

Бакалаврська робота
БР. АТ – 04.00.00.000 ПЗ
Група АТ-22-1

Голубець Роман Любомирович
2026

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки та робототехніки

Кафедра «Автомобільного транспорту»

Голубець Роман Любомирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК _____
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Тема: Проект реконструкції виробничо - технічної бази СТО «Sun Lit» з удосконаленням технологічних процесів діагностики, ТО і ПР автомобілів з удосконалення технологічних процесів діагностики та обслуговування систем керування автомобільними двигунами в умовах СТО «Sun Lit».

(назва роботи)

Автомобільний транспорт

(назва освітньої програми)

274 “Автомобільний транспорт”

(шифр і назва спеціальності)

Голубець Роман Любомирович

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Козак Федір Васильович проф.

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

Допущено до захисту
В.о. завідувач кафедри

С.І.Криштопа

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль

доц. С.І.Криштопа

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ

2026

Інститут інженерної механіки та робототехніки
Кафедра автомобільного транспорту
Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Спеціальність: „Автомобільний транспорт”

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завкафедрою АТ
_____ С.І. Криштопа
„_____” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Бакалавр _____ Голубець Роман Любомирович _____
(прізвище, ім'я, по-батькові)

Тема: Проєкт реконструкції виробничо - технічної бази СТО «Sun Lit» з удосконаленням технологічних процесів діагностики, ТО і ПР автомобілів. з удосконалення технологічних процесів діагностики та обслуговування систем керування автомобільними двигунами в умовах СТО «Sun Lit». затверджена наказом по університету від

- № _____
2. Термін здачі студентом закінченого проєкту (роботи) _____ 20.06.2026 р.
3. Вихідні дані до проєкту: Виконати розрахунок виробничої програми СТО «SUN-lit». Необхідні вихідні дані для розрахунку річної виробничої програми СТО взяти за даними підприємства.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити)

Вступ

1. Характеристика підприємства; 2. Технологічний розрахунок; 3. Науково-дослідна частина. Дослідження конструкцій стендів для ремонту агрегатів легкових автомобілів; 4. Конструкторська частина; 5. Охорона праці та цивільної оборони; 6. Техніко-економічне обґрунтування роботи; Висновки; Перелік посилань на джерела.
5. Перелік аркушів презентаційного графічного матеріалу:

1. Тема, мета, та об'єкт дослідження – 1 слайд
2. Опис проблеми дослідження – 1 слайд
3. Технологічний план дільниці – 1 слайд
4. Науково-дослідницька частина – 3 слайди
5. Техніко-економічне обґрунтування удосконалення – 2 слайд

Висновки

Керівник

_____ / Федір КОЗАК /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання _____ / Голубець Роман Любомирович /
Особистий підпис Розшифровка підпису

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номр і назва етапів проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту	Примітка
Вступ	16.04.2026 р.	
1. Характеристика підприємства	24.04.2026 р.	
2. Технологічний розрахунок	28.04.2026 р.	
3. Науково-дослідна частина	13.05.2026 р.	
4. Конструкторська частина	29.05.2026 р.	
5. Техніко-економічне обґрунтування роботи. Графічна частина (презентація)	08.06.2026 р.	
Висновки. Список використаних джерел.	15.06.2026 р.	
Готовність проекту до попереднього захисту	20.06.2026 р.	

Керівник

_____ / Федір КОЗАК /
Особистий підпис Розшифровка підпису

Завдання прийняв до виконання _____ / Голубець Роман Любомирович /
Особистий підпис Розшифровка підпису

ВСТУП

Сучасний автомобіль є складною високотехнологічною системою, де ключову роль у забезпеченні динамічних, паливних та екологічних характеристик відіграють електронні системи керування двигуном (СУД). Несправність таких систем далеко не завжди є очевидною для водія, через що виникає серйозна проблема точної локалізації дефектів. Для оцінки технічного стану мікропроцесорних систем необхідні глибокі інженерні знання, спеціалізовані апаратні засоби та сучасне діагностичне устаткування. Відхилення параметрів роботи СУД від нормативних показників є неприпустимим з огляду на безпеку дорожнього руху, паливну економічність та негативний вплив на навколишнє середовище через наднормативні викиди токсичних речовин. У зв'язку з цим постає гостра потреба у вдосконаленні підсистем інструментального контролю, пошуку прихованих несправностей та оптимізації технології обслуговування електронних компонентів.

Більшість сучасних автовласників сприймають автомобіль виключно як засіб пересування і не мають можливості чи бажання самостійно заглиблюватися в архітектуру електронних блоків керування, датчиків та виконавчих механізмів. Вони готові оплачувати професійний сервіс і прагнуть бути впевненими, що підприємство гарантує безвідмовну роботу двигуна. Через це сучасні автосервісні компанії змушені еволюціонувати: не просто замінювати зношені деталі, а впроваджувати комплексні технології підтримання та відновлення працездатності інтелектуальних систем автомобіля. Пристосування автосервісу до ринкових відносин в Україні пройшло кілька етапів, і сьогодні його розвиток визначається такими основними напрямками:

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розвиток фірмового та спеціалізованого автосервісу. В Україні сформувалася потужна мережа дилерів та мультибрендових СТО, які принесли передові технології обслуговування, сучасні сканери, мотор-тестери та нову культуру виробництва. Це уможливило якісну роботу зі складними автомобілями європейських та світових брендів (зокрема, популярного сімейства VAG). Диференціація підприємств за рівнем технологічного оснащення. Поряд із великими дилерськими центрами активно розвиваються приватні станції технічного обслуговування. Рівень їхньої конкурентоспроможності напряду залежить від наявності сучасного діагностичного обладнання та кваліфікації діагностів, оскільки обслуговувати сучасні двигуни «гаражними» методами стає практично неможливим.

Інтеграція в європейський автомобільний простір. Суворі екологічні стандарти та масове ввезення автомобілів із розвиненими системами бортової діагностики вимагають постійного оновлення програмного забезпечення та методів тестування на постах СТО.

Узагальнюючи тенденції розвитку автосервісного ринку України, можна виділити ключові фактори:

- великий приплив складних транспортних засобів, оснащених великою кількістю електронних систем;
- перехід від інтуїтивного ремонту методом «спроб і помилок» до високоточної комп'ютерної та інструментальної діагностики;
- підвищення вимог клієнтів до швидкості та якості виконання діагностичних робіт.

Ураховуючи це, оптимізація та покращення виробничих процесів на конкретних діючих підприємствах є надзвичайно актуальним завданням. Одним із сервісних підприємств, яке активно забезпечує обслуговування сучасного автопарку, є СТО «Сан літ». Проте постійне ускладнення

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

конструкції двигунів та їхніх систем керування вимагає модернізації існуючих підходів до організації робіт на підприємстві.

Метою даної роботи є удосконалення технології діагностики та технічного обслуговування систем керування двигунами в умовах СТО «Сан літ» шляхом впровадження передових методів контролю, оптимізації постів та обґрунтування вибору сучасного діагностичного обладнання. Це дозволить мінімізувати час перебування автомобіля на СТО, підвищити точність виявлення дефектів та гарантувати високу надійність роботи силових агрегатів.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА. АНАЛІЗ РИНКУ ПОСЛУГ В ГАЛУЗІ АВТОСЕРВІСУ

1.1 Загальні дані про СТО «SAN-LIT»

Станція технічного обслуговування «SAN-LIT», розташована за адресою: м. Івано-Франківськ, вул. Надрічна, 46, є сучасним спеціалізованим підприємством автомобільного сервісу. Проєктування та будівництво виробничих потужностей станції виконано у чіткій відповідності до чинних будівельних, технологічних та екологічних стандартів, а також корпоративних вимог до обслуговування автомобілів преміум-сегменту .

На сьогоднішній день кадровий склад СТО «SAN-LIT» представлений згуртованим колективом із висококваліфікованих працівників (інженерно-технічний персонал, сертифіковані автодіагности, майстри з ремонту), робота яких спрямована на максимальне задоволення потреб власників транспортних засобів та забезпечення безвідмовної експлуатації складних автомобільних систем.

Підприємство функціонує як концептуальний сервісний центр, що володіє повним комплектом спеціалізованого ліцензійного обладнання, інструменту та діагностичних програмних комплексів. Це дозволяє здійснювати повний цикл технічного обслуговування (ТО) та ремонту автомобілів згідно з регламентами заводів-виробників.

Основними напрямками виробничої діяльності СТО є:

- регламентне гарантійне та післягарантійне технічне обслуговування;
- комплексна комп'ютерна та інструментальна діагностика електронних систем керування двигуном , трансмісією та ходовою частиною;
- поточний та капітальний ремонт вузлів, агрегатів та електронних компонентів автомобілів;
- встановлення оригінального додаткового обладнання та налаштування бортового програмного забезпечення.

Конкурентні переваги підприємства на регіональному ринку:

- Оптимізована логістика та супровід: впроваджена процедура віддаленого врегулювання збитків за спрощеною схемою оформлення при ДТП;

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

- Висока технологічна дисципліна: відновлення геометричних та експлуатаційних параметрів елементів автомобіля здійснюється суворо за технологічними картами виробників;
- Передове матеріально-технічне оснащення: використання універсальних та дилерських сканерів, сучасних стендів для регулювання кутів встановлення коліс та мотор-тестерів;
- Клієнтський сервіс: наявність комфортної зони очікування для клієнтів (із Free Wi-Fi) та цілодобово охоронюваного паркувального майданчика для автівок, що перебувають на обслуговуванні.

1.2 Аналіз сучасного ринку послуг у сфері автосервісу

Сучасна система автомобільного сервісу є складним багаторівневим комплексом, який охоплює глобальний та регіональний ринки послуг, дилерські мережі автовиробників, незалежні СТО, а також логістичні системи постачання запасних частин, витратних матеріалів та спеціалізованого софту. Попри стрімкий розвиток бізнесу, у вітчизняній науково-технічній літературі тривалий час спостерігався дефіцит комплексних досліджень системного функціонування автосервісних підприємств. Більшість прикладних рішень і досі спираються переважно на нормативно-правові акти, ДСТУ, технічні приписи та внутрішні регламенти виробників.

Сьогодні український ринок автосервісу повністю функціонує в умовах «ринку покупця» (високої конкуренції та жорстких вимог споживача до якості послуг). Це докорінно змінює підходи до організації виробничих процесів на СТО. Сучасний етап розвитку автосервісу в Україні характеризується такими ключовими тенденціями:

1. Технологічна інтеграція та цифровізація: масове насичення автопарку мікропроцесорними системами керування, підвищення екологічних стандартів (Euro-5, Euro-6) та поява гібридних і електричних транспортних засобів унеможливають ремонт застарілими інтуїтивними методами. Сервіс стає високотехнологічним та інтелектуальним.
2. Трансформація логістичних ланцюгів: швидка інтеграція українського ринку в європейську інфраструктуру забезпечила доступ до оперативних баз даних запчастин та автоматизованих систем

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

управління складом (CRM/ERP), що мінімізує час простою автомобіля в ремонтній зоні.

3. Легалізація та професіоналізація ринку: відбувається поступове витіснення «тіньового» сегмента (гаражного ремонту) на користь легальних приватних та мережевих СТО, які спроможні інвестувати кошти у сертифікацію персоналу та дороговартісне діагностичне обладнання.

Ефективність та якість «життєвого циклу» сучасного автомобіля безпосередньо залежать від розвитку сервісної інфраструктури (доріг, АЗС, спеціалізованих постів діагностики, систем утилізації). Лише в оптимальному поєднанні ці елементи гарантують безпеку руху та мінімізацію шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Таким чином, автосервіс у широкому розумінні виступає як критично важлива інфраструктурна галузь автомобільного транспорту, головною метою якої є забезпечення безперебійної та безпечної експлуатації рухомого складу.

У вузькому (виробничому) розумінні, автосервіс — це безпосередньо технологічна система підтримання та відновлення працездатності автомобіля. В умовах постійного ускладнення конструкції транспортних засобів, найважливішим вектором розвитку цієї системи стає вдосконалення технологій локалізації несправностей та обслуговування електронних компонентів безпосередньо на постах конкретних сервісних підприємств.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

2 ОСОБЛИВОСТІ ТО І РЕМОНТУ АВТОМОБІЛІВ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ВЛАСНИКІВ

2.1 Особливості ТО і ремонту сучасних автомобілів індивідуальних власників

Сучасні умови експлуатації автомобілів приватними власниками суттєво змінилися. Середньорічний пробіг автомобіля сьогодні становить у середньому 15...25 тисяч кілометрів, причому інтенсивність використання практично не знижується в зимовий період завдяки доступності якісних зимових шин та адаптації сучасних авто до холодного клімату. Головною особливістю сучасної експлуатації є різке ускладнення конструкції автомобілів. Переважна більшість європейських транспортних засобів оснащена складними електронними системами управління двигуном (СУД), системами екологічного контролю (EGR, DPF, каталізатори, системи впорскування AdBlue) та розгалуженими цифровими шинами даних (CAN, LIN, FlexRay). Через це самостійне обслуговування автомобіля власником сьогодні практично унеможливлене, оскільки навіть базові процедури (наприклад, розведення електронних гальмівних колодок, заміна акумулятора чи прокачування паливної системи) вимагають підключення дилерського діагностичного обладнання. Облік технічного обслуговування нових та вживаних автомобілів зараз ведеться переважно через електронні сервісні книжки, історія яких зберігається на серверах заводів-виробників (для концерну VAG це система ODIS / ErWin). Це забезпечує прозорість історії авто та регламентує чіткі інтервали заміни оливи, фільтрів та технічних рідин залежно від мотогодин та умов експлуатації (системи LongLife).

Технічне обслуговування і ремонт сьогодні виконують офіційні дилерські центри та незалежні СТО. Останні, до яких належить і СТО «SAN-LIT»,

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

мають надавати послуги на рівні, що не поступається дилерському, особливо в частині комп'ютерної та інструментальної діагностики.

Ще однією вагомою особливістю сучасного етапу є зміщення характеру несправностей: частка суто механічних поломок зменшується, натомість стрімко зростає кількість збоїв у програмному забезпеченні та електронних компонентах. Крім того, сучасні європейські автомобілі масово оснащуються складними системами допомоги водієві (ADAS – Advanced Driver Assistance Systems), такими як адаптивний круїз-контроль, системи утримання в смузі та камери кругового огляду. Це означає, що навіть після виконання стандартних слюсарних робіт (наприклад, регулювання кутів встановлення коліс або заміни лобового скла) виникає обов'язкова необхідність статичного або динамічного калібрування цих систем за допомогою спеціальних стендів, що висуває нові вимоги до кваліфікації персоналу СТО.

2.2 Якість надання послуг на СТО «SAN-LIT»

В умовах жорсткої конкуренції на ринку автосервісу, якість надання послуг є ключовим фактором утримання клієнтів. Для клієнта якість СТО вимірюється не лише відсутністю поломок після виїзду з боксу, але й швидкістю та точністю пошуку несправностей. На СТО «SAN-LIT» впроваджується сучасний підхід до забезпечення якості, який базується на принципі «діагностика замість сліпої заміни деталей». Основною проблемою багатьох сервісів є хибне бракування дорогих електронних компонентів СУД через невміння правильно розшифрувати дані комп'ютерної діагностики. Якісна послуга на «SAN-LIT» передбачає:

- Надання клієнту прозорої інформації щодо стану автомобіля (роздруківки кодів помилок, графіки роботи датчиків).
- Погодження вартості робіт до початку їх виконання.
- Гарантію на виконані роботи та встановлені запчастини.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Цінова політика СТО формується на основі нормо-годин та використання спеціалізованого програмного забезпечення (наприклад, ELSA, Autodata або HaynesPro) для точного розрахунку трудомісткості кожної операції.

Для забезпечення дилерського рівня якості незалежна СТО «SAN-LIT» використовує технологію Pass-Thru (стандарт J2534), яка дозволяє легально підключатися до офіційних серверів автовиробників для оновлення програмного забезпечення блоків керування (ЕБУ) без наявності оригінального сканера. Крім технічної складової, висока якість послуг підкріплюється сучасним клієнтським сервісом: впровадженням спеціалізованої CRM-системи, яка автоматично інформує клієнта про статус ремонту через месенджери, зберігає фото- та відеофіксацію виявлених дефектів під час дефектування і формує прозору історію обслуговування.

2.3 Асортимент моделей автомобілів, що обслуговуються на СТО «SAN-LIT»

Спеціалізацією даної СТО є технічне обслуговування та ремонт автомобілів європейських виробників середнього та преміум-класу. Значну частку потоку складають автомобілі концерну VAG (Volkswagen Audi Group), зокрема преміум-кросовери марки Audi. Оскільки обладнання та технологічні процеси для таких авто мають високі вимоги до точності, подальший розрахунок у дипломному проєкті будемо проводити на прикладі базової моделі — Audi Q7 (покоління 4M). Це сучасний повнопривідний кросовер, оснащений складним V-подібним турбодизельним двигуном 3.0 TDI із системою впорскування Common Rail. Діагностика такого двигуна вимагає сучасного підходу, що ідеально підходить для теми диплому.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Коротка технічна характеристика автомобіля Audi Q7 (3.0 TDI) наведена у табл. 2.1.

Назва параметра	Значення
Колісна формула	4x4 (постійний повний привід quattro)
Споряджена маса, кг	2060
Повна маса, кг	2765
Максимальна швидкість, км/год	234
Витрата пального (змішаний цикл), л/100км	5,5 – 6,2
Максимальна потужність, кВт (к.с.)	200 (272)
Максимальний крутний момент, Н·м	600
Двигун	V6 (турбодизель, 3.0 л, система Common Rail)
Марка шин (базова)	255/55 R19
Габаритні розміри (Д x Ш x В), мм	5052 x 1968 x 1741

Вибір автомобіля Audi Q7 (3.0 TDI) як базової моделі також обґрунтований специфікою обслуговування цього силового агрегату. Двигуни даної серії мають складну архітектуру приводу ГРМ (ланцюги розташовані з боку маховика), п'єзоелектричні форсунки та систему вихрових заслінок у впускному колекторі. Діагностика зносу ланцюгів або некоректної роботи паливної апаратури на цих двигунах традиційними методами вимагає значного часу та часткового розбирання агрегату. Використання ж сучасних методів безрозбірної діагностики (за допомогою зняття осцилограм) дозволяє точно оцінити стан цих вузлів, що ідеально відповідає меті дипломного проєкту.

2.4 Обґрунтування необхідності модернізації виробничо-технічної бази СТО «SAN-LIT» та напрямки її реалізації

Стрімкий розвиток автомобільних технологій призводить до того, що наявне обладнання СТО швидко зазнає морального старіння. Якщо раніше для ремонту двигуна було достатньо базового набору слюсарного інструменту та найпростішого OBD-сканера, то сьогодні робота з такими автомобілями, як Audi Q7, вимагає принципово іншого підходу.

На даний момент ділянка діагностики СТО «SAN-LIT» стикається з проблемою високої трудомісткості пошуку "плаваючих" несправностей. Наявне мультимарочне обладнання часто не дозволяє побачити фізичний стан сигналів датчиків. З метою підвищення пропускної здатності поста та уникнення помилок при дефектуванні, виникає гостра необхідність у модернізації виробничо-технічної бази (ВТБ). Зокрема, впровадження багатоканального мотор-тестера (наприклад, комплексу USB Autoscope або MT Pro) дозволить використовувати передові скрипти діагностики: тест ефективності циліндрів (CSS) для виявлення проблем із форсунками чи компресією на працюючому двигуні, та тест тиску в циліндрі для точної перевірки фаз газорозподілу та пропускної здатності каталізатора/сажового фільтра без їх демонтажу. Впровадження ж генератора диму дозволить за лічені хвилини знаходити негерметичність системи турбонаддуву, яка у двигунах VAG часто призводить до переходу автомобіля в аварійний режим

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

До основних напрямків проведення модернізації ВТБ СТО «SAN-LIT» відносяться:

- Оновлення інструментальної бази: доукомплектування поста діагностики сучасним багатоканальним мотор-тестером (автомобільним осцилографом) для безрозбірного аналізу механіки двигуна та перевірки цифрових сигналів датчиків.
- Впровадження димогенератора: для швидкого пошуку нещільностей у впускному тракті (підсосу повітря), що є критично важливим для коректної роботи турбованих двигунів.
- Розробка нових технологічних карт: створення чітких алгоритмів покрокової діагностики елементів замість хаотичного пошуку несправностей.
- Організація робочого простору: перепланування поста діагностики з урахуванням вимог ергономіки, електробезпеки та забезпечення ефективної місцевої вентиляції для видалення відпрацьованих газів під час роботи двигуна в боксі.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Організація технічного обслуговування і ремонту на СТО

3.1 Функціональна схема організації ТО і ремонту на СТО «SAN-LIT»

Технічне обслуговування (ТО) — це комплекс профілактичних операцій, спрямованих на підтримання справного стану колісного транспортного засобу, його агрегатів та електронних систем відповідно до актуальних регламентів заводу-виробника.

Ремонт — це комплекс операцій з відновлення втраченої працездатності транспортного засобу, що передбачає заміну, відновлення або програмне налаштування несправних деталей, вузлів чи блоків керування.

Сучасна система організації ТО і ремонту на незалежній СТО «SAN-LIT» базується на клієнтоорієнтованому підході та використанні спеціалізованого програмного забезпечення (CRM-систем для автосервісу). Процес обслуговування чітко регламентований і складається з наступних етапів (функціональна схема):

1. Попередній запис та планування клієнт звертається на СТО (телефоном або через онлайн-форму). Майстер-приймальник фіксує скарги або побажання, перевіряє історію обслуговування в базі даних та бронює час на відповідному робочому посту (діагностичному, слюсарному тощо).
2. Інтерактивне приймання прибувши на СТО, автомобіль проходить етап технічної мийки (за потреби), після чого майстер-приймальник разом із клієнтом проводить первинний огляд автомобіля на підйомнику приймальної зони. Фіксуються видимі пошкодження, перевіряється стан ходової частини, рівні технічних рідин та зчитуються первинні коди помилок.
3. Оформлення документації складається офіційний документ — «Наряд-замовлення», в якому фіксуються заявлені несправності.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

4. Поглиблена діагностика та дефектування: Якщо проблема стосується роботи двигуна, автомобіль направляється на пост комп'ютерної та інструментальної діагностики. Діагност виявляє точну причину несправності.
5. Погодження вартості та термінів після дефектування майстер-приймальник формує кошторис на запасні частини та роботи, який в обов'язковому порядку погоджується з власником автомобіля до початку ремонту.
6. Виконання ремонтних робіт: Автомобіль переміщується на відповідну виробничу ділянку. У разі потреби залучаються суміжні ділянки (наприклад, після заміни ланцюга ГРМ виконується програмна адаптація фаз за допомогою дилерського ПЗ).
7. Технічний контроль після завершення робіт майстер цеху або діагност перевіряє якість їх виконання (наприклад, проводить тест-драйв або повторне зняття логів роботи двигуна під навантаженням).
8. Видача автомобіля клієнту надається роздруківка виконаних робіт, чек, старі замінені деталі (за вимогою) та надається гарантія зазвичай від 30 днів до 1 року, залежно від типу встановлених оригінальних або аналогових запчастин.
9. Зворотний зв'язок та контроль якості через 2-3 дні після видачі автомобіля адміністратор або співробітник відділу якості зв'язується з клієнтом для оцінки його задоволеності виконаними роботами. Це дозволяє оперативно реагувати на можливі приховані недоліки, підвищує лояльність клієнта та формує позитивний імідж СТО «SAN-LIT».

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У структуру СТО «SAN-LIT» входять такі виробничі ділянки: зона активного приймання, пост комп'ютерної та інструментальної діагностики СУД, ділянка поточного ремонту (слюсарні пости), агрегатна ділянка та склад запасних частин. Пост діагностики є інтелектуальним центром СТО, оскільки від точності його роботи залежить ефективність усіх інших ділянок.

3.2 Система організації ТО і ремонту на СТО «SAN-LIT»

Враховуючи те, що СТО «SAN-LIT» спеціалізується на сучасних автомобілях європейського виробництва (таких як Audi Q7 та інші моделі VAG), класична планово-запобіжна система (ПЗС), яка орієнтувалася виключно на фіксований пробіг, сьогодні є неактуальною. На зміну їй прийшла стратегія обслуговування за фактичним станом (Flexible Service / Condition Based Service). Сучасний автомобіль самостійно розраховує потребу в технічному обслуговуванні на основі математичних моделей блоку керування двигуном (ЕБУ).

Система управління двигуном безперервно аналізує:

- Кількість холодних запусків двигуна.
- Середню швидкість та мотогодини роботи в заторах.
- Дані з датчика якості та рівня моторної оливи (термічне старіння оливи).
- Кількість циклів регенерації сажового фільтра (DPF).

Залежно від цих факторів, бортовий комп'ютер може скоротити регламентний інтервал заміни оливи (наприклад, з 15 000 км до 8 000 км), якщо автомобіль експлуатується у важких міських умовах. Завдання спеціалістів СТО «SAN-LIT» полягає у правильному зчитуванні цих даних, проведенні відповідного ТО та скиданні сервісних інтервалів за допомогою діагностичного сканера.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Крім того, система організації ремонту на СТО базується на превентивній комп'ютерній діагностиці. Під час кожного заїзду автомобіля на планове ТО (навіть для простої заміни гальмівних колодок) виконується швидке опитування всіх блоків керування. Це дозволяє виявити спорадичні (плаваючі) помилки на ранніх стадіях (наприклад, відхилення в корекціях паливних форсунок або зниження пропускної здатності клапана EGR) ще до того, як вони призведуть до серйозної поломки двигуна або зупинки автомобіля в дорозі.

3.3 Види послуг, що надаються СТО

Сучасний автомобіль протягом усього свого життєвого циклу, починаючи від передпродажної підготовки і закінчуючи глибокою післягарантійною експлуатацією, потребує регулярних та чітко регламентованих технічних впливів для збереження його надійності, екологічності та безпеки. Організація проведення технічного обслуговування та ремонту на підприємстві автосервісу регламентується відповідними нормативно-правовими актами, положеннями про гарантійне обслуговування та галузевими стандартами якості, які визначають правові основи взаємодії, а також рівень відповідальності між виконавцем послуг та автовласником. Ці документи чітко покладають обов'язок за своєчасне проходження сервісу на власника, який у сучасних реаліях уже не може обслуговувати машину самостійно через критичне ускладнення її конструкції та насиченість електронікою.

Реалізація гарантійних зобов'язань СТО «SAN-LIT» протягом визначеного періоду після встановлення нових деталей чи виконання ремонтних робіт передбачає цілий комплекс заходів, спрямованих на попередження відмов та забезпечення повної працездатності заміненних вузлів. Гарантійне обслуговування за своєю суттю є профілактичним процесом, який включає обов'язкові прибирання-мийні, контрольні-

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

діагностичні, кріпильні, регулювальних та змащувально-заправні операції, що виконуються за рахунок власника згідно з регламентними інтервалами виробника. Натомість гарантійний ремонт спрямований на безкоштовне усунення прихованих дефектів конструктивного або виробничого характеру з вини виконавця, причому конкретний агрегат чи електронний вузол підлягає повній заміні за рахунок СТО, якщо після двократного усунення одного й того ж дефекту несправність проявляється знову. Важливо підкреслити, що будь-які гарантійні зобов'язання втрачають свою чинність достроково у випадках використання нерегламентованих паливно-мастильних матеріалів, порушення періодичності сервісу, перевищення допустимих навантажень, механічних пошкоджень внаслідок дорожньо-транспортних пригод або використання автомобіля у спортивних змаганнях чи навчальних цілях.

Незалежно від періоду експлуатації, сучасні технологічні регламенти чітко поділяють усі сервісні операції на дві складові частини, а саме обов'язкову контрольну, або діагностичну частину, та виконавську частину, яка реалізується лише за фактичною потребою на основі отриманих результатів. Такий підхід дозволяє суттєво оптимізувати матеріальні, часові та трудові витрати клієнта, забезпечуючи при цьому точність усунення несправностей без сліпої заміни справних деталей.

На сьогоднішній день повна номенклатура послуг СТО «SAN-LIT» повністю адаптована під вимоги складних автомобілів європейського преміум-сегменту, що вимагає високої гнучкості виробництва, сучасного обладнання та значного асортименту виконуваних робіт у післягарантійний період. Базовим видом послуг є регулярне регламентне технічне обслуговування, в межах якого здійснюється заміна моторних та трансмісійних олиव із суворим дотриманням заводських допусків, оновлення фільтрувальних елементів, апаратна заміна технічних рідин із

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

використанням сучасних вакуумних установок та скидання сервісних інтервалів у бортовому комп'ютері.

Поряд із діагностичними операціями, станція виконує широкий спектр послуг з поточного ремонту, включаючи заміну ременів та ланцюгів ГРМ із застосуванням спеціальних фіксаторів, ремонт ходової частини, елементів трансмісії, заміну елементів паливної апаратури, рульового управління та гальмівних систем з електронним приводом. Особливе місце в асортименті послуг посідають складні програмні та електротехнічні роботи, які включають повноцінне кодування та адаптацію нових електронних блоків після їх заміни, налаштування виконавчих механізмів, програмний запуск примусової регенерації сажових фільтрів, а також відновлення та ремонт штатної кабельної архітектури автомобіля. Надання цих послуг у комплексі відповідно до вимог діючої технічної документації дозволяє СТО «SAN-LIT» гарантувати стабільну пропускну здатність робочих постів та якісне усунення несправностей у чітко встановлені терміни.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТО. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок виробничої програми по технічному обслуговуванню і поточного ремонту автотранспортних засобів на СТО "SUN-lit".

Вихідні дані для розрахунку:

- згідно завдання:

- 1) модель автотранспортних засобів: Ford Fusion;
- 2) середньорічний пробіг автомобілів: $L_p = 8000$ км;
- 3) режим роботи СТО: 305 днів в рік, працює в 1 зміну;

- за даними підприємства:

1) кількість автотранспортних засобів, що обслуговуються
СТО за рік: $N = 1807$ автомобілів;

2) кількість заїздів автомобіля на СТО в рік:

$d = 3$ заїзди; Решта даних приймаємо в
процесі розрахунку. Розрахунок річного
об'єму робіт на СТО.

Розрахунок річного об'єму робіт на СТО для Ford Fusion
проводимо за формулою:

$$T_p = (N_{\text{ТОіПР}} * L_p * t_{\text{ТО,ПР}}) / 1000 = (1807 * 8000 * 2.7) / 1000 = 39031 \text{ люд-год.}$$

де t - питома трудомісткість робіт по ТО і ПР, люд-год/1000 км,
 $t = 2.7$ люд-год/1000 км [3];

N - кількість автомобілів, що обслуговуються на СТО за рік, од.

L_p — середньорічний пробіг автомобіля, км.

Розрахунок річного об'єму прибиральних робіт на СТО проводжу
за формулою:

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{п.м.} = N_{СТО} \cdot d \cdot t_{п.м.} \quad (4.2)$$

$$T_{п.м.} = 1807 \cdot 3 \cdot 0,5 = 2710 \text{ люд-год.}$$

де $t_{п.м.}$ - питома трудомісткість прибиранально-мийних робіт, $t_{п.м.} = 0,5$ люд-год.

4.2 Розрахунок чисельності виробничих робітників

Згідно з методикою, визначаємо явочну чисельність ($R_{я}$):

$$R_{я} = \frac{T_{ТОіПР}}{\Phi_{я}} = \frac{39031}{2745} = 14 \text{ чол.}$$

$$\text{де } \Phi_{я} = 305 \cdot 9 = 2745 \text{ год;}$$

Кількість штатних робітників розраховують за формулою:

$$R_{ш} = R_{я} / \epsilon, \text{ чол.};$$

Таблиця 4.1 - Розподіл трудомісткості робіт і визначення кількості виробничих робітників на СТО

Назва робіт	П, %	Т, люд.- год	Φ _я , год.	Р _я , чол.	ε	Р _ш , чол.
Постові роботи:						
ТО в повному об'ємі	17	6635,27	2745	2,21	0,9	3,91
Діагностичні	25	9757,75	2745	3,25	0,9	5,75
Змащувальні	15	5854,65	2745	1,95	0,9	3,45
Регулювальні, встановлення кутів розвалу-сходження	8	3122,48	2745	1,04	0,9	1,84
Регулювальні по гальмам	15	5854,65	2745	1,95	0,9	3,45
Всього:	80	31224,8	-	10,4	-	18,4
Дільничні роботи:						
Обслуговування і ремонт приладів	5	1951,55	2745	0,65	0,9	1,15

системи живлення, електротехнічні						
Шиномонтажні	5	1951,55	2745	0,65	0,9	1,15
ПР вузлів і агрегатів	10	3903,1	2745	1,3	0,9	2,3
Всього:	20	7806,2	-	2,6	-	4,6
Разом:	100	39031	-	13	-	23
ЩО:						
Прибиральні	30	813	2745	0,3	0,9	0,3
Мийні	35	948,5	2745	0,35	0,9	0,35
Обтирочні	35	948,5	2745	0,35	0,9	0,35
Всього:	100	2710	-	1	-	1
Разом по СТО:	-	41741	-	14	-	24

4.2.1 Визначення кількості службовців.

Загальне значення службовців підприємства зведені в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2- Загальна чисельність службовців.

Назва службовців	Кількість службовців, Р _с , чол.
Загальне керівництво	1
Техніко-економічне планування	1
Організація праці і зарплати	1
Діловодство і господарське обслуговування	1
Бухгалтерський облік і фінансова діяльність	1
Пожежно-сторожова охорона	1

Матеріально-технічне забезпечення	1
Спеціалісти з менеджменту	3
Всього	10

Загальна кількість штатних працівників СТО:

$$P_{\text{Ш}} = P_{\text{Шпр}} + P_{\text{С}} = 14 + 10 = 24 \text{ чол.}$$

4.2.2. Розрахунок кількості постів ТО і ПР:

$$X = \frac{T_{\text{пост}} \times K_{\text{П}}}{D_{\text{рр}} \times C \times \text{Ч}_3 \times P_n \times \eta_n}$$

$T_{\text{пост}}$ – річна трудомісткість робіт, що виконуються на постах люд/год

$K_{\text{П}}$ – коефіцієнт, який враховує долю постових робіт;

$D_{\text{рр}}$ – кількість робочих днів у році 305

Ч_3 – тривалість зміни

C – число змін роботи СТО

P_n – середня кількість робітників, що одночасно працюють на посту

η_n - коефіцієнт використання поста.

Приймаємо: $K_{\text{П}} = 0.8$, $P_{\text{ср}} = 1$, $\eta_n = 0,93$, $C = 1$,

$$X = \frac{39031 \times 0,85}{305 \times 1 \times 9 \times 1 \times 0,93} = 12,9 \text{ постів приймаємо } 13 \text{ постів}$$

4.2.2 Визначаю кількість постів ЩО:

$$X_{\text{ЩО}} = N_{\text{д}} \cdot \varphi_{\text{ЩО}} / (T_{\text{об.}} \cdot A_{\text{у}} \cdot \eta), \quad (4.6)$$

де $N_{\text{д}}$ – добова кількість заїздів автомобілів для виконання ЩО,

$$N_{\text{д}} = N_{\text{СТО}} \cdot d / D_{\text{р}} = 1807 \cdot 3 / 305 = 18 \text{ авт.};$$

$\varphi_{\text{ЩО}}$ – коефіцієнт нерівномірності поступлення автомобілів на ЩО;

$T_{\text{об.}}$ – кількість робочих годин на добу;

$A_{\text{у}}$ – продуктивність мийної установки, авт./ год.;

η – коефіцієнт використання робочого часу, $\eta = 0,9$.

$$X_{\text{ЩО}} = 18 \cdot 1,2 / (8 \cdot 2 \cdot 0,9) = 1,6 \text{ приймаємо } 2 \text{ пости.}$$

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

4.2.3 Визначаю кількість автомобілемісць зберігання готових автомобілів:

$$X_{\Gamma} = N_{\Gamma} \cdot T_{\Pi} / T_{\text{В}}, \quad (4.8)$$

де $T_{\text{В}}$ – кількість годин роботи ділянки видачі автомобілів на добу, год.

$$X_{\Gamma} = 18 \cdot 9 / 9 = 18 \text{ авт. місць.}$$

4.3 Розрахунок виробничих і допоміжних приміщень СТО

4.3.1 Площа зон ЩО, ТО, ПР.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_3 = Z \cdot f \cdot K, \text{ м}^2; \quad (4.9)$$

де Z - кількість постів зон ЩО,Д, ТО, ПР,

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f = 9.02 \text{ м}^2$, [2]

K - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ, для постів Д, ТО, ПР, $K = 5.5$. [1]

$$F_3 = 15 \cdot 9.02 \cdot 5.5 = 745$$

Таблиця 4.3- Площа зони ЩО,Д, ТО, ПР.

Назва постів	Кількість постів, Z	Площа постів, F_3 , м^2
Зона ТО і ПР	13	643
Зона ЩО	2	102
Всього		745

4.3.2 Площі діляниць.

Площі виробничих діляниць визначаємо по кількості працюючих.

Площі діляниць вибираємо в залежності від кількості працюючих в максимально завантажену зміну. [3]

Розрахунок площ діляниць зведені в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4- Площі виробничих дільниць.

Назва дільниць	Кількість працюючих	Площа дільниць, ФД, м ²
Агрегатна	2	36
Слюсарно-механічна	2	27
Шиномонтажна	1	36
Електротехнічна	2	36
Всього		135

4.3.3 Площа зон відкритого зберігання.

Площі зон розраховують за формулою:

$$F_{B.3} = Z_{B.3} * f * K_B, \text{ м}^2 \quad (4.10)$$

де $Z_{B.3}$ – кількість місць для відкритого зберігання, $Z_{B.3}=18$

f – площа, яку займає в плані АТЗ, $f=9.02 \text{ м}^2$.

K_B - коефіцієнт щільності розміщення АТЗ при відкритому зберіганні,

$K_B=3$.

$$F_{B.3}=18*9.02*3=487 \text{ м}^2.$$

4.3.4 Площа складських приміщень.

Площу складських приміщень розраховують на кожні 1000 обслугованих автомобілів [3].

Площі складських приміщень наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.3,5 - Площа складських приміщень.

Назва приміщень	Площа приміщень, м ²
Запасні частини	32
Агрегати і вузли	12
Матеріали	6
Мастильні матеріали	6
Всього	56

Площа виробничого корпусу:

$$F_{BK} = F_{IP} + F_{СКЛ} + F_{ЗОН} + F_{Д} = 745 + 56 + 135 = 936 \text{ м}^2.$$

4.3.5 Площа пункту прийому автомобілів: $F_{ПП} = 54 \text{ м}^2$.

4.3.6 Площа забудови.

$$F_{ЗАБ} = F_{BK} + F_{ПП} + F_{АД} = 936 + 54 + 450 = 1440 \text{ м}^2.$$

4.3.7 Площа території СТО.

$$F_{ТЕР} = (F_{ЗАБ} + F_{В.З}) / K_{ЩЗ}, \text{ м}^2;$$

де $K_{ЩЗ}$ – коефіцієнт щільності забудови, $K_{ЩЗ} = 0,8$.

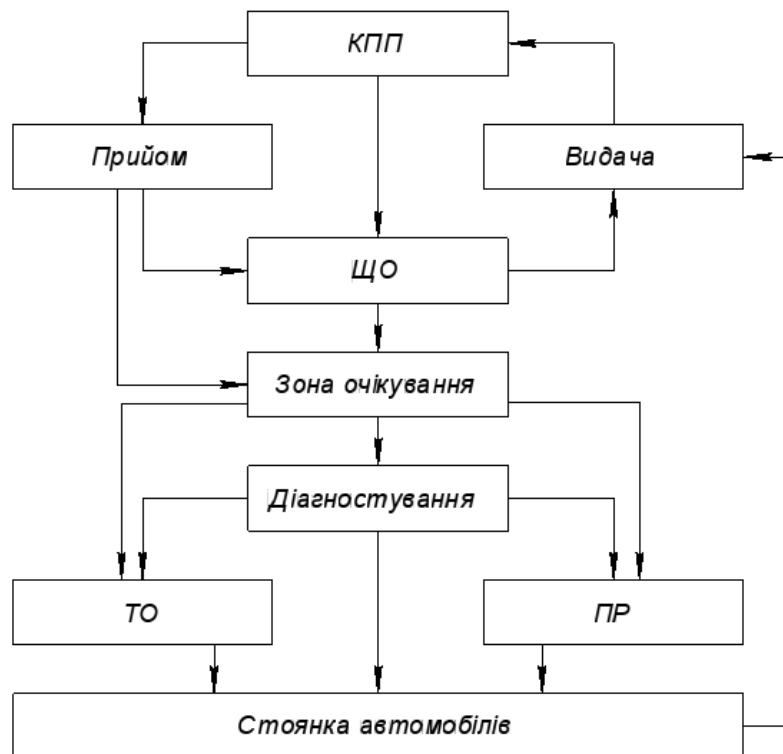
$$F_{ТЕР} = (1440 + 487) / 0,8 = 2408,8 \text{ м}^2 = 0,24 \text{ га}.$$

Для побудови генерального плану, виробничого корпусу, зон та діляниць приймаємо площі приміщень, що вже збудовані на СТО “SUN-LIT” з врахуванням технологічного розрахунку.

5 Технологічний план СТО. Будівельна частина

5.1 Виробничий процес СТО.

Технологічний процес ТО і ПР здійснюється за послідовністю, що зображена на рис. 5.1, автомобілі, що прибули на СТО проходять контрольно-пропускний пункт (КПП), після чого в залежності від потреби відправляються у відповідні зони.



Якщо кількість автомобілів, що прибули на СТО більша ніж

Рисунок 5.1 – Функціональна схема ТО і ПР на СТО “SUN-LIT”.

пропускна спроможність відповідних зон чи відділень, то частина автомобілів направляється в зону зберігання або очікування. Ці автомобілі проходять ТО і ПР відповідно до індивідуальних записів та відносно звільнення постів.

5.2 Планування СТО.

Планування підприємства відповідає будівельним, технологічним та іншим вимогам, а також забезпечує експлуатаційні зручності.

З метою покращення техніко-економічних показників роботи СТО та технологічного процесу технічного обслуговування і ремонту проектом реконструкції зроблено наступне:

- з метою покращення організації процесу ТО і ПР проведено групування виробничих діляниць та зон у відповідності до технологічного процесу;
- розроблено типові технологічні маршрути для СТО “SUN-LIT”;
- забезпечено безперешкодну(безпечну) схему руху технологічних потоків та ін.

5.2.1 Характеристика території.

Територія СТО розміщена на земельній ділянці з рівним рельєфом, та має прямокутну форму. Територія підприємства знаходиться неподалік від проїзної частини загального користування, що забезпечують його гарне сполучення, а також поруч є підвід комунікацій. Розміри території достатні для перспективного розвитку підприємства.

Підприємство знаходиться в зоні помірних кліматичних умов, тобто м'яка зима та нежарке літо. Середньодобова температура найбільш теплого періоду року – літа становить 21°C, а найбільш холодного - -10 °C.

5.4.2 Опис генерального плану.

Адміністративний та виробничий корпус знаходяться у північно-східній частині СТО в одному приміщенні. В південно-західній частині розташоване КТП. В південній і західній частинах СТО розташована відкрита стоянка АТЗ.

Ширина проїзної частини для одностороннього руху становить 3 метри, а для двостороннього руху – 6 метрів. Також, згідно встановлених нормативів забезпечені під'їзди пожежних автомобілів до всіх приміщень СТО.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Показники генерального плану:

- площа території - 2408 м²;
- площа забудови - 1440 м²;
- коефіцієнт щільності забудови – 0,8.

5.3 Об'ємно–планувальні рішення.

Основою при спорудженні СТО було забезпечення оптимальних технологічних зв'язків між виробничими підрозділами підприємства.

Будівництво проведено з будівельних елементів заводського виготовлення.

Виробничий корпус ангарного типу з товщиною стіни 0,4 метра, крок колон 6х6 метрів.

Висота приміщень від рівня підлоги до верхньої точки несучих конструкцій 6,0 метрів. Освітлення виробничих відділень та зон ТО і ПР здійснюється як природнім освітленням крізь вікна, так і штучним – електролампами.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

6 Техніко-економічне обґрунтування

6.1 Проблематика існуючої технології діагностики систем управління двигуном

У рамках виконання дипломного проєкту було проведено комплексний аналіз виробничо-технічної діяльності СТО «SAN-LIT», метою якого було виявлення факторів, що знижують загальну ефективність роботи підприємства. Аналіз ключових показників ефективності завантаженість постів, час виконання замовлень, відсоток повторних звернень клієнтів із тією ж несправністю дозволив визначити основне «вузьке місце» технологічного процесу. Ним виявилася ділянка комп'ютерної діагностики електронних систем управління двигуном. Сучасний пост діагностики є інтелектуальним ядром автосервісу, оскільки від точності та швидкості локалізації несправності залежить коректна робота інших суміжних ділянок слюсарної, агрегатної, ділянки технічного обслуговування. Аніліз показав, що при обслуговуванні автомобілів зі складними зокрема автомобілів групи VAG із двигунами покоління 3.0 TDI підприємство стикається з критичним падінням пропускнуої здатності. На момент проведення дослідження основним діагностичним інструментом на станції був мультимарочний сканер, що здійснює обмін даними з електронним блоком керування автомобіля через стандартний роз'єм OBD-II.

Аналіз існуючого технологічного процесу виявив, що використання виключно сканерної діагностики є недостатнім для вирішення сучасних сервісних завдань і призводить до наступних системних проблем:

1. Обмеженість програмних алгоритмів самодіагностики ЕБУ

Сканер не є вимірювальним приладом прямої дії; він лише відображає інформацію, яку вже зчитав, обробив і передав йому електронний блок керування. Відповідно, діагност бачить наслідок

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

несправності у вигляді кодів, а не її фізичну причину. Наприклад, при розтягненні ланцюга газорозподільного механізму ЕБУ фіксує розбіжність сигналів помилка кореляції між датчиком положення колінчастого вала та датчиком положення розподільного вала. Сканер може видати помилку несправності самого датчика, хоча електронна частина є повністю робочою, а проблема полягає у зміщенні механічних фаз.

2. Апаратні затримки та програмне заміщення даних

Під час спостереження за параметрами роботи двигуна в режимі реального часу (Live Data) через сканер виникає проблема частоти дискретизації. Обмін даними через шину CAN має певну затримку. Це унеможливорює відстеження швидких короткочасних процесів, таких як мікросекундні імпульси управління п'єзофорсунками або провали напруги (шуми) в потенціометрах дросельної заслінки. Крім того, у разі відмови певного датчика, ЕБУ часто переходить в аварійний режим роботи і підставляє у шину даних розрахункові ідеальні значення замість фактичних. Діагност, спираючись на ці дані зі сканера, робить хибні висновки про справність системи.

3. Економічні втрати через «сліпу заміну» деталей

Через неможливість достовірно перевірити фізичний стан компонента наприклад, оцінити опір ізоляції, форму осцилограми сигналу чи наявність підсосу повітря, виникає високий ризик застосування стратегії агрегатної заміни методом виключення. Заміна дорогих компонентів розтратомірів повітря, кисневих датчиків, клапанів EGR або турбокомпресорів лише на основі кодів помилок часто не усуває першопричину збою якою може бути пошкоджена ізоляція проводки або окислення контактів. Це неминуче

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

призводить до конфліктних ситуацій з клієнтами, повернення замовлених запчастин та репутаційних втрат для СТО.

4. Висока трудомісткість та зниження пропускної здатності

Хронометраж робочих операцій на ділянці діагностики СТО «SAN-LIT» зафіксував, що пошук однієї нестандартної несправності займає від 1,5 до 3 годин робочого часу спеціаліста. Лівова частка цього часу витрачається на неефективні процедури: багаторазове зчитування та стирання помилок, проведення тестових поїздки до повторного виникнення дефекту Check Engine, ручне продзвонювання електричних кіл мультиметром, а також часткове розбирання агрегатів двигуна для візуальної оцінки їх стану.

Таким чином, результати аналізу беззаперечно свідчать, що наявна технологія пошуку несправностей є морально застарілою для обслуговування сучасного автопарку. Висока трудомісткість робіт, ризик помилкового дефектування деталей та втрата робочого часу диктують гостру потребу у модернізації виробничо-технічної бази діагностичного поста шляхом впровадження методів прямої інструментальної діагностики фізичних процесів.

6.2.1 Технологічні рішення щодо модернізації ділянки комп'ютерної та інструментальної діагностики

Для усунення виявлених під час аналізу недоліків та підвищення якості обслуговування автомобілів на СТО «SAN-LIT», запропоновано комплексне рішення щодо модернізації діагностичного поста. Суть інновації полягає у переході від непрямой діагностики зчитування кодів помилок сканером до прямої поглибленої інструментальної діагностики фізичних параметрів систем управління двигуном.

Проект модернізації базується на двох ключових напрямках: доукомплектуванні поста сучасним високоточним вимірювальним

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

обладнанням та алгоритмізації робочих процесів шляхом впровадження нових технологічних карт.

1. Впровадження апаратної інструментальної діагностики

Основу апаратної модернізації складає впровадження багатоканального мотор-тестера (автомобільного осцилографа). На відміну від сканера, який зв'язується з ЕБУ та критично залежить від його програмних алгоритмів і швидкості шини даних, мотор-тестер підключається безпосередньо до датчиків, виконавчих механізмів або ліній зв'язку. Це дозволяє в режимі реального часу фіксувати електричні сигнали, їх форму, амплітуду та мікросекундні часові затримки, виявляючи найменші відхилення від еталонних значень.

У сучасній практиці автосервісу найвищу ефективність демонструють такі професійні багатоканальні комплекси, як USB Autoscope IV, MT Pro 4.1, а також прилади британського виробництва PicoScope (наприклад, серія 4000A). Для потреб СТО «SAN-LIT» та повноцінного обслуговування складних двигунів V6 (як у Audi Q7 3.0 TDI) оптимально підходить використання 8-канального осцилографа. Така кількість каналів дозволяє діагносту одночасно знімати покази з кількох критичних точок (наприклад, датчика колінчастого вала, датчика розподільного вала, датчика тиску в паливній рейці та імпульсів управління на кількох форсунках) для комплексного аналізу їхньої взаємодії. Це дає змогу:

- Виявляти мікроскопічні пошкодження ізоляції, замикання на «масу» та окислення контактів у проводці.
- Перевіряти швидкодію, форму струмового імпульсу та час відкриття п'єзофорсунок системи Common Rail.
- Оцінювати стан механіки двигуна без його розбирання за допомогою спеціалізованих програмних скриптів аналізу осцилограм.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

2. Розробка та впровадження покрокових технологічних карт

Наявність сучасного високотехнологічного обладнання не гарантує позитивного результату без чітко регламентованої методики його застосування. З метою стандартизації роботи діагноста, прискорення процесу пошуку несправностей та мінімізації впливу «людського фактора», в рамках дослідження розроблено нові технологічні карти (алгоритми) перевірки критичних вузлів двигуна. Ці алгоритми радикально змінюють підхід до ремонту, повністю унеможливаючи хибний етап «сліпої заміни» дорогих деталей.

Особливу увагу в технологічних картах приділено застосуванню інтелектуальних скриптів для безрозбірної оцінки механічного стану двигуна:

№ з/п	Найменування операції (переходу)	Обладнання, інструменти, пристрої	Технічні умови та вказівки щодо виконання
1	Підготовчі роботи		
2	Встановити автомобіль на робочий пост комп'ютерної діагностики.	Робочий пост, противідкатні упори	Зафіксувати автомобіль стоянковим гальмом. Коробка передач у режимі «Р» (Паркінг).
3	Підключити систему місцевої витяжної вентиляції до вихлопної труби автомобіля.	Шланг витяжної системи (насадка для подвійних труб)	Обов'язкова вимога охорони праці! Двигун буде працювати в закритому приміщенні.
4	Підключення вимірювального обладнання		
5	Розмістити мотор-тестер поблизу моторного відсіку, підключити його до ПК (ноутбука).	Мотор-тестер (напр., USB Autoscope IV / MT Pro 4.1), ПК	Забезпечити надійне кріплення приладу. Кабель USB не повинен торкатися гарячих чи рухомих деталей.
6	Підключити кабель заземлення мотор-тестера до маси	Кабель маси (затискач типу «крокодил»)	Затискач закріпити на надійній металевій точці кузова або блоку

	автомобіля.		циліндрів для уникнення перешкод.
7	Підключити вимірювальні щупи до сигнальних проводів датчиків ДПКВ (G28) та ДПРВ (G40 / G300).	Гнучкі щупи-голки (Back-pinning probes)	Щупи акуратно ввести вздовж ущільнювачів роз'ємів датчиків. Забороняється проколувати ізоляцію проводів!
8	Проведення вимірювань		
9	Запустити програмне забезпечення мотор-тестера на ПК.	ПЗ осцилографа (напр., Autoscope Software)	Вибрати робочий режим «Crankshaft/Camshaft» (ДПКВ/ДПРВ) або налаштувати канали: напруга $\pm 20\text{В}$, розгортка 20 мс/діл.
10	Увімкнути запис осцилограми та здійснити запуск двигуна.	Ключ запалювання / Кнопка Start	Записувати сигнал на режимі холостого ходу (близько 800 об/хв) протягом 10-15 секунд.
11	Виконати перевірку роботи муфт фазорегуляторів (за наявності/потреби).	Педаль акселератора	Здійснити плавне збільшення обертів до 2500-3000 об/хв та різке скидання.
12	Зупинити двигун та зупинити запис осцилограми у програмі.	ПК, ПЗ осцилографа	Зберегти отриманий файл вимірювань у базу даних клієнта.
13	Аналіз результатів та заключні операції		
14	Провести порівняльний аналіз отриманих сигналів з еталонною осцилограмою VAG.	ПК, база еталонних сигналів (Rotkee, Autodata)	Виміряти фазовий зсув (у градусах повороту колінчастого вала) між контрольним зубом ДПКВ та фронтом імпульсу ДПРВ.
15	Відключити щупи, заземлення та витягну вентиляцію.	-	Переконатися у відсутності пошкоджень роз'ємів датчиків. Закрити капот автомобіля.

6.2 Дослідження конструкції приладів для діагностики систем керування двигунами

Системи управління двигуном можуть мати такі несправності: перебої в роботі циліндрів (пропуски запалювання або впорскування), зниження потужності, збільшена витрата пального, утруднений запуск, нестабільний холостий хід, перехід двигуна в аварійний режим (Limp mode).

Ці несправності виникають внаслідок відмови або деградації електронних датчиків (датчиків масової витрати повітря пошкодження ізоляції електропроводки та окислення контактів; розтягнення ланцюгів ГРМ; зносу п'єзофорсунок системи Common Rail; порушення герметичності впускного колектора (підсос повітря) та забруднення сажових фільтрів.

Діагностують системи управління двигуном на спеціалізованих постах СТО із застосуванням мультимарочних автосканерів, багатоканальних мотор-тестерів автомобільних осцилографів.

Мотор-тестер моделі Autel MaxiScope MP408 призначений для вимірювання та тестування практично всіх електричних та електронних компонентів і схем сучасних автомобілів [4]. Він має 4 канали і сумісний з діагностичними сканерами Autel MaxiSys, що дозволяє виводити графіки безпосередньо на екран приладу без використання стаціонарного ПК [4]. Прилад є компактним, тому займає мало місця, що забезпечує мінімальний простір під час зберігання на робочому посту.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 – вимірювальний блок; 2 – роз'єми BNC для щупів; 3 – кабель підключення USB; 4 – ударозахисний корпус; 5 – індикатори стану

Рисунок 6.1 – Зовнішній вигляд мотор-тестера моделі Autel MaxiScope MP408

Основні переваги мотор-тестера моделі MP408 – це міцний корпус, портативність та висока частота дискретизації для 4-канальних пристроїв.

До основних недоліків моделі MP408 відноситься наявність лише 4 каналів. Це робить неможливою комплексну діагностику V-подібних двигунів (наприклад, 3.0 TDI), де потрібно одночасно знімати покази з 6-8 точок.

Технічна характеристика мотор-тестерів Autel MaxiScope MP408 наведена в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Технічна характеристика мотор-тестера Autel MaxiScope MP408

Модель	Autel MaxiScope MP408
Тип приладу	портативний осцилограф
Інтерфейс зв'язку	USB 2.0
Кількість аналогових каналів	4
Частота дискретизації	20 МГц
Смуга пропускання	20 МГц
Роздільна здатність АЦП	12 біт
Термін служби, не менше років	8



1 – металевий корпус; 2 – роз'єми аналогових каналів; 3 – роз'єм логічного каналу; 4 – порт підключення LAN; 5 – клемма заземлення

Рисунок 6.2 – Зовнішній вигляд мотор-тестера моделі MT Pro 4.1

Основні переваги мотор-тестера моделі MT Pro 4.1 полягають у наявності 8 каналів вимірювання та використанні LAN-кабелю для підключення до ПК. Це забезпечує повну гальванічну розв'язку та захист комп'ютера діагноста від високовольтних пробоїв.

До основних недоліків моделі MT Pro 4.1 відноситься відносно складна система налаштування програмного забезпечення та менша частота дискретизації на один канал.

Мотор-тестер PicoScore 4823 (Велика Британія) призначений для дилерських та спеціалізованих СТО для розширеної діагностики високошвидкісних цифрових шин даних та складних механізмів двигунів. Він підходить для роботи з найсучаснішими автомобілями, включаючи гібридні та електричні транспортні засоби.

Таблиця 6.3 – Технічна характеристика мотор-тестера PicoScope 4823

Модель	PicoScope 4823
Тип приладу	стаціонарний / пересувний
Інтерфейс зв'язку	SuperSpeed USB 3.0
Кількість аналогових каналів	8
Частота дискретизації	80 МГц
Роздільна здатність АЦП	12 біт
Термін служби, не менше років	10

До основних переваг мотор-тестера моделі PicoScope 4823 відноситься його надвисока швидкодія (80 МГц), 8 каналів та бездоганна точність вимірювань (стандарт дилерського обладнання).

До недоліків приладу PicoScope 4823 можна віднести його вкрай високу вартість, що знижує рентабельність його впровадження на незалежних СТО.



1 – алюмінієвий корпус; 2 – роз'єми каналів 1-4; 3 – роз'єми каналів 5-8; 4 – порт USB 3.0; 5 – світлодіод стану

Рисунок 6.3 – Зовнішній вигляд мотор-тестера моделі PicoScope 4823

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Мотор-тестер USB Autoscope IV призначений для професійної поглибленої діагностики електронних систем керування та оцінки механічного стану двигунів без їх розбирання. Оснащений потужним програмним забезпеченням із вбудованими алгоритмами аналізу (рис. 6.4).



1 – вимірювальний блок; 2 – роз'єми високовольтних каналів; 3 – роз'єми низьковольтних каналів; 4 – підключення USB; 5 – кабель живлення

Рисунок 6.4 – Зовнішній вигляд мотор-тестера моделі USB Autoscope IV

Технічна характеристика мотор-тестера USB Autoscope IV наведена в табл. 6.3.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Таблиця 6.3 – Технічна характеристика приладу USB Autoscope IV

Модель	USB Autoscope IV
Тип приладу	стаціонарний / пересувний
Інтерфейс зв'язку	USB 2.0
Кількість аналогових каналів	8 (2 високочастотних, 6 низькочастотних)
Частота дискретизації	12,5 МГц
Наявність авто-скриптів аналізу	Так (CSS, Rx, ElPower)
Термін служби, не менше років	10

До основних переваг моделі USB Autoscope IV відноситься наявність унікальних скриптів аналізу (Шульгіна), можливість оцінки розтягнення ланцюгів ГРМ та ефективності циліндрів без розбирання двигуна, а також величезна база еталонних осцилограм для V-подібних двигунів VAG.

До недоліків приладу USB Autoscope IV можна віднести чутливість до електромагнітних перешкод при використанні неякісних USB кабелів.

Отже, до основних переваг застосування мотор-тестерів відноситься:

- безрозбірна діагностика механіки двигуна;
- висока точність локалізації несправностей;
- скорочення часу пошуку дефекту (з кількох годин до 30-40 хвилин);
- ефективність ремонту та виключення хибної заміни деталей;
- висока економічність процесу для СТО та клієнта.

Діагностичні сканери та застарілі 2-канальні осцилографи на даний момент не завжди відповідають стандартам обслуговування високотехнологічних автомобілів.

6.3 Удосконалення мотор-тестера Autel MaxiScope MP408 шляхом створення бази еталонних осцилограм

Сучасні системи керування двигунами внутрішнього згоряння характеризуються високим рівнем складності та значною кількістю електронних компонентів, робота яких безпосередньо впливає на економічність, екологічність та надійність автомобіля. Для забезпечення ефективного технічного обслуговування і своєчасного виявлення несправностей необхідне використання сучасних діагностичних засобів. Одним із таких засобів є мотор-тестер Autel MaxiScope MP408, який дозволяє здійснювати аналіз електричних сигналів різних датчиків та виконавчих механізмів систем керування двигуном.

Незважаючи на широкі функціональні можливості приладу, процес інтерпретації отриманих осцилограм значною мірою залежить від досвіду та кваліфікації діагноста. Для підвищення ефективності використання мотор-тестера пропонується удосконалення його функціональних можливостей шляхом створення електронної бази еталонних осцилограм систем керування двигунами різних автомобілів.

Запропонована база даних являтиме собою структуровану електронну бібліотеку сигналів, отриманих під час діагностування справних двигунів різних марок та моделей автомобілів. Основною метою її створення є забезпечення можливості швидкого порівняння поточних результатів вимірювань із заздалегідь підготовленими еталонними зразками. Це дозволить скоротити час діагностування та підвищити точність визначення несправностей. До складу електронної бази пропонується включити осцилограми основних елементів системи

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керування двигуном. Зокрема, база повинна містити сигнали датчика положення колінчастого валу, датчика положення розподільного валу, котушок запалювання, паливних форсунок, кисневих датчиків, датчиків абсолютного тиску у впускному колекторі, датчиків масової витрати повітря, датчиків температури охолоджувальної рідини та інших компонентів електронної системи керування двигуном.

Для кожної осцилограми доцільно зберігати додаткову технічну інформацію: марку автомобіля, модель двигуна, рік випуску, тип паливної системи, режим роботи двигуна під час вимірювання, частоту обертання колінчастого валу, температуру двигуна та умови проведення діагностики. Наявність таких даних забезпечить більш точне порівняння сигналів та підвищить достовірність результатів аналізу. Структурно база еталонних осцилограм повинна складатися з трьох основних розділів. Перший розділ міститиме осцилограми справних систем. Вони використовуватимуться як еталонні зразки для порівняння з результатами поточної діагностики. Другий розділ включатиме осцилограми з характерними дефектами та відхиленнями. До таких дефектів належать порушення синхронізації датчиків положення колінчастого та розподільного валів, несправності форсунок, пробої ізоляції котушок запалювання, пропуски займання, порушення роботи датчиків кисню, несправності електричних кіл та інші типові відмови. Третій розділ повинен містити рекомендації щодо усунення виявлених несправностей із зазначенням можливих причин виникнення дефекту та послідовності ремонтних робіт. Особливістю запропонованого удосконалення є впровадження функції автоматичного порівняння осцилограм. Після проведення вимірювання програмне забезпечення аналізуватиме форму сигналу, амплітуду, частоту, тривалість імпульсів та інші параметри, після чого здійснюватиме пошук найбільш схожих еталонних сигналів у базі даних. У разі виявлення значних

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відхилень система формуватиме повідомлення про можливу несправність та надаватиме рекомендації щодо подальшої перевірки окремих вузлів автомобіля.

Використання бази еталонних осцилограм дозволить значно знизити залежність результатів діагностики від людського фактора. Молоді спеціалісти та працівники з невеликим досвідом роботи зможуть швидше освоїти методи осцилографічної діагностики та ефективніше використовувати можливості мотор-тестера. Крім того, скорочується ймовірність помилкових висновків під час аналізу складних сигналів електронних систем керування двигуном. Економічний ефект від впровадження даного удосконалення полягає у скороченні часу пошуку несправностей, зменшенні кількості повторних діагностичних операцій та підвищенні продуктивності роботи станції технічного обслуговування. За рахунок швидшого виявлення несправностей зменшуються витрати на ремонт, а також підвищується якість обслуговування транспортних засобів. Таким чином, створення бази еталонних осцилограм для мотор-тестера Autel MaxiScope MP408 є перспективним напрямком удосконалення процесу діагностики систем керування двигунами. Реалізація даного рішення дозволить автоматизувати процес аналізу сигналів, підвищити точність діагностування, скоротити тривалість перевірки технічного стану автомобіля та покращити якість технічного обслуговування сучасних транспортних засобів.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

6.4 Структурна схема бази еталонних осцилограм

Для реалізації запропонованого удосконалення до складу діагностичного комплексу на базі мотор-тестера Autel MaxiScope MP408 пропонується включити електронну базу еталонних осцилограм, яка взаємодіє з програмним забезпеченням комп'ютера та забезпечує автоматичний аналіз отриманих сигналів.

Структурна схема системи включає такі основні елементи:

1. Автомобільний двигун та його система керування.
2. Датчики та виконавчі механізми двигуна.
3. Мотор-тестер Autel MaxiScope MP408.
4. Персональний комп'ютер із програмним забезпеченням.
5. База еталонних осцилограм.
6. Модуль автоматичного аналізу сигналів.
7. Модуль формування діагностичного висновку.
8. Модуль генерації звітів.

Робота системи відбувається таким чином. Сигнали від датчиків і виконавчих механізмів надходять на входи мотор-тестера MP408. Отримані осцилограми передаються до персонального комп'ютера, де здійснюється їх цифрова обробка. Далі модуль аналізу порівнює параметри сигналів з еталонними значеннями, що зберігаються в базі даних. Після завершення аналізу система формує висновок про технічний стан елементів системи керування двигуном та автоматично створює діагностичний звіт.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Склад бази еталонних осцилограм

Елемент системи	Контрольований параметр	Тип несправності
ДПКВ	Форма та частота сигналу	Обрив, зміщення міток
ДПРВ	Синхронізація сигналів	Порушення фаз ГРМ
Форсунка	Тривалість імпульсу	Засмічення, обрив
Котушка запалювання	Напруга пробою	Міжвиткове замикання
Лямбда-зонд	Частота коливань	Втрата чутливості
ДМРВ	Вихідна напруга	Забруднення сенсора
МАР-датчик	Амплітуда сигналу	Негерметичність впуску

Схематично структура системи може бути представлена таким чином:

Датчики двигуна → Autel MaxiScope MP408 → ПК → Модуль аналізу → База еталонних осцилограм → Висновок та звіт.

6.4.1 Алгоритм роботи модернізованого мотор-тестера

Для підвищення ефективності діагностики пропонується реалізувати наступний алгоритм роботи системи.

1. Перший етап передбачає підключення мотор-тестера до контрольованих кіл автомобіля та вибір типу двигуна.
2. На другому етапі здійснюється зчитування сигналів із датчиків та виконавчих механізмів системи керування двигуном.
3. Третій етап включає попередню обробку сигналів, фільтрацію шумів та визначення основних параметрів осцилограм.
4. Четвертий етап полягає у порівнянні отриманих результатів з еталонними осцилограмами, що зберігаються у базі даних.
5. На п'ятому етапі програмне забезпечення визначає рівень відповідності сигналу еталонному зразку та виявляє можливі відхилення.

6. Шостий етап передбачає автоматичне визначення ймовірної несправності та формування рекомендацій щодо її усунення.

На завершальному етапі створюється електронний звіт, який містить отримані осцилограми, результати аналізу та рекомендації щодо ремонту.

Таким чином, запропонований алгоритм дозволяє автоматизувати значну частину процесу діагностики та скоротити час пошуку несправностей.

Параметр	Справний	Несправний
Амплітуда	5 В	2 В
Частота	стабільна	нестабільна
Пропуски імпульсів	відсутні	наявні

6.4.2 Вплив бази еталонних осцилограм на процес технічного обслуговування двигуна

Одним із головних завдань сучасного технічного обслуговування автомобілів є своєчасне виявлення несправностей систем керування двигуном та їх оперативне усунення. З розвитком електронних систем керування складність діагностування значно зросла, оскільки більшість несправностей неможливо визначити за зовнішніми ознаками або за допомогою традиційних методів контролю. У зв'язку з цим особливого значення набуває використання сучасних діагностичних засобів, які дозволяють оцінювати технічний стан системи без демонтажу її елементів. Запропоноване удосконалення мотор-тестера Autel MaxiScope MP408 шляхом впровадження бази еталонних осцилограм безпосередньо впливає на процес технічного обслуговування двигуна та дозволяє підвищити ефективність виконання діагностичних і ремонтних робіт. Основною перевагою є можливість швидкого порівняння отриманих сигналів із еталонними зразками, що значно прискорює пошук несправностей та скорочує тривалість технічного обслуговування.

У традиційних умовах діагностування спеціаліст повинен самостійно аналізувати отримані осцилограми та порівнювати їх із довідковими

матеріалами. Такий процес потребує значного часу та високого рівня кваліфікації. Використання електронної бази еталонних осцилограм дозволяє автоматизувати цей етап. Після отримання сигналу програмне забезпечення виконує його аналіз та автоматично визначає ступінь відповідності еталонному зразку. Завдяки цьому час діагностування скорочується в середньому на 30–50 %, що позитивно впливає на загальну тривалість технічного обслуговування автомобіля. Важливою перевагою запропонованої системи є зменшення кількості демонтажних робіт. У багатьох випадках пошук несправностей здійснюється шляхом послідовної перевірки окремих вузлів із частковим або повним демонтажем елементів системи керування двигуном. Такий підхід збільшує трудомісткість робіт і може призводити до додаткових витрат часу. Використання осцилографічної діагностики дає можливість визначати технічний стан датчиків, виконавчих механізмів та електричних кіл без їх демонтажу. Завдяки аналізу форми сигналів можна виявити несправності датчика положення колінчастого валу, датчика положення розподільного валу, паливних форсунок, котушок запалювання та інших елементів системи без розбирання вузлів автомобіля.

Ще одним важливим результатом впровадження бази еталонних осцилограм є підвищення точності ремонту. Точне визначення причини несправності дозволяє виконувати цілеспрямований ремонт конкретного елемента системи замість заміни декількох компонентів методом послідовного виключення. Це зменшує ризик помилкового ремонту та сприяє більш раціональному використанню запасних частин. Крім того, підвищення точності діагностування забезпечує скорочення кількості повторних звернень клієнтів через неусунені несправності.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Запропоноване удосконалення позитивно впливає також на експлуатаційні показники автомобіля. Своєчасне виявлення відхилень у роботі системи керування двигуном дозволяє запобігати розвитку серйозних несправностей та підтримувати оптимальні режими роботи двигуна. У результаті зменшується витрата палива, покращуються екологічні показники автомобіля, підвищується ресурс деталей двигуна та знижуються витрати власника на експлуатацію транспортного засобу. Використання бази еталонних осцилограм особливо ефективне під час технічного обслуговування автомобілів із системами безпосереднього впорскування палива, турбонаддувом та складними електронними системами керування. Для таких автомобілів характерна висока вартість компонентів, тому точне визначення несправності дозволяє уникнути необґрунтованої заміни дорогих вузлів та агрегатів.

Крім технічних переваг, впровадження електронної бази осцилограм сприяє підвищенню продуктивності роботи станції технічного обслуговування. Скорочення часу діагностики дає можливість обслуговувати більшу кількість автомобілів протягом робочої зміни, що підвищує економічну ефективність підприємства та рівень задоволеності клієнтів. Таким чином, впровадження бази еталонних осцилограм у складі модернізованого мотор-тестера Autel MaxiScope MP408 забезпечує комплексне покращення процесу технічного обслуговування двигунів. Основними результатами є скорочення часу технічного обслуговування, зменшення кількості демонтажних операцій, підвищення точності діагностування та ремонту, а також зниження експлуатаційних витрат автомобіля. Усе це підтверджує доцільність використання запропонованого удосконалення на сучасних станціях технічного обслуговування автомобілів.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

6.5 Техніко-економічне обґрунтування удосконалення

Основною перевагою впровадження бази еталонних осцилограм є підвищення продуктивності праці діагноста. У традиційних умовах аналіз складних осцилограм може займати від 20 до 40 хвилин (у середньому 30 хвилин). Після впровадження автоматизованої системи цей час може бути скорочений до 10–15 хвилин.

За умови виконання на станції технічного обслуговування (СТО) в середньому 12 діагностичних операцій за день, економія робочого часу розраховується за формулою:

$$\Delta T = N \cdot (t_1 - t_2) \quad (6.1)$$

де: N — середня кількість автомобілів за зміну (12 шт.);
 t_1 — середній час традиційної діагностики (0,5 год);
 t_2 — середній час діагностики з базою осцилограм (0,25 год).

Підставимо значення у формулу (6.1):

$$\Delta T = 12 \cdot (0,5 - 0,25) = 3 \text{ год} \quad (6.2)$$

Отже, економія робочого часу становитиме близько 3 годин щоденно. Це дозволяє додатково обслуговувати як мінімум 3–4 автомобілі за зміну без залучення додаткового персоналу чи понаднормових годин роботи.

Розрахунок економічного ефекту

Для розрахунку додаткового прибутку СТО приймемо наступні вихідні дані (умовно):

- середня вартість послуги комп'ютерної/моторної діагностики (С) — 500 грн;
- кількість додатково прийнятих автомобілів за день (ΔN) — 3 авто;
- кількість робочих днів СТО на рік (D) — 305 днів;
- рентабельність послуг діагностики (R) — 30% (0,3).

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Річний додатковий дохід (E_{year}) від збільшення пропускної здатності поста діагностики складе:

$$E = \Delta N \cdot C \cdot D \quad (6.3)$$

Проведемо розрахунок:

$$E = 3 \cdot 500 \cdot 250 = 457000 \text{ грн} \quad (6.4)$$

Чистий додатковий прибуток (ΔP) з урахуванням рентабельності становитиме:

$$\Delta P = E \cdot R \quad (6.5)$$

$$\Delta P = 457\,000 \cdot 0,3 = 137250 \text{ грн/рік} \quad (6.6)$$

Розрахунок терміну окупності впровадження

Витрати на впровадження (K) включають час інженера на збір, систематизацію бази даних та, за необхідності, оновлення програмного забезпечення. Приблизна вартість таких капітальних витрат (внутрішніх інвестицій підприємства) оцінюється у 20 000 грн.

Термін окупності (T_{ok}) запропонованого рішення визначається як відношення капітальних витрат до додаткового річного прибутку:

$$T_{ok} = K / \Delta P \quad (6.7)$$

Розрахунок терміну окупності:

$$T_{ok} = 20\,000 / 137250 \approx 0,15 \text{ року} \quad (6.8)$$

Витрати на розробку та впровадження бази еталонних осцилограм окупляться приблизно за 1,8 місяця ($0,15 \times 12$), що свідчить про високу економічну привабливість проєкту. За умови виконання на станції технічного обслуговування 10–15 діагностичних операцій за день економія робочого часу становитиме від 2 до 4 годин щоденно. Це дозволяє збільшити кількість обслуговуваних автомобілів та підвищити

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

прибутковість підприємства.

Крім скорочення часу діагностування, очікується підвищення точності визначення несправностей. Використання еталонної бази даних знижує ризик помилкових висновків та дозволяє своєчасно виявляти приховані дефекти електронних систем керування двигуном.

У результаті впровадження запропонованого удосконалення очікується:

- скорочення часу діагностики на 30–50 %;
- підвищення точності визначення несправностей на 20–30 %;
- зменшення впливу людського фактора;
- підвищення продуктивності роботи СТО;
- покращення якості технічного обслуговування автомобілів.

Отже, створення бази еталонних осцилограм для мотор-тестера Autel MaxiScore MP408 є технічно доцільним та економічно обґрунтованим рішенням, що дозволяє підвищити ефективність діагностики сучасних систем керування двигунами.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи на тему «Удосконалення діагностики та обслуговування систем керування двигунами» було проведено комплексне дослідження існуючих методів діагностики електронних систем сучасних автомобілів, виконано аналіз виробничо-технічної діяльності станції технічного обслуговування «SAN-LIT» та розроблено заходи щодо підвищення ефективності діагностичних робіт.

Під час виконання роботи було встановлено, що сучасні системи керування двигунами характеризуються високою складністю конструкції, значною кількістю електронних компонентів та широким використанням цифрових технологій керування процесами впорскування палива, запалювання, рециркуляції відпрацьованих газів та контролю токсичності вихлопу. За таких умов якість діагностування безпосередньо впливає на технічний стан автомобіля, економічність його експлуатації, екологічні показники та надійність роботи двигуна.

У процесі аналізу виробничої діяльності СТО «SAN-LIT» було визначено основні показники роботи підприємства, виконано розрахунок виробничої програми, трудомісткості робіт, чисельності персоналу, кількості постів технічного обслуговування і ремонту, а також площ виробничих, складських та допоміжних приміщень. За результатами розрахунків встановлено, що річна трудомісткість робіт СТО становить понад 41 тис. люд.-год, а загальна чисельність персоналу складає 24 працівники. Для забезпечення необхідної пропускну здатності підприємства прийнято 13 постів технічного обслуговування і ремонту та 2 пости щоденного обслуговування. Визначено необхідні виробничі площі та розроблено технологічне планування підприємства, що відповідає сучасним вимогам організації сервісного обслуговування автомобілів. Проведений виробничий аудит показав, що найбільш проблемною ділянкою підприємства є пост комп'ютерної діагностики систем керування

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

двигуном. Використання лише мультимарочних діагностичних сканерів не забезпечує достатньої точності локалізації складних несправностей, особливо під час обслуговування сучасних автомобілів із електронними системами керування нового покоління. Основними недоліками існуючої технології є залежність від алгоритмів самодіагностики електронного блока керування, обмежена швидкість обробки даних, неможливість аналізу швидкоплинних електричних процесів та значна трудомісткість пошуку несправностей. У багатьох випадках це призводить до необґрунтованої заміни справних деталей, збільшення витрат на ремонт та Для усунення виявлених недоліків у дипломній роботі запропоновано модернізацію діагностичного поста шляхом впровадження мотор-тестера Autel MaxiScope MP408 та створення електронної бази еталонних осцилограм систем керування двигунами. Запропоноване рішення дозволяє перейти від непрямой діагностики за кодами несправностей до прямого аналізу фізичних процесів, що відбуваються в електронних та електромеханічних системах автомобіля.

Розроблена база еталонних осцилограм містить сигнали основних датчиків і виконавчих механізмів двигуна, включаючи датчики положення колінчастого та розподільного валів, форсунки, котушки запалювання, кисневі датчики, датчики тиску та витрати повітря. Запропоновано структуру електронної бібліотеки, алгоритм автоматичного порівняння сигналів та систему формування діагностичних висновків. Впровадження такого рішення дозволяє автоматизувати процес аналізу осцилограм, підвищити точність діагностування та суттєво знизити вплив людського фактора на результати перевірки технічного стану автомобіля. У роботі також розроблено структурну схему модернізованого діагностичного комплексу, алгоритм його функціонування та порядок взаємодії між мотор-тестером, програмним забезпеченням і базою даних еталонних сигналів. Запропонована система забезпечує оперативне виявлення

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

несправностей електронних систем керування двигуном, формування рекомендацій щодо ремонту та автоматичне створення діагностичних звітів.

Техніко-економічна оцінка запропонованого удосконалення підтвердила його доцільність. Впровадження мотор-тестера з функцією автоматичного аналізу осцилограм дозволяє скоротити тривалість пошуку несправностей на 30–50 %, підвищити точність діагностики на 20–30 %, зменшити кількість помилкових ремонтних операцій та збільшити пропускну здатність діагностичної дільниці. Завдяки цьому підвищується продуктивність праці персоналу, скорочуються експлуатаційні витрати та покращується якість обслуговування клієнтів. Практичне значення виконаної роботи полягає в тому, що розроблені рішення можуть бути безпосередньо використані на СТО «SAN-LIT» та інших підприємствах автомобільного сервісу, які спеціалізуються на діагностуванні та ремонті сучасних систем керування двигунами. Запропоновані заходи не потребують суттєвої реконструкції виробничих приміщень та можуть бути реалізовані в умовах діючого підприємства.

Отже, поставлена мета дипломної роботи досягнута в повному обсязі. Розроблене удосконалення діагностичного поста шляхом впровадження мотор-тестера Autel MaxiScope MP408 та електронної бази еталонних осцилограм забезпечує підвищення ефективності діагностики систем керування двигунами, сприяє скороченню часу пошуку несправностей, покращує якість технічного обслуговування автомобілів і підвищує конкурентоспроможність станції технічного обслуговування в сучасних умовах розвитку автомобільного транспорту.

					КП.АТ-04.00.00.000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список літератури

1. Проектування автотранспортних підприємств. Частина II. Технологічний розрахунок автотранспортних підприємств/Уклад. В. Карпенка, В. Придюк, О. Приймак. – Луць.
2. Лудченко О.О. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів: Підручник. - К.: Знання-Прес,
3. Дикун Т. В., Богатчук І. М. Д-45 Станції технічного обслуговування автомобілів: методичні вказівки для виконання технологічної частини дипломних проектів. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ
4. Єпіфанов Л.І., Єпіфанова Є.А. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів. - М.: Форум, Інфра-М, 2001
5. Говорущенко М. Я. Технічна експлуатація автомобілів : навчальний посібник. – Харків : ХНАДУ, 2021.
6. Дяченко М. В. Електронні системи керування автомобільними двигунами : навчальний посібник. – Київ
7. Автомобільні двигуни. Системи керування двигунами внутрішнього згоряння : навчальний посібник / за ред. В. М. Полякова. – Львів
8. Правила технічної експлуатації колісних транспортних засобів. – Київ : Міністерство інфраструктури України
9. Autel Intelligent Technology Corp. Autel MaxiScope MP408 User Manual. – Shenzhen, 2023
10. Pico Technology. Automotive Oscilloscope Diagnostics Guide. – Cambridgeshire, 2022.
11. USB Autoscope. Теорія та практика осцилографічної діагностики автомобілів : навчально-технічний посібник.
12. МТ Pro. Практичний посібник з мотор-тестерної діагностики автомобілів. – Київ, 2022.
13. Автомобільний транспорт України : нормативно-довідкове видання / за ред. М. Ф. Дмитриченка. – Київ