатів експериментальних досліджень та математичного моделювання.

Апробація результатів роботи. Деякі положення та результати роботи доповідались та обговорювались на Всеукраїнській науково-практичній конференції "Перспективи розвитку машинобудування та транспорту", – Вінниця: ВНТУ, 2021.

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікації [13].

РОЗДІЛ 1

НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ

1.1 Аналіз системи сервісного обслуговування автомобілів на підприємстві

ТОВ "ДЖЕРМАН ЦЕНТР" є дилерським представником автомобільного концерну зі штаб-квартирою у Детройті США, що продає автомобілі в 192 країнах світу. Вінницьке представництво має організаційно-правову форму - ТОВ і знаходиться за адресою: 21034, Вінницька область, м. Вінниця, вул. Лебединського, 19.

Джерман-Центр — реалізує автомобілі комерційного напрямку - VW і Volkswagen у Вінницькому регіональному центрі. На сьогодні підприємство здійснює реалізацію автомобілів заявленої марки, здійснює підготовку автомобілів до продажу, їх обслуговування відповідно сервісних норм і вимог зазначених у стандартах, обслуговування відповідно до вимог гарантійного забезпечення. Кадрове забезпечення ТОВ «Джерман-Центр» складає 48 фахівців в автомобільній сфері та менеджменті.

Основна мета діяльності суб'єкту бізнесу – отримання плюсових фінансових результатів шляхом охоплення ринкового сегменту у Вінницькій області через реалізацію автомобілів зазначеної марки та їх сервісного обслуговування. На короткострокову та довгострокову перспективу за основним видом економічної діяльності розширення позиціонування видів послуг на ринку функціонування Товариства.

Дилерські представництва, є відносно новими організаційними формами на ринку автомобільних послуг, що виникли у зв'язку з необхідністю подолання існуючих методів менеджменту з просування послуг на ринок високої конкуренції і розширенням глобалізації бізнесу.

Таблиця 1.1- Правова ідентифікація бізнес-структури

Найменування підприємства	ДЖЕРМАН ЦЕНТР
Організаційно-правова форма	Товариство з обмеженою відповідальністю
Дата реєстрації	23.07.2002
ЄДРПОУ	32102131
Статутний капітал	20.500.000грн
Засновники	Стужук Анатолій Олександрович Стужук Алла Дмитрівна
КВЕД	Основний: 45.11 Торгівля автомобілями та легковими автотранспортними засобами Інші: 45.19 Торгівля іншими автотранспортними засобами 45.20 Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів 45.32 Роздрібна торгівля деталями та приладдям для автотранспортних засобів

З метою залучення нових покупців і розширення клієнтської бази ТОВ «ДЖЕРМАН ЦЕНТР» постійно працює над статистичними даними щодо реалізованих авто і авто, що потребують заміни певних деталей та агрегатів, в розрізі регіону та віку авто; відслідковує конкурентів та працює над розробкою заходів щодо покращення рівня обслуговування клієнтів; опрацьовує статистичні дані щодо факту реалізації запасних частин у натуральному та вартісному вимірі, про неможливість задовільнити клієнта через відсутність деталей чи запасних частин; визначає і коректує номенклатуру замовлень запасів; розробляє техніко-інформаційні матеріали, технічні посібники, здійснює аналіз звітної документації дилерів; здійснює вивчення та аналіз претензій; розробляє моделі і рекомендації щодо підходів діяльності дилера з клієнтом.

Виробничі площі Товариства складають близько 600 кв.м. і не залежно від пробігу авто, що реалізується, надається гарантійне обслуговування. Велика увага звертається на підготовку і підвищення кваліфікації кадрів, знання рівня комплектації автомобіля та рівень зміни технічних характеристик від введення інноваційних рішень.

ТОВ «ДЖЕРМАН ЦЕНТР» має в своєму виробничому потенціалі високо-технологічне обладнання, на якому проводяться ремонтні та діагностичні роботи і показують високі результати якісного показника виконаних робіт.

Пропозиція ТОВ «ДЖЕРМАН ЦЕНТР» у розрізі послуг:



Рівень обслуговування клієнтів щодо придбаних авто залежить від рівня організаційної культури підприємства. Автосалонські мережі забезпечують і допомагають концентруватись грошовим потокам у автомобільній сфері. Проте конкуренція на ринку з реалізації та обслуговування автомобілів активізується і на локальних ринках, так як, існує конкуренція між дилерами одного і того ж бренду.

В мережі виробничо-технічного обслуговування автомобілів виділяють такі структури: виробник (завод- виробник автомобілів), дилер (в межах держави, де здійснюється виробництво, так і за її межами – куди імпортовано автомобіль) і кінцевий споживач товару, послуги (клієнт). На рис. 1.1 наведена схема функціонування відкритої мережі.



Рисунок 1.1 – Структурна схема функціонування дилерських мереж

Структура ТОВ «Джерман-Центр» представлена наступними складовими:

1. Відділ продажу.
2. Відділ запасних частин.
3. Відділ сервісу.
4. Станція технічного та сервісного обслуговування.

1.2 Дослідження ринку послуг СТО

У сучасних умовах глобалізації бізнесу змінюються і вимоги клієнтів до надання послуг. Клієнтський потенціал прагне до отримання послуг, що носять комплексний характер з обслуговування автомобілів, окрім того звертається увага на співвідношення категорій ціна і якість. Тому мета діяльності сучасного підприємства з надання послуг по обслуговуванню автомобіля є, не лише залучення клієнта, ширина та глибина номенклатури послуг, цінова категорія, а й утримання клієнта на перспективу, тобто, переведення в картотеку постійних клієнтів автосервісу. У таблиці 1.2 наведемо класифікацію сучасних автосервісних підприємств.

Таблиця 1.2 – Види та характеристики послуг автообслуговуючих підприємств

Види підприємств автосервісу	Характеристика послуг
Дилерські структури. Авторизовані центри	Здійснюють виробництво та продаж автомобілів, регламентовані технічні обслуговування, поточні та гарантійні ремонти, встановлення додаткового обладнання.
Автомобільні центри, що представляють дилерські мережі, але не виготовляють авто	Торгівля автомобілями, передпродажне та післяпродажне обслуговування, дообладнання системами за бажанням клієнта
Станції технічного обслуговування	Надаються всі види діагностичних, ремонтних та регулювальних робіт, мають повну виробничу структуру з цехами, дільницями, постами.
Майстерні спеціалізованого типу (підприємства малого бізнесу)	Здійснюються всі види робіт, що і на СТО, але в значно менших об'ємах

Весь комплекс сервісних послуг забезпечує прихильність клієнтів та сприяє поширенню позитивного іміджу суб'єкту бізнесу, що в перспективі забезпечить йому покращення фінансових результатів функціонування. За результатами проведеного опитування респондентів визначено основні ключові індикатори, на які клієнти звертають особливу увагу – ціна, якість, рівень обслуговування.

Провівши статистичне спостереження підприємств за видами, що зазначені в таблиці 1.2 за ключовими індикаторами – ціна, якість, рівень обслуговування, шляхом опитування, можна узагальнити, що найвищий рівень обслуговування та якість наданих послуг забезпечують дилерські мережі та автомобільні центри, звичайно їм відповідає і високий рівень ціни, найнижчі ціни на послуги відповідають малим бізнес-структурам – спеціалізованим майстерням та СТО,

що створені на основі АТП, або ті, що відносяться до середньому бізнесу, але поряд з цим і якість послуг не завжди відповідає вимогам клієнтів та рівню критеріїв комфорту обслуговування. Така ситуація пояснюється високим рівнем технічного оснащення дилерських СТО та автомобільних центрів, вищим рівнем кваліфікації персоналу. Послугами спеціалізованих майстерень та СТО переважно користуються клієнти з нижчим рівнем доходу. Тому виникає потреба в аналізі попиту на ринку авто.

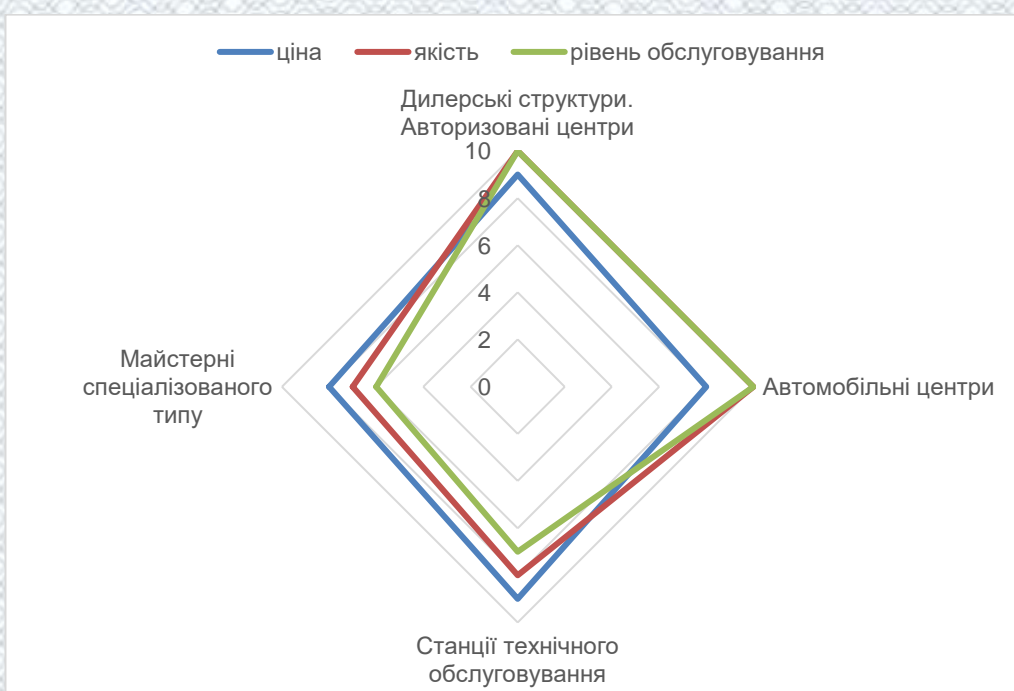


Рисунок 1.2 –Рівень обслуговування та якість наданих послуг

Автопарк українських власників переважно поповнюється автомобілями, що були в користуванні. На сьогодні в Україні на 1000 осіб припадає 232 автомобілі, і Україна вважається однією з найменш автомобілізованих країн в Європі. У 2021 році в Україні зареєстровано 107,8 тис. нових автомобілів, автомобілі, що перетнули кордон та впріше зареєстровані 533,2 тис.. На внутрішньому вторинному ринку реалізовано 945,2 тис. автомобілів. У загальній структурі реалізованих автомобілів нові складають – 6,7% від кількості зареєстрованих. З метою

досягнення середньоєвропейського рівня необхідно завезти близько 15 млн. автомобілів (610 автомобілів на 1000 осіб).

У зв'язку з військовими діями на території нашої держави близько 200 тис. автомобілів повністю знищено та виведено з ладу близько мільйона, знизилась продажі авто більше ніж у 10 разів, а пропозиції з продажу на вторинному ринку зменшились близько 30% у порівнянні з лютим 2022 року.

Користувались найвищим попитом у 2021 році на ринку внутрішнього споживання автомобілі:

- Daewoo Lanos/Sens — 40 880 шт.
- Volkswagen Passat — 30 697 шт.
- Skoda Octavia — 27 996 шт.
- Volkswagen Golf — 20 994 шт.
- ВАЗ 2109/99 — 20 559 шт.
- Вторинний ринок з-за кордону:
- Volkswagen Passat — 30 664 шт.
- Volkswagen Golf — 26 550 шт.
- Skoda Octavia — 23 975 шт.
- Renault Megane — 19 540 шт.
- Ford Focus — 16 402 шт.

Щодо цінової категорії відповідно до вище названого переліку, можна відмітити, що вона є доступною, автомобілі преміум-класу попитом не користувались за даний період, як на внутрішньому ринку, так і серед ввезених

У попередньому місяці було придбано більше ніж 2,2 тис. Нових та з вторинного ринку електромобілів. Даний показник перевищує на 33% аналогічний період минулого року, але це на 12,6% менше ніж у жовтні 2022 року. Як підсумок можна зазначити, що тенденція показує динаміку до зниження вже 4 місяць поспіль, хоча враховуючи тероричні атаки росії на нашу критичну інфраструктуру, великі перебої з постачанням електроенергії, високий ризик, попит на електромобілі існує, хоча і значно нижчий. 1194 шт (55,5%) електромобілів завезено з-за кордону, тобто вони є вживаними, але мають значно нижчу цінову категорію

тому і користуються попитом. На ринку України придбано 32% електромобілів, що складає 688 штук. Питома вага продаж нових автомобілів з електродвигуном зростає і у жовтні склала – 11,5% (282 шт.) від загальної кількості.

Найбільшу перевагу на вторинному ринку віддають Nissan Leaf на 79 штук більше ніж Volkswagen ID.4., далі за попитом йде Volkswagen Golf (36 угод купівлі), Honda M-NV (34 угоди), Renault Zoe (32 угоди).

Щодо сервісних станцій технічного обслуговування, то дилерські структури, або їх ще називають автоматизовані центри у своїх фінансових результатах мають переважаючу питому вагу від обслуговування автомобілів чим від їх реалізації. Щодо тенденції розвитку, то попит на комплекс сервісних послуг в Україні зріс і клієнти перевагу віддають сервісному обслуговуванню в розрізі планових технічних оглядів, поточних ремонтів, докомплектації авто відповідними системами.

Існує проблема залучення на даний момент в Україні нових клієнтів до дилерських структур. У зв'язку з військовими діями, пандемією, скорочення доходів населення, високим рівнем невизначеності, попит на нові автомобілі знизився, що і підтверджує дослідження ринку автомобілів у 2021 році та включно листопад 2022 року, але рівень кваліфікації персоналу та рівень обслуговування продовжують відігравати ключову роль у розширенні клієнтської бази.

Ринок послуг СТО залежить від рівня авто, що купують споживачі на ринку, рівня доходів населення країни. Дослідивши ринок легкових автомобілів за період 2021 року та ринку товарі і послуг, що є суміжними з вище згаданим ринком, можна відзначити наступну тенденцію, що переважна більшість ринку це продаж вживаних автомобілів, але поряд з цим купівля легкових автомобілів у Європі та США також показують тенденцію до зростання частки ринку, адже це є вигідна пропозиція щодо цінової складової для клієнтів українського автомобільного ринку. Також за даними реєстрації автомобілів можна відзначити старий вік внутрішнього ринку автомобілів, середній вік легкових автомобілів, що зареєстровані складає 22 роки, але поряд з цим відзначимо динаміку зростання покупки автомобілів молодшого віку. Так, у 2021 році в порівнянні з 2020 роком,

середній вік таких авто склав 11 років, що свідчить про позитивну динаміку в рівні доходів населення в зазначений часовий період. Хоча в цілому по Україні ціна на легкові автомобілі варіює від низького до середнього цінового аспекту та орієнтовно складає до 500 тис. грн., що її підтверджує рівень авто, що користуються найвищим попитом на ринку вживаних автомобілів

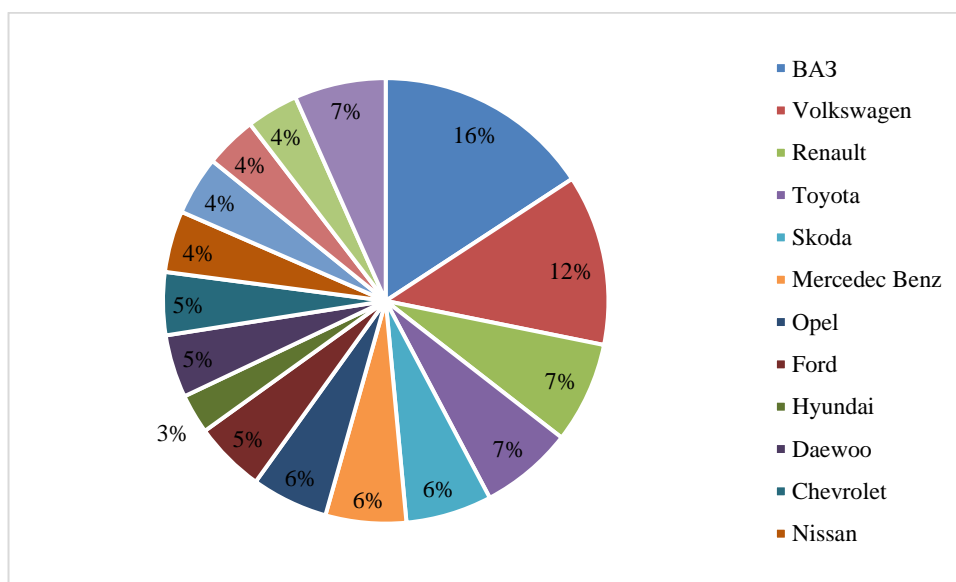


Рисунок 1.3 – Марки автомобілів вторинного ринку, що користуються найвищим попитом за кількістю реєстрацій

Український вторинний ринок автомобілів на сьогодні складає 93% від загальної кількості автомобілів, що купуюється. Більшість автомобілів вторинного ринку купують фізичні особи клієнти, а юридичні особи купують переважно нові автомобілі. Окрім того юридичні особи використовують для купівлі різноманітні фінансові інструменти по типу – в лізинг, а фізичні особи – в кредит.

Дослідивши ринок щодо обслуговування клієнтів методом випадкового відбору, використовуючи такий статистичний інструмент – як зворотній зв'язок від клієнта, або опитування щодо надання переваг сервісному обслуговуванню при покупці автомобіля, чи вибір іншого суб'єкта бізнесу для здійснення відповідних послуг за бальною шкалою.

Отримані результати дали змогу рейтингувати респондентів відповідно отриманих відповідей і зазначених категорій. Інфографіка проведеного інтерв'ювання наведена на рисунку 1.3. У табл. 1.3 наведена інфографіка динаміки прихильності клієнтів сервісних послуг дилерської мережі ТОВ «Джерман-Центр».

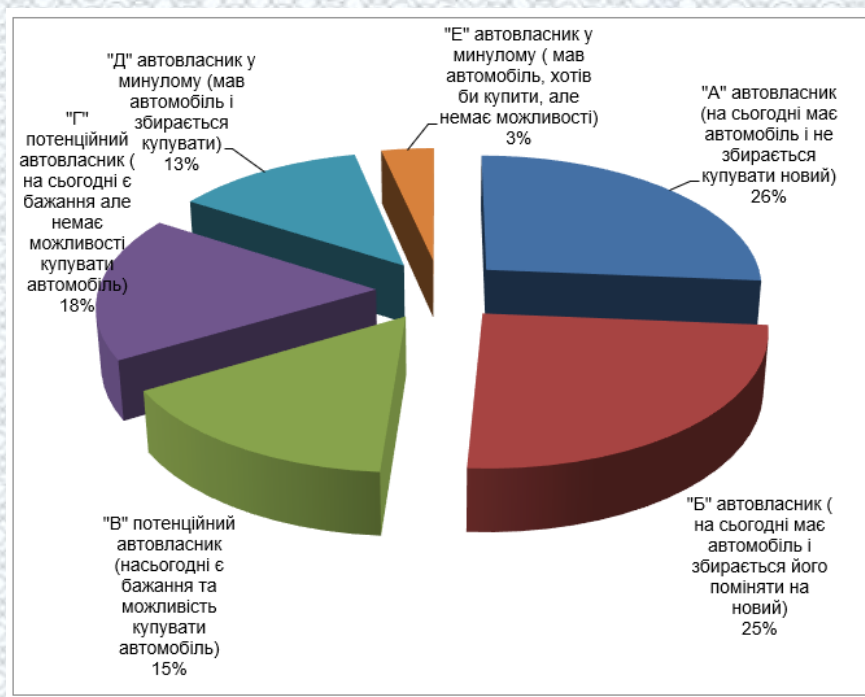


Рисунок 1.4 – Структура власників автомобілів за категоріями

Таблиця 1.3 – Тенденція розвитку клієнтських вподобань

Види підприємств, що надають послуги з обслуговування автомобілів	Мають ав- томобіль	Придбали автомобіль, або мають на меті придбати	В ці- лому	Структура, %
Сервісні СТО	18	38	56	30,43
Колишні СТО державної форми власності	12	18	30	16,30
Нові СТО приватної форми власності	12	18	30	16,30
Автосервіси, що сформовані на виробничо-технічній базі АТП	8	16	24	13,04
Гаражні автосервіси	6	38	44	23,91
Разом	56	128	184	100,00

Провівши спостереження і узагальнення результатів можна відмітити, що сервісні СТО дилерських мереж мають найбільшу питому вагу у опитаних респондентів, але така ситуація склалась за рахунок респондентів, що лише придбали автомобіль, або мають на меті його придбати, а респондентів саме тих, що мають авто у дилерських структурах лякає висока ціна послуг, не завжди їх задовільняє якість, а заради зниження ціни вони готови відмовитись від комфорту в обслуговуванні на користь гаражних автосервісів з різницею лише у 6,1%. Візуалізація результатів статистичного спостереження наведена на рисунку 1.5

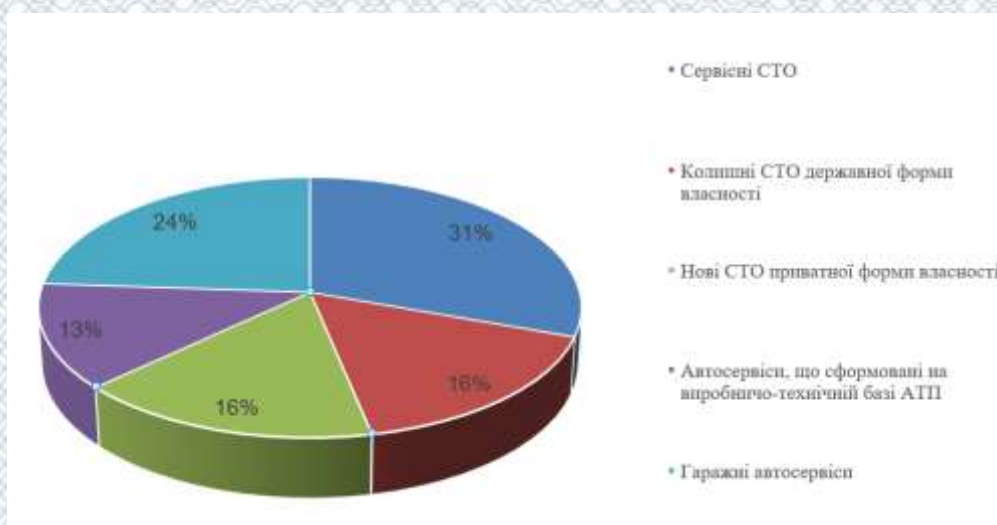


Рисунок 1.5 – Структура клієнтських інтересів

Інтерпретація отриманих результатів свідчить про те, що у сучасних умовах військової агресії та наслідків пандемії – залучення нових клієнтів є пріоритетним завданням, також до нього можна додати і втримання існуючих через ризик зниження рівня життя населення та їх дохідної частини.

Як підсумок, можна відзначити, що орієнтація дилерський структур та авторизованих центрів на більш заможного клієнта є виправданою, але для їх зацікавленості у подальшій співпраці необхідно звертати увагу на рівень та якість обслуговування. Клієнт з нижчим, або середнім доходом може бути орієнтований лише на ціновий критерій обслуговування і задовольнятися послугами на звичайній СТО, або і спеціалізованих гаражних автосервісах.

1.3 Аналіз методів і способів діагностування мехатронних систем автомобіля

Методи і способи діагностування мікропроцесорних систем сучасних автомобілів написані у великій кількості наукових та технічних робіт [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 16, 18, 19, 20, 21, 25]. Ці методи успішного впроваджуються на підприємствах автосервісу.

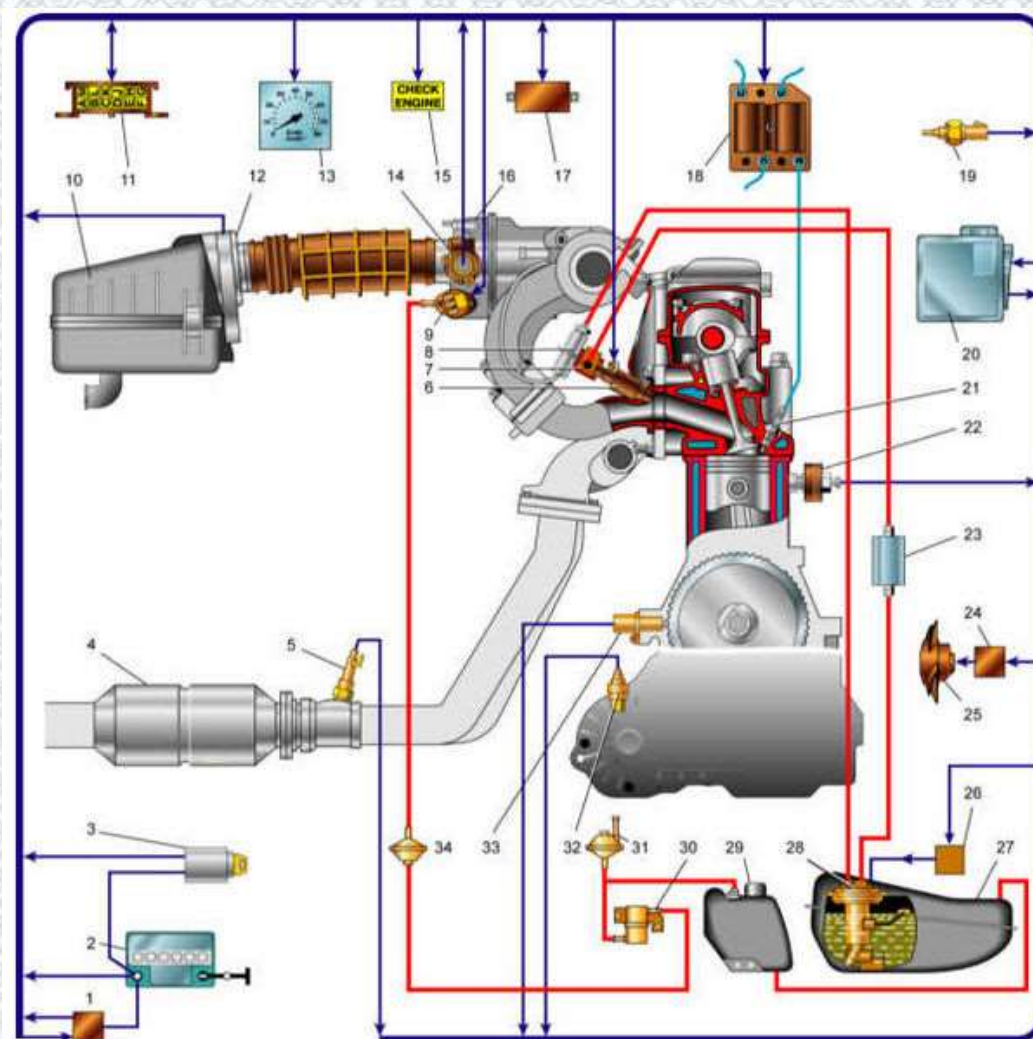
Діагностування систем сучасного автомобіля має певну специфіку у порівнянні із діагностування класичних автомобілів. Специфіка полягає в тому що сучасний автомобіль містить досить велику кількість систем які керуються електронним блоком керування. Наявність таких систем значно покращує характеристики автомобіля. Той же час підходить до діагностування стають більш складними. Це пояснюється тим що принцип дії систем з мікропроцесорним керуванням передбачає а є досить велику кількість задіяних елементів.

При появі тієї чи іншої несправності досить важко визначити причину. Кожен виконавчий пристрій системи з мікропроцесорним керуванням функціонує за командами електронного блоку керування. Блок керування вибирає оптимальні параметри для кожного виконавчого пристрою в залежності від режиму роботи.

У свою чергу датчики передають інформацію в блок керування. Якщо інформація яка поступає в блок керування є некоректною, то значення параметрів для керування виконавчими пристроями також не будуть оптимальними.

Таким чином не бачимо що при не відповідному функціонуванні виконавчих пристроїв причинами цього можуть бути ти не самі виконавчі пристрої а датчики які з ними пов'язані.

Найбільш складною мехатронною системою в автомобілі є система керування двигуном (рис. 1,6). Ця система призначена для приготування паливної суміші та подачі її у циліндри двигуна. Система керування двигуном також вибирає оптимальний кут випередження запалювання. Сучасний двигун містить екологічні системи які також керуються системою керування двигуном.



1 - реле запалювання; 2 - акумуляторна батарея; 3 - вимикач запалювання; 4 - нейтралізатор; 5 - датчик концентрації кисню; 6 - форсунка; 7 - паливна рампа; 8 - регулятор тиску палива; 9 - регулятор холостого ходу; 10 - повітряний фільтр; 11 - колодка діагностики; 12 - датчик масової витрати повітря; 13 - тахометр; 14 - датчик положення дросельної заслінки; 15 - контрольна лампа «CHECK ENGINE»; 16 - дросельний вузол; 17 - блок управління іммобілайзером; 18 - модуль запалювання; 19 - датчик температури охолоджуючої рідини; 20 - контролер; 21 - свічка запалювання; 22 - датчик детонації; 23 - паливний фільтр; 24 - реле включення вентилятора; 25 - електровентилятор системи охолодження; 26 - реле включення електробензонасоса; 27 - паливний бак; 28 - електробензонасос з датчиком рівня палива; 29 - сепаратор парів бензину; 30 - гравітаційний клапан; 31 - запобіжний клапан; 32 - датчик швидкості; 33 - датчик положення колінчастого вала; 34 - двоходовий клапан.

Рисунок 1.6 – Схема системи керування двигуном

Діагностування автомобільних систем може виконуватися різними способами і методами. На сучасних станціях технічного обслуговування більшості застосовується два підходи до діагностування автомобілів.



Рисунок 1.7 – Способи діагностування автомобілів

Бортова діагностика передбачає зчитування діагностичної інформації яка міститься в пам'яті електронного блоку керування. при виконанні діагностичних робіт таким способом можна також розглядати два способи. По-перше можна зчитувати діагностичну інформацію яка була записано в пам'яті електронного блоку керування раніше. Такою діагностичною інформацією вперше все є коди несправностей. Кожен код несправності являє собою зашифрований елемент який який відповідає одній із типових несправностей окремої системи автомобіля. Після зчитування кодів несправностей проводяться роботи які полягають в пошуку причини несправностей. Кожен код несправності дає можливість локалізувати місце пошуку і таким чином зменшується час пошуку несправності.

Одним із суттєвих недоліків даного способу є те що кількість причини несправностей які можуть бути визначені зчитування кодів несправностей досить

обмежена. Тому бортова діагностика не може забезпечити повноцінне діагностування автомобіля.

Якщо в результаті портової діагностики не визначена причина несправності тоді необхідно виконати роботи які пов'язані із зовнішнім діагностуванням. Такий роботи передбачає застосування різноманітного діагностичного обладнання яке приєднуються до характерних точок діагностування безпосередньо датчиків та виконавчих пристроїв будь-якої системи автомобіля. Під час діагностування використовується мотор-тестер, осцилографи, мультиметри, комп'ютерні діагностичні стенди та інші діагностичне обладнання. Такий спосіб діагностування має набагато вищу трудомісткість чим бортова діагностика. Але застосування зовнішньої діагностики дає кращі результати в пошуку причин несправності.

І ще однією перевагою зовнішньої діагностики є можливість отримання осцилограм які характеризують робочі процеси в окремих системах автомобіля. Треба відмітити що осцилограми які не містять високочастотних складових також можна отримати за допомогою сканера бортової діагностики.

Отримані осцилограми дають можливість автоматизувати процес діагностування, якщо для цього буде впроваджене відповідне спеціалізоване програмне забезпечення яке зможе в автоматичному режимі порівнювати осцилограми отримані з системи автомобіля та осцилограми які містяться в базі даних.

1.4 Основні висновки і задачі проектування

Проведений аналіз можливості виконання діагностування електронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування показує є що діагностування може бути покращене за рахунок впровадження нових методів та способів діагностування. Такий підхід повинен спростити процедуру діагностування та трудомісткість пошуку несправності, що у свою чергу підвищити ефективність зменшить час виконання діагностичних робіт

Задачі, які необхідно вирішити в даній роботі:

1. Виконати науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування автомобілів.

2. Розробити заходи щодо покращення функціонування зони діагностики підприємства на основі аналізу виробничої діяльності СТО.

3. Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля.

4. Розробити діагностичну модель автоматизованого діагностування мехатронних систем автомобіля на основі аналізу спектрів сигналів.

5. Описати методичку практичної реалізації діагностування мехатронних систем автомобіля.



РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЗОНИ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ

2.1 Вибір і обґрунтування вихідних даних

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

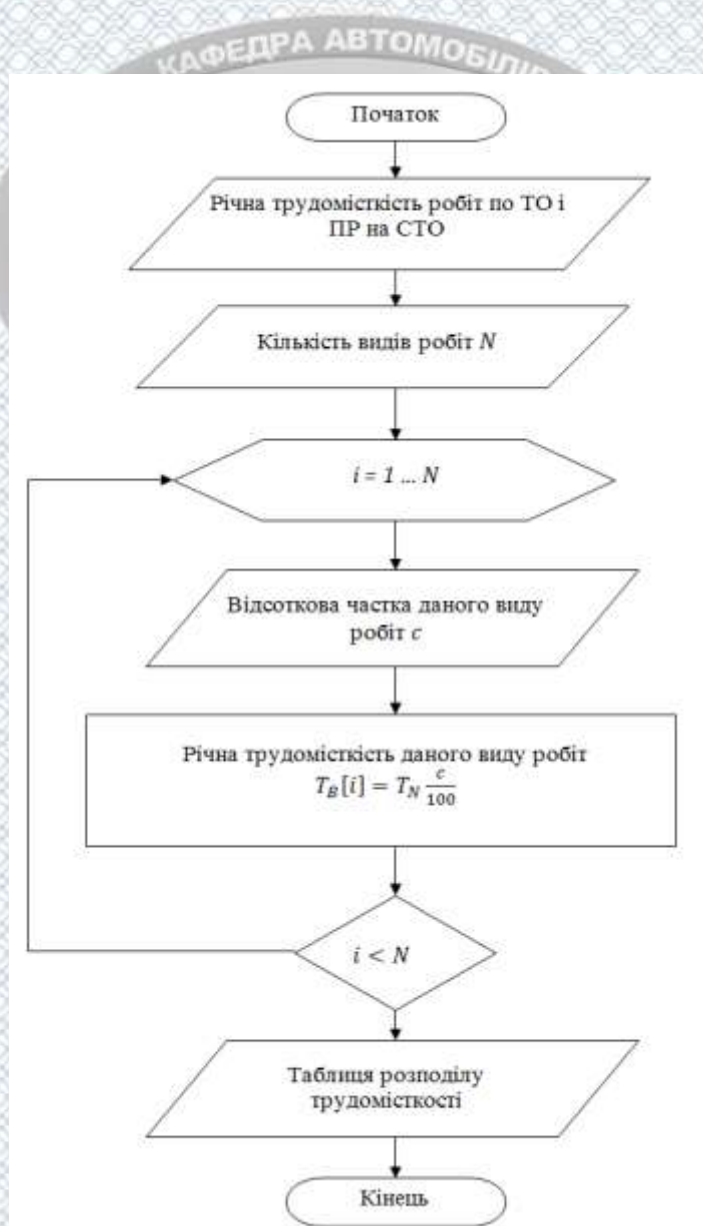


Рисунок 2.1 – Блок-схема розрахунків трудомісткості робіт ТО і ПР

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

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

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

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

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

Тип СТО – міська, універсальна.

Існуюча загальна кількість постів на СТО: $X_{п-існ}^{СТО} = 9$.

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

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

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

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

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

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

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

автомобілі особливо малого класу – 22 %;

автомобілі малого класу – 42 %;

автомобілі середнього класу – 36 %.

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

Таблиця 2.1 – Вихідні дані до розрахунку виробничої програми міської СТО

Параметр	Ум. позн.	Од. вим.	Значення
Існуюча кількість постів	$X_{\text{п-існ}}^{\text{СТО}}$	од.	9
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів	3420
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	$n_{\text{ТО і ПР}}^{\text{р}}$	заїздів в рік	2
Частота заїздів одного автомобіля для виконання антикорозійної обробки	$n_{\text{а-к}}^{\text{р}}$	заїздів в рік	1
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	$A_{\text{авт}}$	авт.	1710
в тому числі: - автомобілів I групи:	$A_{\text{авт}}^{\text{I}}$	авт.(%)	376

Продовження таблиці 2.1

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

2.2 Розрахунок виробничої програми ТО і ремонту ДТЗ

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

Розрізняють два види нормативів ТО і ПР на СТО:

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

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

Питома трудомісткість ТО і ПР коректується з використанням коефіцієнтів коректування:

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

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

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

Разова трудомісткість на один заїзд автомобіля на СТО не коректується.

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

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

– в залежності від кількості робочих постів СТО. На СТО 4 робочих пости.

$$K_{\text{П}} = 0,95;$$

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

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

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

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

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

Результати розрахунків трудомісткості ТО і ПР зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Нормативи трудомісткості ТО і ПР для міської СТО

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

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

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

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

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

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

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

$T_{доп}$ – допоміжні роботи.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Орієнтовна трудомісткість всіх постових робіт на СТО:

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

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

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

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

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

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

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

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

c – число робочих змін протягом доби;

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

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

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

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

Результати розрахунків зводимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Річна трудомісткість робіт на СТО

Вид робіт	Ум. позн.	Один. вим.	Для автомобілів:			Всього
			1-ої групи	2-ої групи	3-ьої групи	
Роботи ТО і ПР автомобілів	$T_{\text{ТО і ПР}}$	люд.-год	8037	17649	17775	43461,7
Роботи приймання і видачі	$T_{\text{п-в}}$	люд.-год	169,2	430,8	462	1062

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Роботи антикорозійної обробки	T_{a-k}	люд.- год	—	—	—	5130
Всього робіт СТО	T_{Σ}	люд.- год	—	—	—	52971, 7

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

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

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

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

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

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

Результати розподілу зводимо в таблицю 2.6.

2.3 Розрахунок чисельності робітників

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

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

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

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

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

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

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

- при 5-ти денному робочому тижні:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Таблиця 2.4 – Вихідні дані для розрахунку чисельності робітників

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

Фонд робочого часу робочого місяця та ефективний фонд часу робітника:

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

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

Для всіх видів робіт і груп ДТЗ розрахунки виконуються однаково.

Результати визначення чисельності робітників для кожного виду робіт ТО і ПР зводимо в таблицю 2.7 (п. 2.1.6).

2.4 Розрахунок кількості постів ТО, ПР і діагностики ДТЗ

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

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

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

K_H – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів;

D_p – число днів роботи СТО, дні;

c – число робочих змін протягом доби;

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

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

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

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку кількості постів СТО

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

Кількість постів робіт технічного обслуговування в повному обсязі:

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

Для інших робіт кількість постів визначається аналогічно.

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

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

Вид робіт	Розподіл за місцем виконання											
	Розподіл за видами робіт, люд.-год		Постові роботи					Дільничні роботи				
			Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		К-сть постів	Трудомісткість, люд.-год		Чисельність робітників, чол.		
	%	$T_{ТОіПР}^i$	%	$T_{ТОіПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$	$X_{ТОіП}^i$	%	$T_{ТОіПР}^i$	$P_{я}$	$P_{ш}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Роботи ТО і ПР автомобілів:												
контрольно-діагностичні (двигун, гальма, електроустаткування.)	4	1738,47	100	1738,47	0,84	0,93	0,49	—	—	—	—	

Продовження таблиці 2.6

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

2.5 Організація технологічних процесів в зоні діагностування

Весь виробничий процес обслуговування автомобілів на станції технічного обслуговування можна розділити на окремі технологічні процеси які виконуються у різних виробничих підрозділах.

Кожен підрозділ відповідає окремому виду робіт діагностування обслуговування або поточного ремонту які можуть виконуватися з автомобілем. Таким чином на підприємстві повинні бути сформовані виробничі підрозділи у

необхідній кількості для того щоб забезпечити весь комплекс робіт які виконуються під час сервісного обслуговування автомобілів.

Кожен виробничий підрозділ оснащується відповідним технологічним обладнанням. Технологічне обладнання повинно забезпечити можливість виконання робіт у даному виробничому підрозділі. Виробничі підрозділи можуть об'єднуватися між собою якщо технологія виконання робіт схожа і для цих робіт може використовуватись одне і теж технологічне обладнання.

На станції технічного обслуговування виробничі підрозділи можуть знаходитися в одному приміщенні, але у різних ділянках цього приміщення.

Як правило на підприємстві виділяються одне приміщення великої площі на виконання робіт технічного обслуговування і поточного ремонту безпосередньо на постах біля автомобіля. Такі робочі пости обладнані підіймачами. Кількість підіймачів повинна відповідати розрахунковій кількості робочих постів даного виду робіт.

Окремим видом робіт на станції технічного обслуговування є діагностичні роботи. Для цих робіт може бути виділений окремий виробничий підрозділ або роботи можуть виконуватися на окремому пошту у зоні технічного обслуговування і поточного ремонту. І в першому і в другому випадку діагностичні роботи виконуються в зоні діагностики яка може бути в окремому приміщенні або об'єднана із іншою зоною.

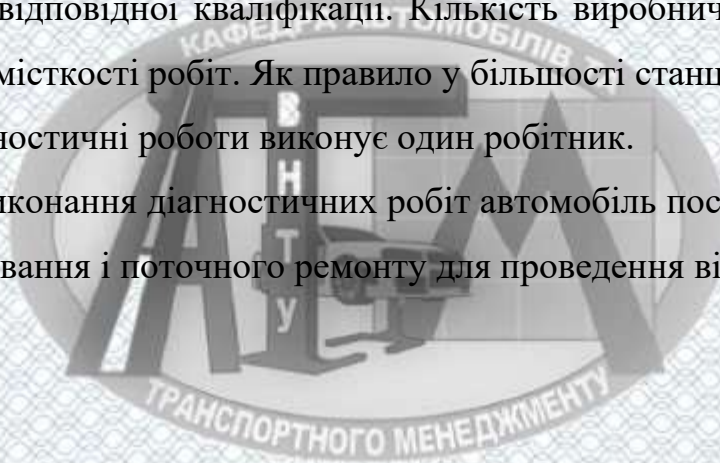
Для забезпечення виконання діагностичних робіт підбирається відповідне технологічне обладнання. Все обладнання поділяється на окремі групи. До першої групи відносяться так зване підйомне та оглядове обладнання. Це може бути двостійковий підіймач. До другої групи відносяться основне технологічне обладнання призначенням якого є безпосереднє виконання робіт діагностування. Перш за все це сканер бортової діагностики та мотор-тестер. Окрім цього в зоні діагностики може встановлюватися різне діагностичне обладнання яке призначене для діагностування інших систем автомобіля. Це можуть бути стенди для діагностування ходової частини та гальмівної системи, також стенди для діагностування електрообладнання автомобіля, газоаналізатори, димоміри та ін. Третя

група являє собою різноманітні пристрої та інструменти. До четвертої групи відносяться організаційна оснастка яка являє собою різноманітні шафи, ящики, стелажі та ін.

Після приїзду на станцію технічного обслуговування автомобіль першу чергу поступає в зону приймання і видачі. Виконуються попередній огляд автомобіля і приймається заявка від власника автомобіля. Після цього автомобіль поступає в зону діагностики для визначення його технічного стану та необхідності виконання тих чи інших робіт з відновлення роботоздатності.

Для виконання діагностичних робіт в зоні діагностики повинен працювати робітник відповідної кваліфікації. Кількість виробничих робітників залежить від трудомісткості робіт. Як правило у більшості станції технічного обслуговування діагностичні роботи виконує один робітник.

Після виконання діагностичних робіт автомобіль поступає в зону технічного обслуговування і поточного ремонту для проведення відповідних робіт.



РОЗДІЛ 3

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ

3.1 Зчитування діагностичної інформації та її попередня обробка

Технічний стан мехатронних систем автомобіля може бути охарактеризований параметрами, які описуються діагностичними сигналами (рис. 3.1). Такі сигнали зчитуються з характерних точок системи яка діагностується.



Рис.3.1 – Діагностичні сигнали мехатронної системи

Параметри системи керування двигуном пов'язані з робочими циклами двигуна. Робочі цикли характеризуються тим що вони періодично повторюються. Різні системи двигуна можна віднести до таких які мають процеси що періодично повторюються. Це системи і механізми двигуна які пов'язані з тактами і його роботи. До таких систем можна віднести систему запалювання, системи впорскування бензину, Кривошипно-шатунний та газорозподільний механізм двигуна, електричні сигнали пов'язані із із робочим циклами двигуна. Також це

можуть бути вібро акустичні сигнали, сигнали розрідження та тиску у різних системах та ін.

Зчитування діагностичних сигналів має деякі припущення. Це припущення полягає в тім що сигнал є неперервним у деякому проміжку часу. Всі сигнали зчитується з характерних точок діагностування. Кожен сигнал вважається обмеженим у часі $t \in [0, t_{\max}]$. Таким чином виконується реєстрація і попередня обробка вхідних даних

Розглянемо сигнал напруги системи запалювання (рис. 3.2).

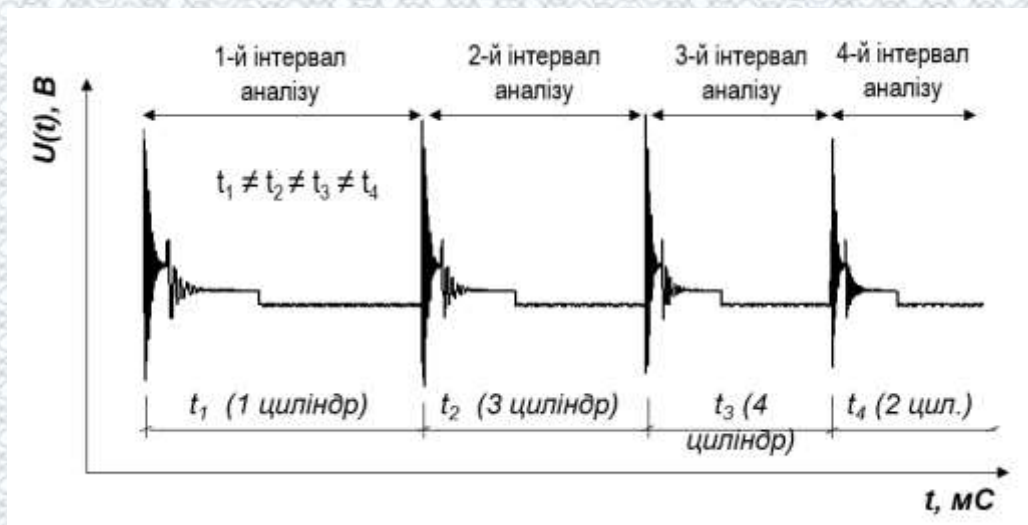


Рис. 3.2 – Фрагмент сигналу напруги системи запалювання

Напруга у системі запалювання змінюється з часом і тому вона вважається функцією часу. Сигнал системи запалювання є досить довготривалим. Для того щоб провести аналіз даного сигналу його необхідно поділити на окремі реалізації. Окрема реалізація являє собою одну невелику частину сигналу яка відповідає є у роботі системі запалювання під час робочого ходу одного циліндра. Позначимо окрему реалізацію $U_z^m(t)$, m – номер циліндра двигуна, z – номер реалізації в цьому циліндрі. Інтервал аналізу – t_z^m це інтервал часу, що відповідає одній окремій реалізації.

Будь-яку систему автомобіля можна досліджувати в двох режимах: при зміні частоті обертання колінчастого валу або при постійній частоті обертання. Особливість діагностування системи автомобіля полягає в тім що в більшості

автомобільний двигун працює при зміні частоті обертання колінчастого валу. Тому більшість несправностей може виникати саме на режимах зміни частоти обертання колінчастого валу.

Однією з характеристик сигналу є умова стаціонарності. Для перевірки умови стаціонарної можна визначити абсолютну і відносну похибки інтервалу часу:

$$\Delta = |t_z^m - t_{z-1}^m|, \quad \varepsilon = \left| 100 \cdot \left(1 - \frac{t_z^m}{t_{z-1}^m} \right) \right|. \quad (3.1)$$

Сигнал системи запалювання вважається як стаціонарний якщо:

$$\Delta \leq \Delta_\delta, \quad \varepsilon \leq \varepsilon_\delta, \quad (3.2)$$

де $\Delta_\delta, \varepsilon_\delta$ - допустимі значення абсолютної і відносної похибки.

Протягом певного інтервалу часу $U_{sum}(t)$ формується сукупність реалізацій, яка складається з певної кількості повних циклів двигуна. Якщо частота обертання колінчастого валу постійна та стаціонарним вважається будь-який сигнал який пов'язаний із циклами роботи двигуна:

$$\lim_{sum \rightarrow p} U_{sum}(t) = const, \quad (3.3)$$

де p – кількість повних циклів двигуна.

Досліджуваний сигнал має окремі реалізації, які є періодичними і послідовними. Важливим є визначення часу початку окремої реалізації при роботі окремого циліндра двигуна. Визначення такого часу необхідне для розподілу цілого сигналу на окремі реалізації. Позначимо цей час t_{mz} . Якщо частота обертання колінчастого валу постійна:

$$t_{mz} = z \cdot \overline{T_0} + \overline{t_0^m} \cdot (m-1), \quad (3.4)$$

де $z = (1 \dots p)$ – номер повного циклу двигуна;

$\overline{T_0}$ – усереднена тривалість одного циклу двигуна, мС;

$\overline{t_0^m}$ – усереднена тривалість однієї реалізації в m циліндрі, мС.

Розподіл будь-якого сигналу на окремі реалізації може бути показаний у вигляді часової діаграми (рис. 3.3).

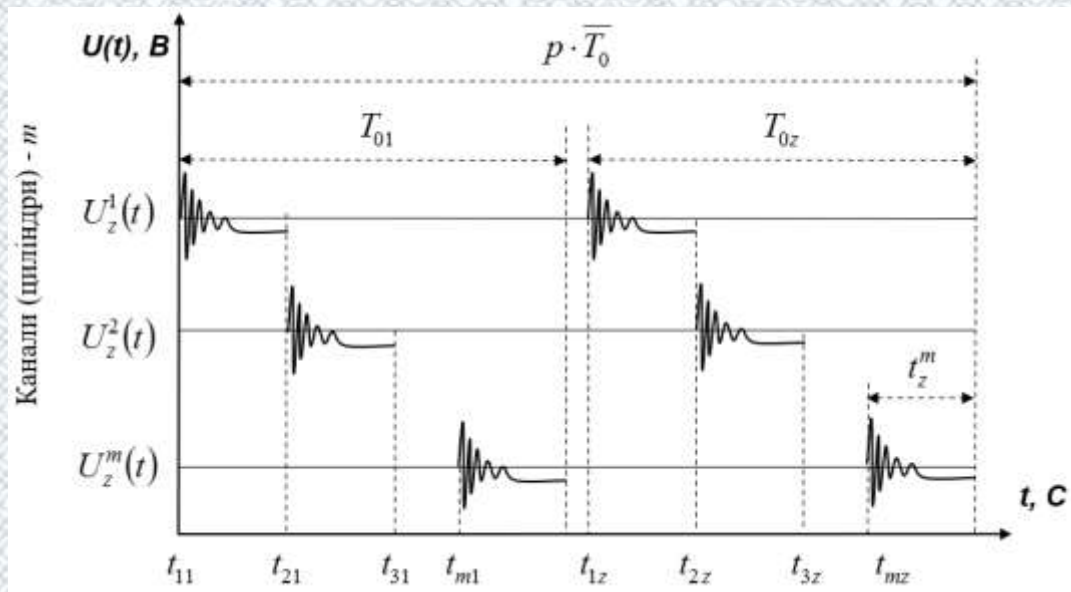


Рис. 3.3 – Діаграми розподілу сигналу на окремі реалізації

Період повного циклу двигуна T_{0z} визначається інтервалом часу [$t_{m(z-1)}, t_{mz}$]. Усереднений період повного циклу може бути визначений при постійній частоті обертів колінчатого вала:

$$\overline{T_0} = \frac{1}{z} \sum_{i=1}^z T_{0z}. \quad (3.5)$$

Послідовно паралельна обробка діагностичного сигналу може бути розглянута на двох режимах:

а) постійна частота обертів колінчатого вала. Умова стаціонарності процесу виконується – ($T_{01} \approx T_{02} \approx \dots \approx T_{0i} \approx \dots \approx T_{0z} \approx \overline{T_0}$):

$$U(t) = \begin{cases} U_z^1(t), \bar{T}_0 \cdot (z-1) \leq t < \bar{T}_0 \cdot (z-1) + \bar{t}_0^1 \\ U_z^2(t), \bar{T}_0 \cdot (z-1) + \bar{t}_0^1 \leq t < \bar{T}_0 \cdot (z-1) + \bar{t}_0^1 + \bar{t}_0^2 \\ \dots \\ U_z^m(t), \bar{T}_0 \cdot (z-1) + \sum_{j=1}^{m-1} \bar{t}_0^j \leq t < \bar{T}_0 \cdot (z-1) + \sum_{j=1}^m \bar{t}_0^j \end{cases}, \quad (3.6)$$

де z – довільна кількість періодів ($z \rightarrow \infty$ при необмеженому часі спостереження);

б) змінна частота обертів колінчатого вала. Умова стаціонарності процесу не виконується – ($T_{01} \neq T_{02} \neq \dots \neq T_{0i} \neq \dots \neq T_{0z} \neq \bar{T}_0$):

$$U(t) = \begin{cases} U_z^1(t), \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} \leq t < \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} + t_z^1 \\ U_z^2(t), \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} + t_z^1 \leq t < \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} + t_z^1 + t_z^2 \\ \dots \\ U_z^m(t), \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} + \sum_{j=1}^{m-1} t_z^j \leq t < \sum_{i=1}^{z-1} T_{0i} + \sum_{j=1}^m t_z^j \end{cases}. \quad (3.7)$$

Для необхідності обробки сигналу і достовірності отриманих результатів необхідно витримати умову стаціонарності сигналу в часі. Якщо сигнал буде не стаціонарним то це призведе до спотворення результатів. Обробка сигналу стане недостовірною. Це показують вище приведені умови.

У процесі обробки діагностичного сигналу доцільніше оперувати не однаковими інтервалами часу, а приймати за інтервал аналізу час протягом якого відбувається певний цикл роботи двигуна. Наприклад іскроутворення в одному циліндрі t_z^m . Сукупність окремих повних робочих циклів двигуна можна показати у вигляді певної матриці з розмірністю $m \times z$, в якій $z \rightarrow \infty$:

$$F(t) = \begin{pmatrix} U_1^1(t) & U_2^1(t) & \dots & U_z^1(t) \\ U_1^2(t) & U_2^2(t) & \dots & U_z^2(t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ U_1^m(t) & U_2^m(t) & \dots & U_z^m(t) \end{pmatrix}. \quad (3.8)$$

Для функції, що описує процес в одному з циліндрів можна ввести умовне позначення i -му досліджуваному каналі, ($i \in [1, m]$):

$$Q_i(t) = (U_1^i(t) \ U_2^i(t) \ \dots \ U_z^i(t)). \quad (3.9)$$

Тоді залежність (3.8) набуде вигляду:



$$F(t) = \begin{pmatrix} Q_1(t) \\ Q_2(t) \\ \dots \\ Q_m(t) \end{pmatrix}. \quad (3.10)$$

Дослідження сигналу під час діагностування не можна обмежити однією реалізацією під час одного циклу роботи двигуна. Такий результат буде досить неправдоподібним і може мати хибні результати. Для підвищення достовірності діагностування необхідно використовувати певну множину реалізацій. Це множина буде зчитана протягом якогось періоду часу і її необхідно усереднити. Чим більше кількість діагностичних реалізацій сигналу тим більш достовірним буде результат діагностування.

Розглянемо процес усереднення певної кількості реалізацій сигналу системи запалювання в одному циліндрі.

Умови стаціонарності виконуються при постійній частоті обертів колінчатого вала двигуна. Усереднену функцію реалізації сигналу при цьому можна визначити в одному циліндрі:

$$\overline{U_0^m(t)} = \frac{1}{z} \int U_i^m(t) dt, \quad (i \in [1, z]). \quad (3.11)$$

Але виконання діагностування при постійній частоті обертання колінчастого валу є недостатнім. Більш потрібним і діагностування на різних режимах роботи двигуна коли частота обертання колінчастого валу змінюється.

Інтервал аналізу відповідної реалізації сигналу зменшується із збільшенням частоти обертів колінчастого вала. Інтервал аналізу збільшується зі зменшенням частоти обертів колінчастого вала. При таких умовах вимоги стаціонарності до сигналу не будуть виконуватися і застосувати пряме усереднені сигналу стане неможливим. Якщо окремі реалізації сигналу мають різний проміжок часу, то для їх усереднення бажано звести ці реалізації до якогось базового часового проміжку.

Нехай t_0^m і t_i^m – інтервали аналізу одного m -го циліндра двох будь-яких реалізацій ($t_0^m \neq t_i^m$), які відповідно описуються функціями $U_0^m(t)$ і $U_i^m(t)$. Інтервал аналізу приймемо t_0^m як базовий ($t_0^m = \frac{2\pi}{\omega_0}$). Масштабування сигналів:

$$U_0^m(t) = U_i^m(\Theta_i \cdot t), \quad t_0^m = \Theta_i \cdot t_i^m, \quad (3.12)$$

де Θ_i - масштабний коефіцієнт.

При $|\Theta_i| < 1$, то сигнал розтягується, а якщо $|\Theta_i| > 1$ – стискається. Після перетворення (3.28), стане таким:

$$U(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \dot{A}_k \exp\left\{j \frac{2 \cdot \pi \cdot k}{t_0^m} t\right\} = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \dot{A}_k \exp\left\{j \frac{2 \cdot \pi \cdot k}{t_i^m \cdot \Theta_i} t\right\}. \quad (3.13)$$

Приведення t_i^m до t_0^m повинно здійснюватися в реальному часі. Це вимагає паралельної обробки даних кожного з каналів і значно ускладнює реалізацію вхідної частини, оскільки. Логічна схема послідовно-паралельної обробки діагностичного сигналу окремих реалізацій показана на рис. 3.5.



Рис. 3.5 – Послідовно-паралельна обробка вхідних даних

Після проходження z робочих циклів двигуна, що діагностується, по кожному циліндру буде накопичено z реалізацій. Інтервали аналізу приведені до базових для кожної реалізації. Використовуючи залежність (3.23) Це дасть можливість в кожному циліндрі окремо визначити усереднені реалізації. Після проведення у середині реалізації у множині визначених реалізації можуть попасти реалізації із зовнішніми заводами. Такі реалізацію вважаються хибними і аномальними. Отже перед початком подальшої обробки сигналів необхідно провести фільтрування і видалити аномальні реалізації. Після цього можна виконувати процедуру усереднення реалізацій.

3.2 Математична модель автоматизованого діагностування мехатронних систем автомобіля

Процес діагностування будь-якої мехатронної системи автомобіля повинен виконуватися у відповідності з математичною моделлю. Призначення математичної моделі є теоретичний опис наукового підходу до визначення технічного стану певної системи автомобіля. Математична модель описує діагностичну систему і функціональну схему яка показана на рисунку 3.6.

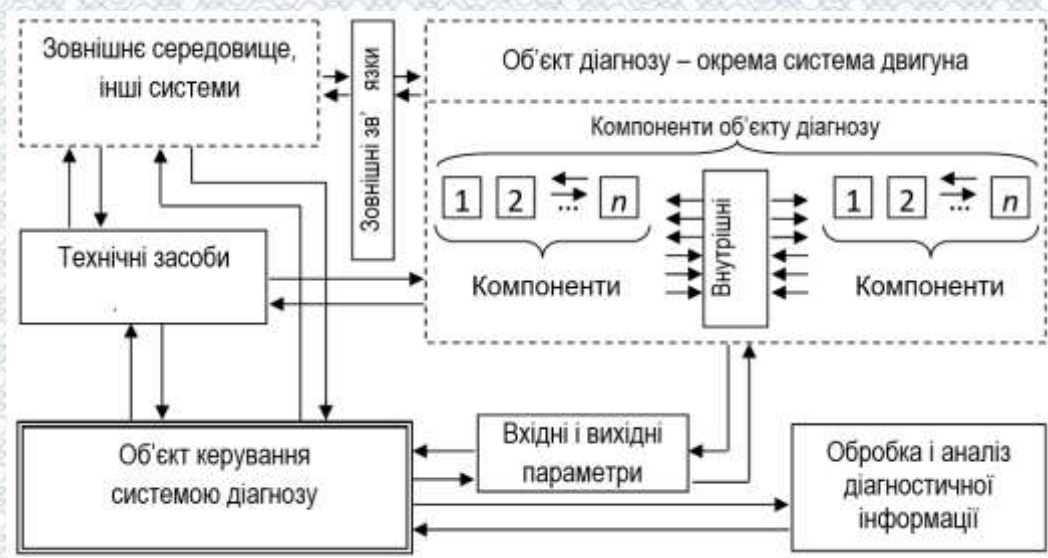


Рис. 3.6 – Функціональна схема діагностичної системи визначення технічного стану систем двигуна


Для здійснення процедури діагностування необхідно оперувати вхідними і вихідними параметрами. Це параметри які визначають технічний стан системи що діагностується. Досить не простою задачею є процес отримання діагностичних параметрів. Діагностичні параметри можуть бути отримані різними способами. Один із таких способів і експериментальні перевірки. Під час проведення експериментальної перевірки над об'єктом діагнозу здійснюється певні дії а також ж отримується реакція об'єкта на ці дії.

Математична модель формально описує процеси які проходять в об'єкті діагностування при їх справному і несправному станах. Математична модель може бути виражене в аналітичній табличній або графічній формі. При побудові математичної моделі необхідно дотримуватися певних обмежень. Кількість елементарних перевірок повинна бути мінімальною для зменшення трудомісткості роботи. Кількість параметрів які необхідно отримати повинна бути оптимальною для можливості визначення технічного стану.

Математичні моделі можуть бути описані у двох станах. Це явні і неявні й стани. При розробці математичної моделі у неявном у стані передбачається що формально описується тільки один стан системи, як правило це справний стан. Всі інші стани системи описуються правилами за якими можна їх отримати

виходячи із справжнього стану. Явний стан математичної моделі передбачає опис справного стану, а також опис всіх можливих станів які передбачають типові несправності даної системи

Для створення математичної моделі визначення технічного стану окремої системи автомобіля можна використати спосіб порівняння сигналу який досліджується із сигналами які містяться в базі даних. Для цього необхідно створити базу даних в яку будуть занесені взірцеві сигнали а також сигнали із типовими несправностями системи яка діагностується. Таким чином діагностичну модель можна представити у вигляді певної матриці яка містить опис кожного технічного стану системи:



$$M = \begin{pmatrix} X_0 \\ X_1 \\ \dots \\ X_k \end{pmatrix}. \quad (3.14)$$

Параметри $X_0, X_1, X_2, \dots, X_k$ характеризують технічний стан системи. Параметр X_0 характеризує справний стан системи, параметри X_1, X_2, \dots, X_k характеризують типові несправності системи або їх комбінації.

Параметр X_i можна описати як функцію багатьох змінних:

$$X_i = \varphi(F_1, F_2, \dots, F_n), \quad (3.15)$$

де F_1, F_2, \dots, F_n – характеризують одну окрему несправність системи.

Математична модель повинна вирішувати задачі які пов'язані із встановлення взаємозв'язку між технічним станом системи яка діагностується та параметрами математичної моделі.

Для створення математичної моделі необхідно описати попередні умови,:

- 1) всі дані для обробки подаються у цифровій формі;

- 2) функціональні процеси можуть описуватися амплітудно-частотними характеристиками;
- 3) конкретна несправність встановлюється шляхом порівняння частотні характеристики сигналу який досліджується із сигналом який міститься у базі даних.

Для прикладу розглянемо спектральні характеристики сигналу системи запалювання. Графік спектральної щільності потужності характеризує технічний стан системи запалювання. Якщо у даній системі виникають якісь несправності то Вони змінюють частотні характеристики цього сигналу. При появі кожної типової несправності системи у графіку спектральної щільності потужності появляються аномалії у визначеному діапазоні частот.

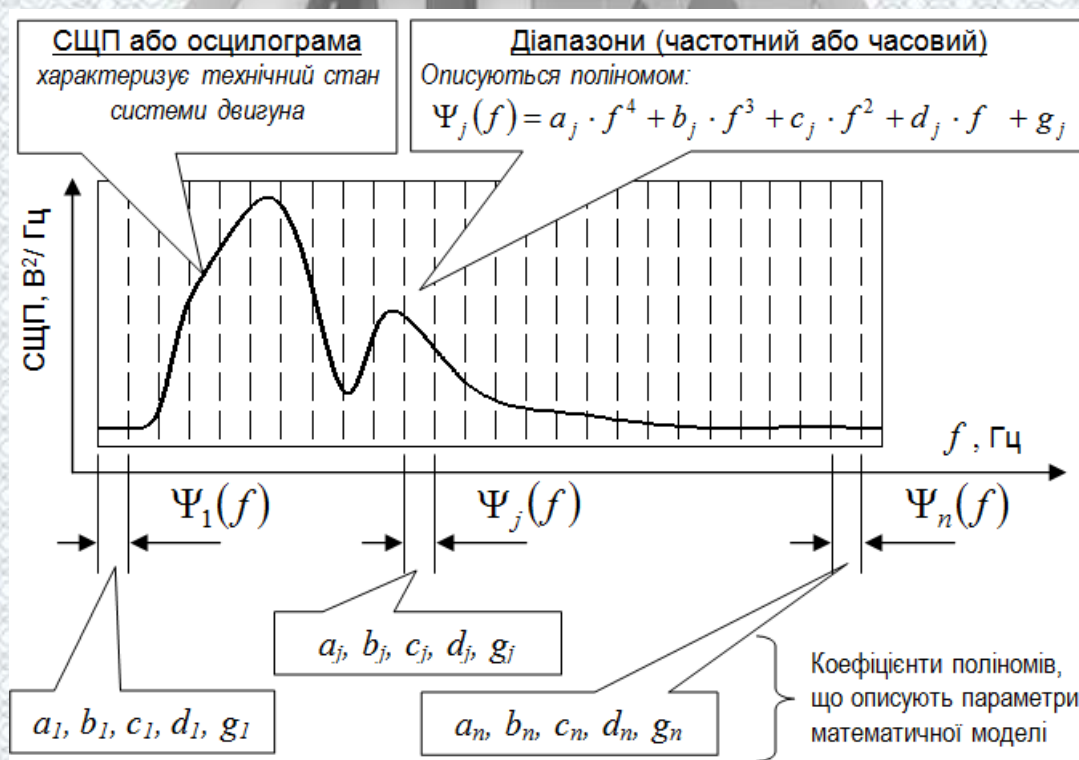


Рис. 3.7 – Визначення параметрів математичної моделі

Графік спектральної щільності потужності являє собою криву. Ця крива описує технічний стан системи яка діагностується. Отже для визначення несправності необхідно порівняти криву спектральної щільності потужності отримано

в результаті діагностування із кривими які містяться у базі даних.

Для зручності такого порівняння графік спектральної щільності потужності доцільно поділити на окремі частотні діапазони. Несправності які можуть повстися у системі впливають на форму графіка в окремих діапазонах. При цьому кожна типова несправність по-різному впливає на форму графіка в різних діапазонах частоти. Тобто кожна окрема несправність вносить свої аномалії в окремі частотні діапазони.

Після розподілу графіка на окремі діапазони ми отримуємо множину діапазонів які також описуються окремими графіками. Кожен такий діапазон можна описати поліномом. Таким чином ми отримуємо матрицю поліномів:



$$X_i = \begin{pmatrix} \Psi_1(f) \\ \Psi_2(f) \\ \dots \\ \Psi_n(f) \end{pmatrix}. \quad (3.16)$$

Процес опису окремих діапазонів за допомогою поліномів називається інтерполяцією. Для опису діапазонів частоти можна вибрати поліном четвертого порядку. Таким чином кожен поліном можна показати у вигляді функції:

$$\Psi_j(f) = a_j \cdot f^4 + b_j \cdot f^3 + c_j \cdot f^2 + d_j \cdot f + g_j. \quad (3.17)$$

Тоді формула (3.36) буде представлена у виді:

$$X_i = \begin{pmatrix} \Psi_1(f) = a_1 \cdot f^4 + b_1 \cdot f^3 + c_1 \cdot f^2 + d_1 \cdot f + g_1 \\ \Psi_2(f) = a_2 \cdot f^4 + b_2 \cdot f^3 + c_2 \cdot f^2 + d_2 \cdot f + g_2 \\ \dots \\ \Psi_n(f) = a_n \cdot f^4 + b_n \cdot f^3 + c_n \cdot f^2 + d_n \cdot f + g_n \end{pmatrix}. \quad (3.18)$$

Залежність (3.18) можна представити у спрощеному виді як матрицю коефіцієнтів поліномів:

$$X_i = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 & d_1 & g_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 & g_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_n & b_n & c_n & d_n & g_n \end{pmatrix}. \quad (3.19)$$

Приведення виразу можна описати будь-який стан системи яка діагностується. Матриця коефіцієнтів дає можливість описати справний стан системи ми і будь-яку типову несправність. Такий підхід є досить зручним для формування бази даних. В базі даних будуть зберігатися тільки коефіцієнти поліномів.

У процесі діагностування для системи яка діагностується також ж будуть визначатися коефіцієнти поліномів. Визначення коефіцієнти в автоматичному режимі будуть порівнювати ся із коефіцієнтами які містяться в базі даних. У скільки в базі даних повинні бути занесені коефіцієнти для всіх типових несправностей системи, То у процесі автоматичного порівняння можна знайти матрицю коефіцієнтів з бази даних яка найбільше відповідає матриці коефіцієнтів яка отримана з системи що діагностується.

Для можливості порівняння окремих частотних діапазонів сигналу який діагностується із частотними діапазонами які містяться в базі даних необхідно визначити коефіцієнти кореляції:

$$r_{ij} = \frac{1}{|\Omega_j, \Omega_{j+1}| \cdot \sigma_{doc} \sigma_{baz}} \int_{\Omega_j}^{\Omega_{j+1}} (\Psi_{j_{doc}}(f) - \overline{\Psi_{j_{doc}}}) \cdot (\Psi_{j_{baz}}(f) - \overline{\Psi_{j_{baz}}}) df, \quad (3.20)$$

де i – номер параметра X_i з бази даних ($i \in [1, k]$);

j – номер діапазону частот у графіку СЦП ($j \in [1, n]$);

n – кількість діапазонів частот графіка СЦП;

k – кількість параметрів X_i математичної моделі;

Ω_j – початок j -го діапазону частот;

$\sigma_{doc}, \sigma_{baz}$ – стандартні відхилення j -го діапазону частот;

$\overline{\Psi}_{j_{доc}}, \overline{\Psi}_{j_{баз}}$ – середні значення j -го діапазону частот.

За отриманими результатами будемо матрицю коефіцієнтів кореляції ($k \times n$):

$$R_{\Psi} = \begin{pmatrix} r_{01} & r_{02} & \dots & r_{0n} \\ r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & r_{kn} \end{pmatrix}. \quad (3.21)$$

Кожен окремий рядок приведеної матриці описує як корелює досліджуванний сигнал з одним із параметрів математичної моделі. Кожен параметр математичної моделі у свою чергу описує одну типову несправність системи яка діагностується. Уважається що досліджуваний сигнал корелює з одним рядком матриці тоді коли коефіцієнт кореляції даного рядка перевищують певне допустимі значення.

Таким чином отримано матрицю коефіцієнтів кореляції дасть можливість встановити відповідність стану системи яка діагностується на даний час із одним із станів системи які прописані в базі даних.

Такий підхід дає можливість автоматизувати процес діагностування і зменшити вплив людського фактору при визначенні причини несправності.

Описана математична модель та метод автоматизованого визначення несправностей системи автомобіля яка діагностується може поповнюватися у процесі експлуатації. При виконанні чергового діагностування ми отримуємо якийсь певний стан системи який описаний коефіцієнтами. Якщо отримана матриця коефіцієнтів уже міститься в базі даних хто система автоматично визначає несправність або вказує на те що автомобіль справний. Процес діагностування закінчується.

В іншому випадку ми можемо отримати матрицю коефіцієнтів яких на даний час у базі даних немає. В такому разі можна визначити причину несправності іншим способом, а отримано матрицю коефіцієнтів занести в базу даних із

вказанням опису несправності яка була виявлена.

З чого можна зробити висновок що описана математична модель та спосіб автоматизованого діагностування є відкритим і таким який може поновлювати у процесі експлуатації.

3.3 Розробка алгоритмів діагностування мехатронних систем автомобіля

Алгоритми автоматизованого діагностування система сучасного автомобіля повинні передбачати можливість визначення несправностей з мінімальним впливом людського фактору. Тобто процес діагностування повинен включати в себе інтелектуальну обробку інформації яка виконується із застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення.

Участь людини в такому діагностуванні передбачає приєднання діагностичного обладнання та отримання відповідної діагностичної інформації з характерних точок діагностування автомобіля. Потім вся інформація передається у персональний комп'ютер в якому завантажене відповідне програмне забезпечення. Можливість обробки отриманої інформації повинна передбачати її систематизацію фільтрування та високий рівень цифрової обробки.

Для функціонування програмного забезпечення і реалізації процедури діагностування з визначенням конкретних причин появи несправності необхідно попередньо створити базу даних.

Створення такої бази даних є досить відповідальним і важливим етапом у процесі формування автоматизованої системи діагностики. Бази даних створюються для кожної системи автомобіля яку необхідно діагностувати.

Передбачається що будь-яка система автомобіля характеризується множиною певних типових несправностей які можуть виникати у процесі експлуатації. Кожна типова несправність для кожної системи автомобіля повинна бути описано і збережена в базі даних. Процес формування бази даних показаний у вигляді блок-схеми на рисунку.

На першому етапі із системи зчитується діагностичний сигнал. Система автомобіля може знаходитися у справному або у несправному стані. Несправних станів може бути якась визначена кількість.

Для кожного такого стану визначається характеристики щита ного сигналу. Якщо сигнал містить високочастотні складові то біля нього визначаються спектральні характеристики у вигляді спектральної щільності потужності. Якщо сигнал немає високочастотних складових хто спектральні характеристики для нього визначати не потрібно.

На другому етапі отриманий діагностичний сигнал або графік спектральної щільності потужності розбивається на окремі діапазони. Поява аномалій в окремих діапазонах отриманого графіка буде характеризувати певну типову несправність системи яка діагностується.

На третьому етапі необхідно зберегти опис отриманих діапазонів в базі даних. Для цього використовується спосіб інтерполяції і кожний діапазон описується як поліном четвертого порядку з відповідними коефіцієнтами. В базі даних зберігається тільки коефіцієнти полінома.

Отже результатом створення бази даних повинна бути множина коефіцієнтів у вигляді окремих матриць. Кожна матриця коефіцієнтів поліномів описує одну типовому несправність окремої системи автомобіля або її справний стан.

Кількість матриць у базі даних може бути досить великою. Вона поповнюється у процесі експлуатації при виникненні несправностей які ще не описані у базі даних

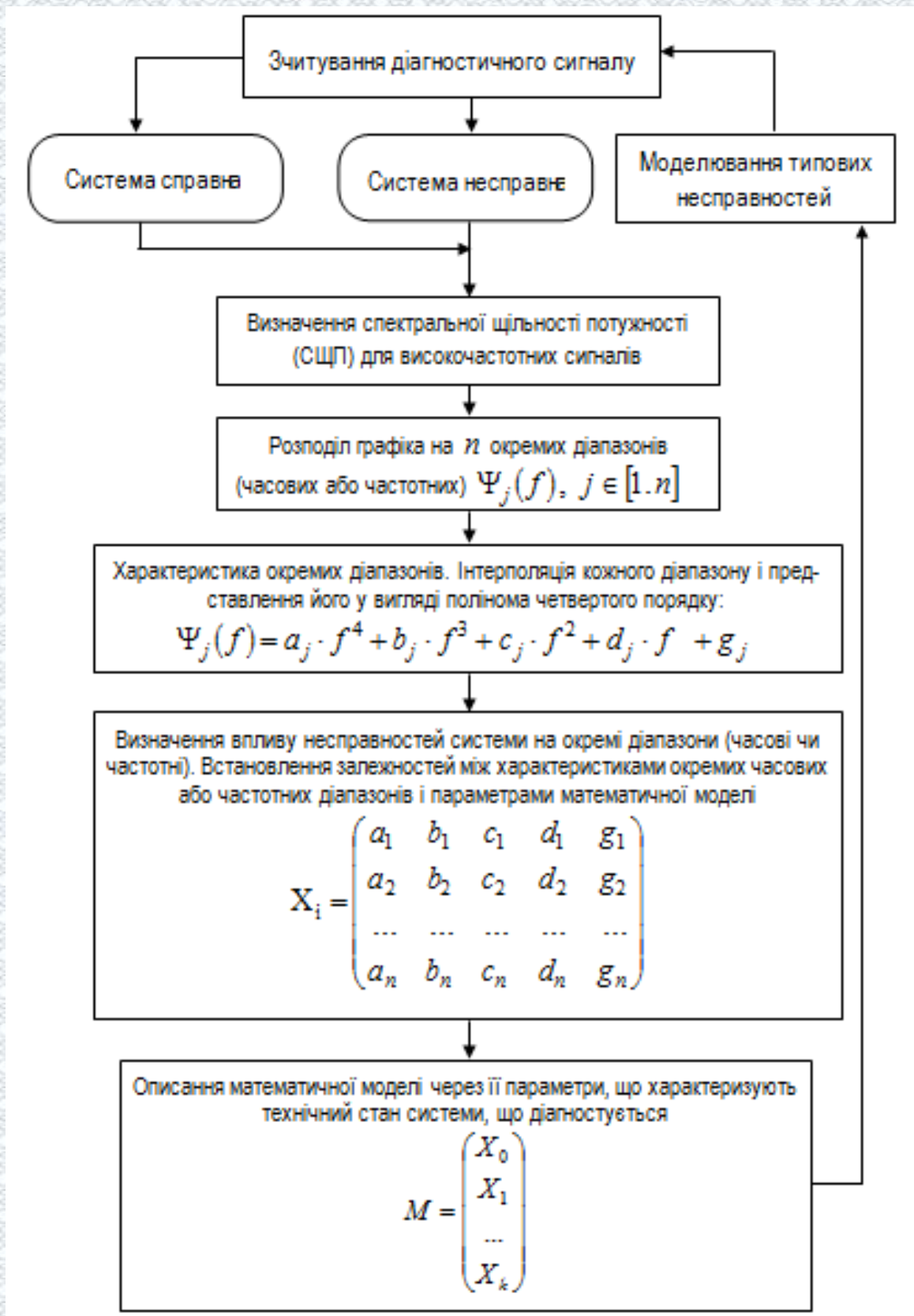


Рис. 3.11 – Блок-схема створення інформаційної бази даних параметрів математичної моделі

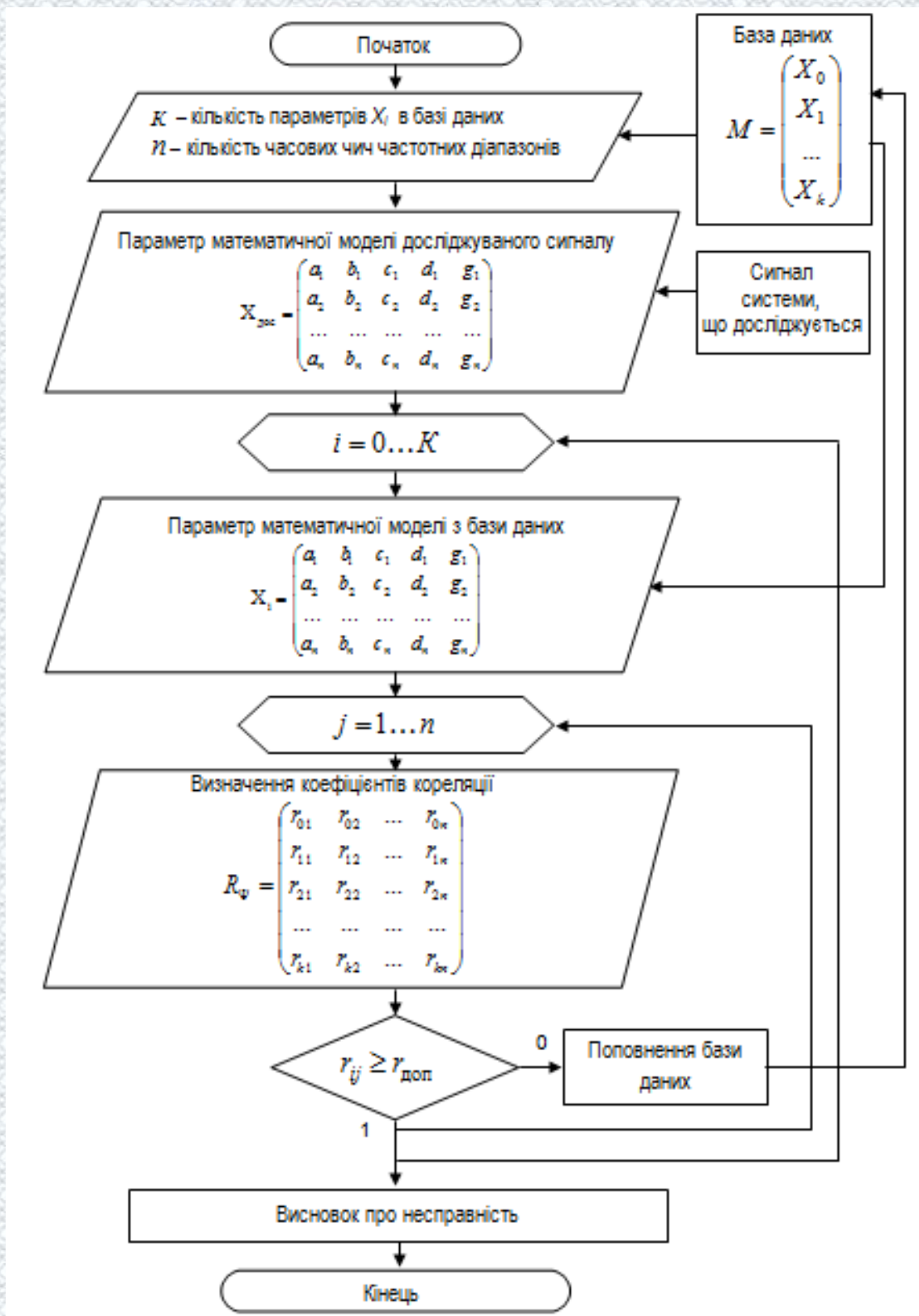


Рис. 3.12 – Блок-схема автоматизованого порівняння параметрів математичної моделі та поповнення бази даних

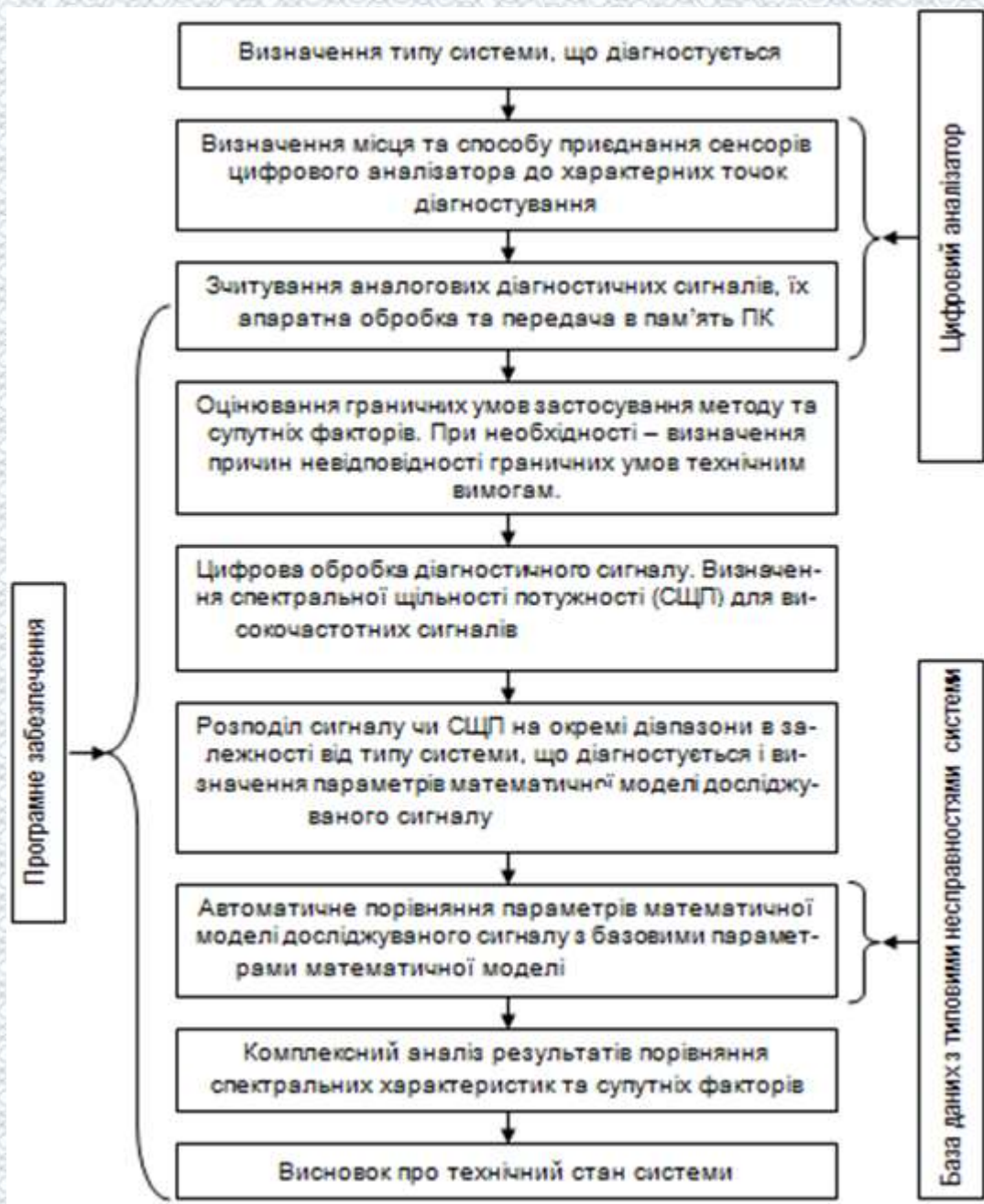


Рис. 3.13 – Блок-схема алгоритму автоматизованого діагностування

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок інвестиційних вкладень

Фактична або повна сума інвестиційних вкладень в методику діагностування двигуна визначається в результаті проведення калькуляції основних статей витрат. Дана методика втілюється в технологію діагностування і впроваджується на СТО.

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

Таблиця 4.1 – Вхідна інформація для визначення трудомісткості дослідницької діяльності

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

Загальну трудомісткість можна визначити за формулою:

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

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

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

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

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

Визначення необхідної кількості розробників.

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



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

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

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

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

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

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

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

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

де $ЗП_{\min}$ – мінімальна заробітна плата (згідно чинного законодавства), грн.;
 $\Phi_{\text{нм}}$ – номінальний місячний фонд робочого часу одного працівника, год.
(відповідно до Галузевої угоди);
 K_2 – галузевий коефіцієнт.

$$T_{\text{ст}}^1 = \frac{6500}{162} \cdot 1,25 = 50,15 \text{ (грн.)}$$

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

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

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

Розрахуємо тарифну ставку для працівників 5-го розряду.

$$T_{\text{ст}}^5 = 50,15 \cdot 1,96 = 98,3 \text{ (грн);}$$

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

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

Посада	Тарифний розряд	Кількість працівників, чол.	Тарифна ставка, грн.	Середньо годинна тарифна ставка, грн.
Інженер-механік	5	1	98,3	98,3
Штатна чисельність працівників		1	-	98,3

Розрахунок фонду основної і додаткової заробітної плати.

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

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

$$ЗП_{осн} = 98,3 \cdot 336 \cdot 1 = 33029,62 \text{ (грн).}$$

Фонд додаткової заробітної плати включає в себе різні види доплат- за професійну майстерність – 20%, за інтенсивність – 12% від основної заробітної плати дослідників та суму нарахованої премії, тощо. Розміри цих доплат встановлюються відповідними законодавчо-нормативними актами, а розмір премії - діючим на підприємстві Колективним договором. Проводимо розрахунки і формуємо фонд додаткової заробітної плати.

$$ЗП_{дод} = 6605,92 + 3963,55 + 6605,92 = 17175,39 \text{ (грн).}$$

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

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

$$\Phi ОП = 33029,62 + 17175,39 = 50205,01 \text{ (грн).}$$

Розрахунок єдиного соціального внеску.

Єдиний соціальний внесок розраховується за формулою

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

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

$$B_{CCB} = \frac{22}{100} \cdot 50205,01 = 11045,10 \text{ (грн).}$$

4.2 Розрахунок амортизаційних відрахувань

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

$$A_A = \frac{15687 \cdot 20}{100} \cdot \frac{3}{12} = 784,35 \text{ (грн)}$$

Витрати на силову електроенергію під час проектувальних заходів

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

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

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

Таблиця 4.3 – Кошторис інвестиційних витрат методики діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі

Статті витрат	Умовне позначення	Сума, грн.	Структура, %
1	2	3	4
Заробітна плата основна	$ЗП_{осн}$	33029,62	48,36

Продовження таблиці 4.3

1	2	3	4
Заробітна плата додаткова	$Z_{П_{дод}}$	17175,39	27,56
Нарахування на заробітну плату єдиного соціального внеску	$V_{ССВ}$	11045,10	16,70
Амортизаційні відрахування	A_A	784,35	1,05
Витрати на електроенергію	V_c	257,40	0,52
Загальновиробничі витрати	$V_{зг}$	3302,96	5,80
Разом		115799,83	100

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

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

де 12 – число місяців;

M – місячний посадовий оклад інженерно – технічного працівника, грн.

β – частка часу, який витрачає працівник на обслуговування та оновлення бази знань, в загальному часі своєї роботи - 10-18%

$$Z_{обс} = 12 \cdot 6500 \cdot 0,12 = 9360,6(\text{грн/рік}).$$

Додаткову заробітну плату складає 10% від оплати праці інженерно-технічного працівника – 936,0 грн.

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

$$H_{ССВ} = (9360,0 + 936,0) \cdot 0,22 = 2265,12(\text{грн}).$$

Витрати на електроенергію (при живленні із електромережі)

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

Розрахуємо амортизаційні відрахування

$$A = \frac{115799,83 \cdot 20 \cdot 12}{100} = 2779,19 \text{ (грн)}.$$

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

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

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

$$P = 0,1 \cdot 15687 + (9360 + 936) \cdot 0,12 = 1423,68 \text{ (грн)}.$$

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

$$I_b = (9360 + 936 + 2265,12 + 139,34 + 2779,19 + 1423,68) \cdot 0,07 = 1183,23 \text{ (грн)}.$$

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

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

Статті витрат	Умовні позначення	Сума грн.	Структура, %
Заробітна плата обслуговуючого персоналу	З _{обс}	9360,0	54,00

Продовження таблиці 4.5

1	2	3	4
Додаткова заробітна плата	Z_d	936,0	5,40
Нарахування на заробітну плату	$H_{ссв}$	2265,12	13,07
Амортизаційні відрахування для програмного продукту	A	2779,19	11,54
Витрати на поточний ремонт комп'ютерної техніки	P	1423,68	8,27
Витрати на електроенергію	B_c	139,34	1,08
Інші витрати	I_b	1183,23	6,64
Разом	E_2	18086,56	100

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

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

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

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

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

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

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

4.3 Розрахунок економічної ефективності

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

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

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

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

$$\Delta E = \left(\frac{15560,75}{810} - \frac{18086,56}{4320} \right) \cdot 4320 = 65274,66 (\text{грн./рік}).$$

Термін окупності інноваційного проекту

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

де B – загальна сума капіталовкладень.

ΔE – річний економічний ефект використання інноваційної методики, грн.

$$T_0 = \frac{115799,83}{65274,66} = 1,7 \text{ (року)}.$$

Виходячи із проведених розрахунків можна узагальнити, що методика діагностування двигуна на основі нейро-нечіткої мережі є ефективною так, як термін окупності інноваційного підходу складає 1,7 року < 3 років (нормативне значення) і базується на нових цифрових підходах до діагностування..

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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

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

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

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

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

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

5.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

5.1.1 Вимоги безпеки під час виконання роботи

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

При постановці автомобіля на пост необхідно вивішувати на рульове

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.1.2 Електробезпека приміщення

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

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

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

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

5.1.2 Пожежна безпека

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

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

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

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

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

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

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

5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

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

- зону розміщувати на першому поверсі;
- площа не зайнята обладнанням, повинна бути не менше 10 м², висота

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

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

Площа виробничого приміщення на одного робітника повинна бути не менше 4,5м².

5.2.1 Мікроклімат

Мікроклімат виробничих приміщень залежить від швидкості руху повітря на дільниці та його прискорення. В доповнення до місцевої вентиляції повинна бути встановлена загальнообмінна вентиляція, що забезпечує рівномірне розподілення повітря по всьому приміщенню зі швидкістю не більше 0,3м/с. Зона відноситься до приміщень з незначними надлишками явного тепла 20ккал/м³ год. і менше. Отже, категорія робіт II б. робоче місце постійне. Оптимальні та допустимі значення мікроклімату наведені в табл. 5.3

Таблиця 5.3- Оптимальні та допустимі значення мікроклімату

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

5.2.2 Склад повітря робочої зони

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

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

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

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

Таблиця 5.5 - Гранична допустимі концентрації шкідливих газів

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

5.2.3 Виробниче освітлення

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

Таблиця 5.6 – Значення кількісних показників освітлення.

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

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

5.2.4 Виробничий шум і вібрації

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

Таблиця 5.5 – Нормативні рівні звукового тиску

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

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

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

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

5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.3.1 Розробка та розрахунок пункту спеціальної обробки (ПуСО)

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

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

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

5.3.2 Розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки

Визначення кількості естакад необхідних для миття автомобілів:

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

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

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

Отже для організації ПуСО необхідно 5 естакад.

Необхідна кількість постів для прибирання:

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

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

Отже для організації ПуСО необхідно 5 постів для прибирання.

Схема організації ПуСО показана на рис. 5.1.

Необхідна кількість води для миття автомобілів на 5 днів:

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

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

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

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

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

$$V_{п} = M_{п} \cdot V_a,$$

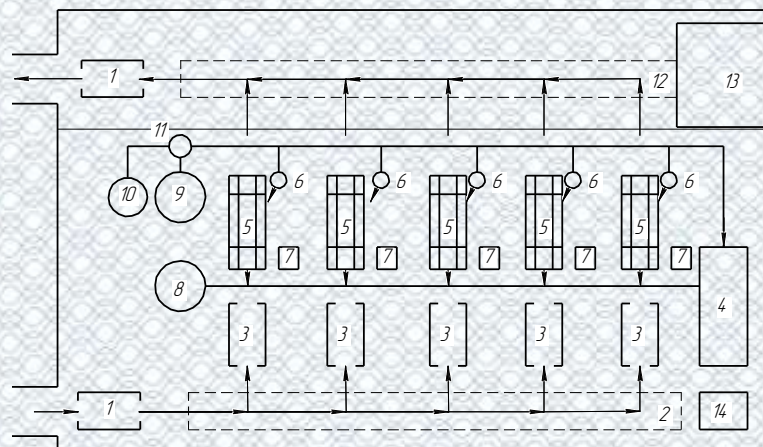


Рисунок 5.1 – План пункту спеціальної обробки

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

Норми витрати препарату ОП-10 на один літр води складають

$M_n = 0,3\%$, тоді:

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

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

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

До основних способів відносять дезактивації техніки і транспорту:

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

здійснюється за допомогою спеціальних комплектів (ДК 4).

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

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

Для протирання використовуються щітки дегазаційних машин, комплектів і приладів.

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

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



ВИСНОВКИ

1. Аналіз виробничої діяльності зони діагностування та станції технічного обслуговування в цілому показує, що для підвищення ефективності виконання діагностичних робіт необхідно удосконалити методи, способи та підходи до діагностування систем сучасних автомобілів. На основі цього сформульовані припущення що більш доцільними є способи діагностування які ґрунтуються на автоматизованих системах визначення причин несправностей.

2. У даній роботі запропоновано підвищити ефективність діагностування мехатронних систем автомобіля шляхом аналізу осцилограм зчитаних з характерних точок діагностування. Отриманим сигналом виконується цифрова обробка та аналізуються їхні спектри. Це дало можливість ідентифікувати характерні несправності які можуть мати місце в різних системах автомобіля і важко визначаються класичними способами діагностування, такими як застосування бортової діагностики та мотор тестерів..

3. Розроблена діагностична модель дає можливість автоматизувати процес діагностування. Автоматичне визначення несправності ґрунтується на порівнянні спектрів типових сигналів автомобіля з бази даних із сигналами отриманими під час діагностування. Діагностична модель може поповнюватися і удосконалюватися шляхом внесення в базу знань спектрів сигналів із типовими несправностями.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрусенко С. І. Організація фірмового обслуговування : навчальний посібник [для студ. спец. "Автомобілі та автомобільне господарство"] / ІСДО; Український транспортний ун-т. / Андрусенко С. І. – К. : ІЗМН, 1996. – 215 с.
2. Андрусенко С. І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств : навч. посіб. / Андрусенко С. І., Білецький В. О., Бортницький П. І. ; за ред. проф. С. І. Андрусенка. – К. : Каравела, 2009. – 368 с.
3. Автомобильные двигатели. Системы управления и впрыск топлива [Текст]: руководство (пер. с англ.). – СПб. : ЗАО "Альфамер Паблшинг", 1999. – 338 с. – ISBN 5-93773-003-8.
4. Автомобильный справочник BOSCH [Текст] : (перевод: "Automotive Handbook BOSCH") – М. : ЗАО КЖИ "За рулем", 2004. – 992 с. – ISBN 5-85907-327-5.
5. Бронштейн М. И. Электронное управление двигателем, трансмиссией и ходовой частью автомобиля [Текст] : учеб. пособие для студ. спец. "Электрические системы и комплексы автотранспортных средств" / М. И. Бронштейн. – Харьков : ХГАДТУ, 2001. – 150 с.
6. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных: Пер. с англ. – М. Мир, 1989. – 540 с.
7. Говорущенко Н. Я. Системотехника транспорта (на примерах автомобильного транспорта) [Текст]. В 2-х частях / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 1998. – Т.1 – 255 с.; – Т.2 – 219 с.
8. Говорущенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта [Текст] : учебное пособие / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков : ХГАДТУ, 2001. – 271 с.
9. Диагностический комплекс "Автосканер". Техническое описание. Руководство по эксплуатации [Текст]. – Хмельницкий : ЧМП "Оупен Систем", 2001. – 28 с.
10. Диагностический стенд "Спрут-Тестер". Техническое описание.

Руководство по эксплуатации [Текст]. – Луганск : НПО "Энергия", 2002. – 35 с.

11. Диагностическое и гаражное оборудование для станций технического обслуживания автомобилей [Текст] : информационные листы и каталоги представительства концерна Роберт Бош Лтд в Украине. – К., 2007.

12. Кукурудзяк Ю. Ю. Розробка та реалізація методу автоматизованого діагностування системи запалювання автомобільного двигуна на основі порівняння спектрів сигналів : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Ю. Ю. Кукурудзяк. – Харків, 2005. – 205 с.

13. Кукурудзяк Ю.Ю. Діагностування електромагнітних форсунок автомобільного двигуна / Ю. Ю. Кукурудзяк, М. В. Петров // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Перспективи розвитку машинобудування та транспорту", 13-15 травня 2021 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс] – Вінниця: ВНТУ, 2021. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/prmt/pmrt2021/paper/view/13447>

14. Назар Ф. А. Обґрунтування та реалізація методів автоматизованого діагностування бензинових двигунів на основі аналізу параметрів в їх системах: автореф. дис. на здобуття вчен. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.03 / Ф. А. Назар ; Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т". – Х., 2003. – 20 с.

15. Марпл-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 584 с.

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

17. Системы диагностики. Коды неисправностей автомобилей [Текст] / под ред. С. Афонина. – Батайск : ПОНЧиК, 1999. – 288 с.

18. Системы управления двигателем. Системы впрыска и зажигания бензиновых двигателей. Том 6. Диагностика и проверка узлов автомобилей выпуска 1992 – 96 г. Autodata Limited, England.– М. : «Легион», 1998. – 832 с.

19. Техническая диагностика. Термины и определения : ГОСТ 20911–89. –

М. : Изд-во стандартов, 1989. – 20 с. – (Нормативні директивні правові документи).



ДОДАТКИ



Підвищення ефективності діагностування
мехатронних систем автомобіля в умовах станції
технічного обслуговування автомобілів товариства з
обмеженою відповідальністю «Джерман-Центр» місто
Вінниця

магістерська кваліфікаційна робота
зі спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт»

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

Розробив студент гр. 1АТ-21м
М.В. Петров

Мета роботи – Удосконалити процес діагностування мехатронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування автомобілів (СТО)

Основні задачі роботи:

1. Виконати науково-технічне обґрунтування підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування автомобілів.
2. Розробити заходи щодо покращення функціонування зони діагностики підприємства на основі аналізу виробничої діяльності СТО.
3. Запропонувати і обґрунтувати науковий підхід щодо підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля.
4. Розробити діагностичну модель автоматизованого діагностування мехатронних систем автомобіля на основі аналізу спектрів сигналів.
5. Описати методику практичної реалізації діагностування мехатронних систем автомобіля.

Наукова новизна одержаних результатів.

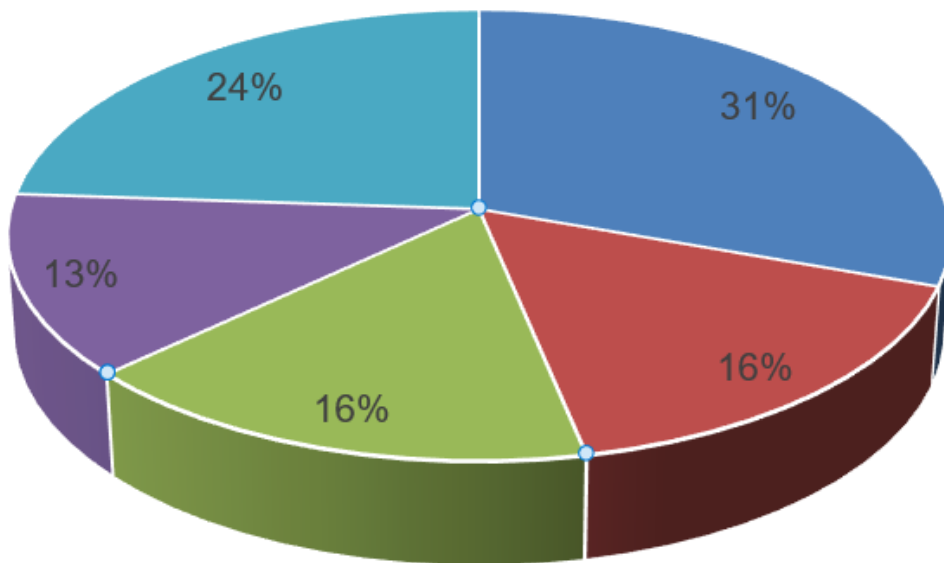
1. Запропоновано науковий підхід підвищення ефективності діагностування мехатронних систем автомобіля в умовах станції технічного обслуговування на основі цифрової обробки сигналів та аналізу спектрів сигналів.
2. Отримав подальший розвиток метод діагностування мехатронних систем автомобіля шляхом аналізу осцилограм сигналів.

Практичне значення одержаних результатів. В результаті

виконаних теоретичних досліджень отримано:

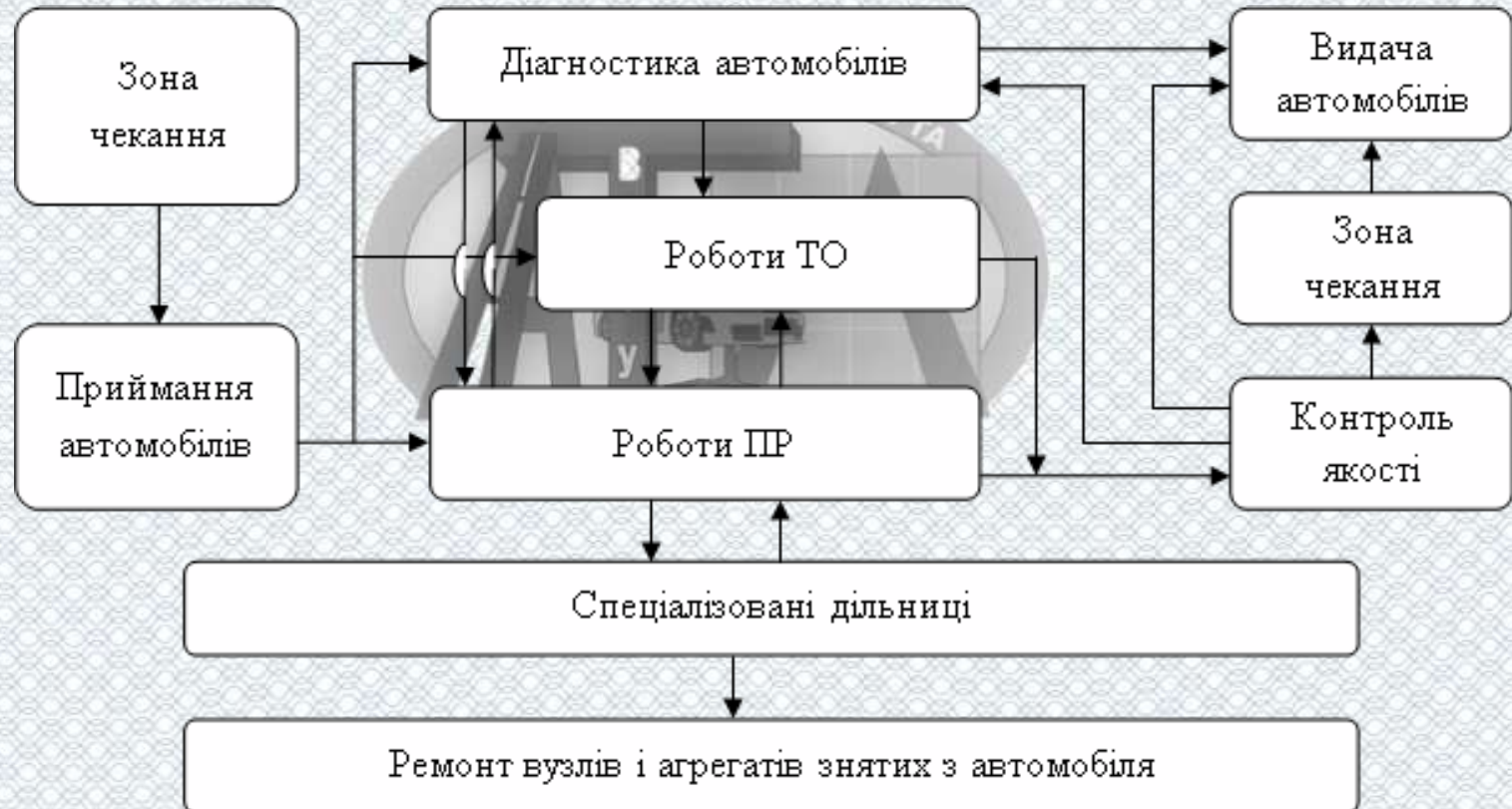
- алгоритм побудови діагностичної моделі на основі цифрової обробки сигналів та аналізу спектрів сигналів.
- алгоритм автоматизованого пошуку несправностей мехатронних систем автомобіля.

Ринок сервісних послуг СТО



- Сервісні СТО
- Колишні СТО державної форми власності
- Нові СТО приватної форми власності
- Автосервіси, що сформовані на виробничо-технічній базі АТП
- Гаражні автосервіси

Схема технологічного процесу ТО і ПР автомобілів на СТО



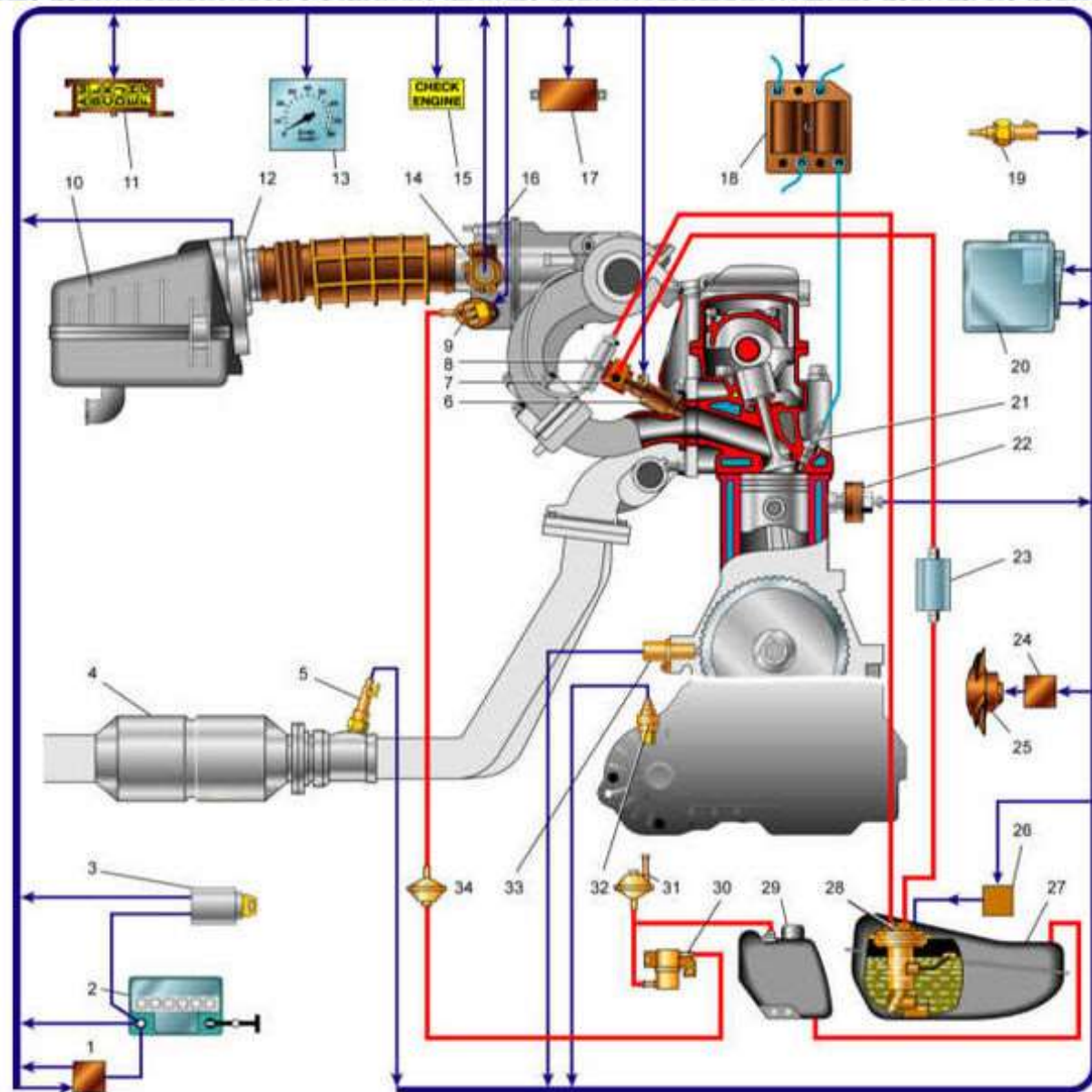
Вихідні дані технологічного розрахунку СТО

Параметр	Ум. позн.	Од. вим.	Значення
Існуюча кількість постів	$X_{п-існ}^{СТО}$	од.	9
Кількість заїздів для виконання ТО і ПР на СТО за рік	$N_{ТО і ПР}^P$	заїздів	3420
Частота заїздів одного автомобіля для виконання ТО і ПР	$n_{ТО і ПР}^P$	заїздів в рік	2
Частота заїздів одного автомобіля для виконання антикорозійної обробки	$n_{а-к}^P$	заїздів в рік	1
Кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО:	$A_{авт}$	авт.	1710
в тому числі:			
- автомобілів I групи:	$A_{авт}^I$	авт.(%)	376
- автомобілів II групи:	$A_{авт}^{II}$	авт.(%)	718
- автомобілів III групи:	$A_{авт}^{III}$	авт.(%)	616
Середньорічний пробіг автомобілів	$L_{с-р}$	км	12500
Спосіб миття автомобілів	-	-	Ручний
Кліматичний район	ПКЗ	-	Помірно-теплий
Режим роботи сто			
Кількість робочих днів СТО	D_p	дні	305
Тривалість зміни	$\tau_{зм}$	год.	7
Кількість робочих змін	ТО і ПР	с	1
	миття і прибирання	с	1
	приймання і видачі	с	1
	передпродажна підготовка	с	1
	антикорозійного захисту	с	1

Результати технологічного розрахунку СТО

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

Мехатронна система. Системи керування двигуном



- 1 - реле запалювання;
- 2 - акумуляторна батарея;
- 3 - вимикач запалювання;
- 4 - нейтралізатор;
- 5 - датчик концентрації кисню;
- 6 - форсунка;
- 7 - паливна рампа;
- 8 - регулятор тиску палива;
- 9 - регулятор холостого ходу;
- 10 - повітряний фільтр;
- 11 - колодка діагностики;
- 12 - датчик масової витрати повітря;
- 13 - тахометр;
- 14 - датчик положення дросельної заслінки;
- 15 - контрольна лампа «CHECK ENGINE»;
- 16 - дросельний вузол;
- 17 - блок управління іммобілайзером;
- 18 - модуль запалювання;
- 19 - датчик температури охолоджуючої рідини;
- 20 - контролер;
- 21 - свічка запалювання;
- 22 - датчик детонації;
- 23 - паливний фільтр;
- 24 - реле включення вентилятора;
- 25 - електровентилятор системи охолодження;
- 26 - реле включення електробензонасоса;
- 27 - паливний бак;
- 28 - електробензонасос з датчиком рівня палива;
- 29 - сепаратор парів бензину;
- 30 - гравітаційний клапан;
- 31 - запобіжний клапан;
- 32 - датчик швидкості;
- 33 - датчик положення колінчастого вала;
- 34 - двоходовий клапан.

Способи діагностування мехатронних систем



Мехатронні системи автомобіля

Сенсори для зчитування діагностичної інформації. Діагностичний стенд

Діагностичні сигнали (осцилограми)

КШМ, ГРМ, система випуску відпрацьованих газів

1. Розрідження у впускному колекторі.
2. Тиску в циліндрах
3. Напруги АБ при прокручуванні стартером
4. Тиску в масляній магістралі
5. Тиску відпрацьованих газів.
6. Віброакустичні сигнали

Система керування двигуном

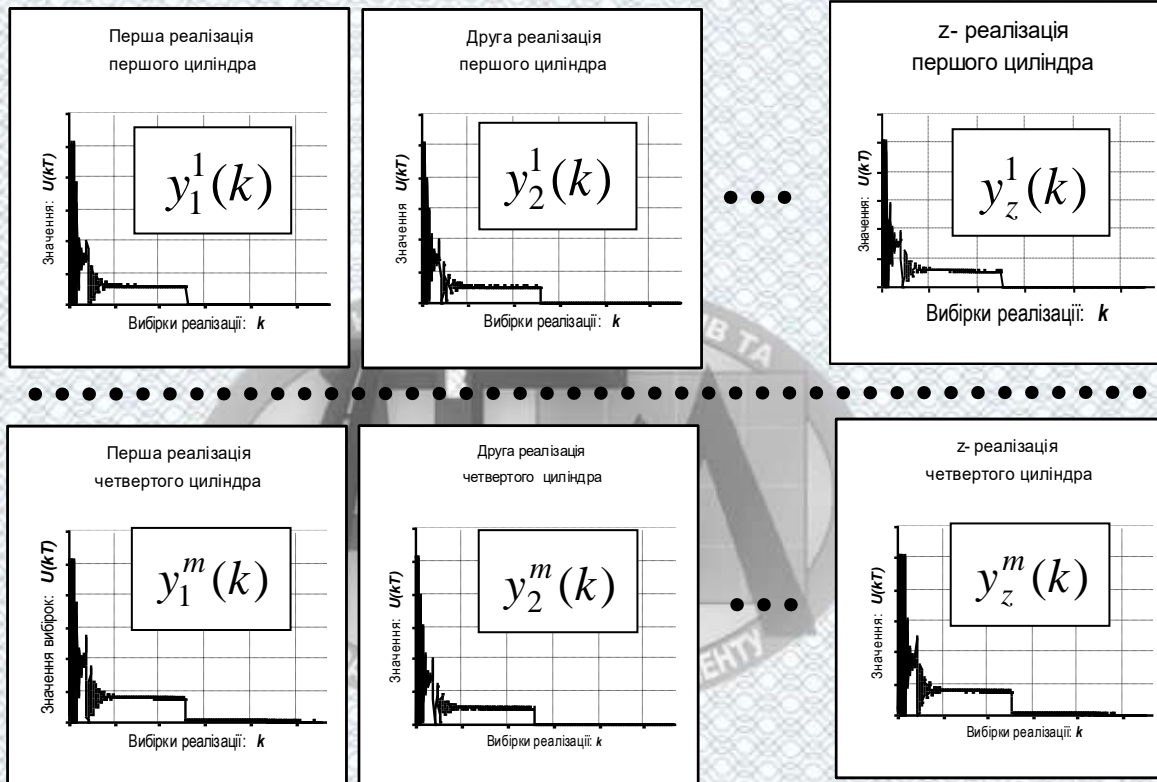
1. Первинної напруги системи запалювання
2. Вторинної напруги системи запалювання
3. Керування електромагнітними форсунками
4. Віброакустичний сигнал спрацювання клапана форсунки
5. Керування іншими виконуючими пристроями
6. Сигнали різних датчиків до ЕБК

Електрообладнання

1. Струму споживання стартера.
2. Напруги АБ в різних режимах роботи
3. Синусоїдальної напруги окремих фаз генератора



Програмне забезпечення



$$y(k) = \begin{pmatrix} y_1^1(k) & y_2^1(k) & \dots & y_z^1(k) \\ y_1^2(k) & y_2^2(k) & \dots & y_z^2(k) \\ y_1^m(k) & y_2^m(k) & \dots & y_z^m(k) \end{pmatrix}$$

Усереднення :

$$\overline{y^m(k)} = \frac{1}{z} \sum_{i=0}^{z-1} y_i^m(k)$$

Розподіл діагностичного сигналу на окремі реалізації

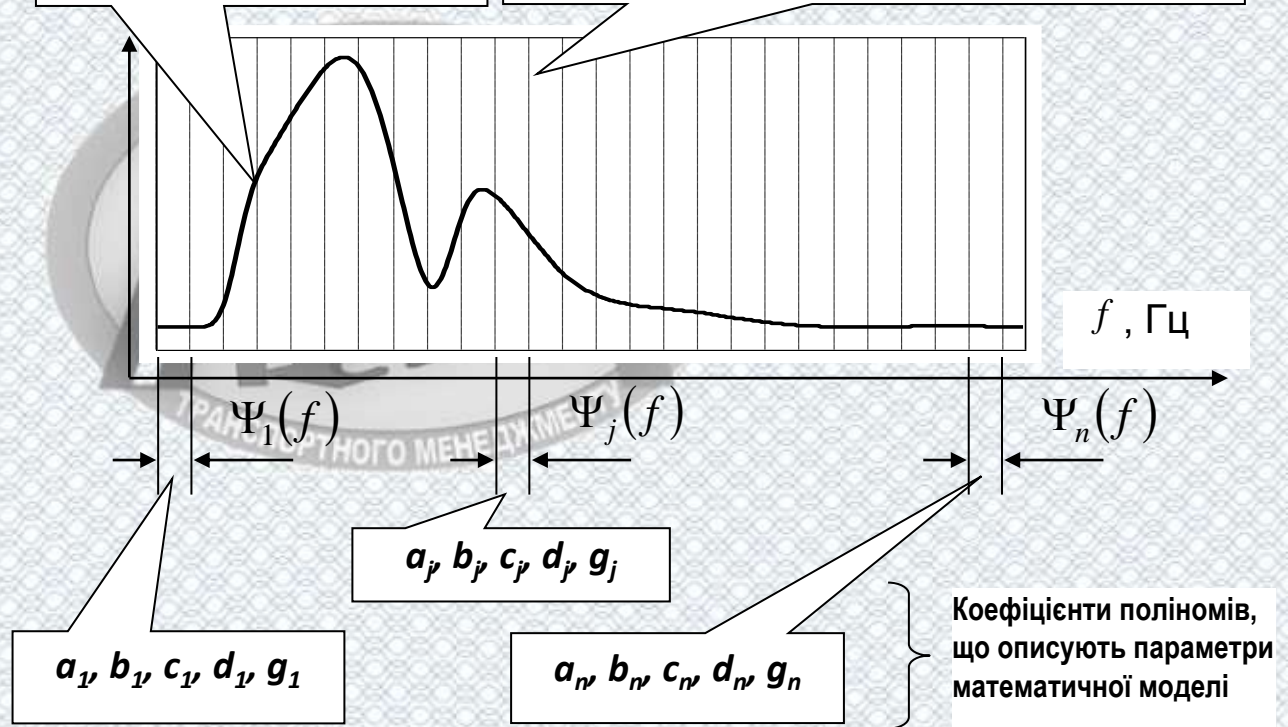
Математична модель
технічного стану
системи:

$$M = \begin{pmatrix} X_0 \\ X_1 \\ \dots \\ X_k \end{pmatrix}$$

$$X_i = \begin{pmatrix} \Psi_1(f) \\ \Psi_2(f) \\ \dots \\ \Psi_n(f) \end{pmatrix}$$

Осцилограма в часовій області або СЦП
характеризує технічний стан системи двигуна

Діапазони (часовий або частотний)
Описуються поліномом:
 $\Psi_j(f) = a_j \cdot f^4 + b_j \cdot f^3 + c_j \cdot f^2 + d_j \cdot f + g_j$



Взаємозв'язок параметрів математичної моделі з діапазонами частот СЦП

Характеристика одного окремого часового діапазону сигналу або діапазону частот

СЦП:

$$\Psi_j(f) = a_j \cdot f^4 + b_j \cdot f^3 + c_j \cdot f^2 + d_j \cdot f + g_j$$

Характеристика всіх діапазонів і зв'язок з параметром математичної моделі:

$$X_i = \begin{pmatrix} \Psi_1(f) = a_1 \cdot f^4 + b_1 \cdot f^3 + c_1 \cdot f^2 + d_1 \cdot f + g_1 \\ \Psi_2(f) = a_2 \cdot f^4 + b_2 \cdot f^3 + c_2 \cdot f^2 + d_2 \cdot f + g_2 \\ \dots \\ \Psi_n(f) = a_n \cdot f^4 + b_n \cdot f^3 + c_n \cdot f^2 + d_n \cdot f + g_n \end{pmatrix}$$

$$X_i = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 & d_1 & g_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 & g_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_n & b_n & c_n & d_n & g_n \end{pmatrix}$$

Визначення параметрів математичної моделі

**Сигнал системи,
що
діагностується**

Параметр математичної моделі
досліджуваного сигналу

$$X_{\text{дос}} = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 & d_1 & g_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 & g_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_n & b_n & c_n & d_n & g_n \end{pmatrix}$$

Параметр математичної моделі
з бази даних

$$X_i = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 & d_1 & g_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 & g_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_n & b_n & c_n & d_n & g_n \end{pmatrix}$$

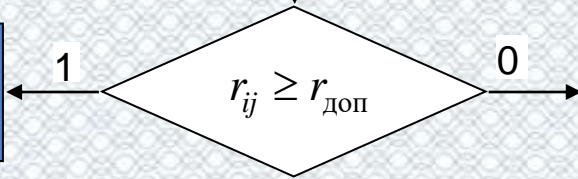
База даних

$$M = \begin{pmatrix} X_0 \\ X_1 \\ \dots \\ X_k \end{pmatrix}$$

Визначення матриці коефіцієнтів кореляції

$$R_{\Psi} = \begin{pmatrix} r_{01} & r_{02} & \dots & r_{0n} \\ r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{k1} & r_{k2} & \dots & r_{kn} \end{pmatrix}$$
$$r_{ij} = \frac{1}{|\Omega_j, \Omega_{j+1}| \cdot \sigma_{\text{дос}} \sigma_{\text{баз}}} \int_{\Omega_j}^{\Omega_{j+1}} (\Psi_{j_{\text{дос}}}(f) - \overline{\Psi_{j_{\text{дос}}}}) \cdot (\Psi_{j_{\text{баз}}}(f) - \overline{\Psi_{j_{\text{баз}}}}) df$$

**Висновок про
несправність**



**Поповнення бази
даних**

Блок-схема автоматизованого пошуку несправностей окремої системи автомобіля

ВИСНОВКИ

1. Аналіз виробничої діяльності зони діагностування та станції технічного обслуговування в цілому показує, що для підвищення ефективності виконання діагностичних робіт необхідно удосконалити методи, способи та підходи до діагностування систем сучасних автомобілів. На основі цього сформульовані припущення що більш доцільними є способи діагностування які ґрунтуються на автоматизованих системах визначення причин несправностей.

2. У даній роботі запропоновано підвищити ефективність діагностування мехатронних систем автомобіля шляхом аналізу осцилограм зчитаних з характерних точок діагностування. Отриманим сигналом виконується цифрова обробка та аналізуються їхні спектри. Це дало можливість ідентифікувати характерні несправності які можуть мати місце в різних системах автомобіля і важко визначаються класичними способами діагностування, такими як застосування бортової діагностики та мотор тестерів.

3. Розроблена діагностична модель дає можливість автоматизувати процес діагностування. Автоматичне визначення несправності ґрунтується на порівнянні спектрів типових сигналів автомобіля з бази даних із сигналами отриманими під час діагностування. Діагностична модель може поповнюватися і удосконалюватися шляхом внесення в базу знань спектрів сигналів із типовими несправностями.