

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ
ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: «ДОСЛІДЖЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ
СКЛАДОВОЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ
СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ VOLKSWAGEN»

Виконав: студент групи Ат-61

Спеціальності 274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва)

Терefeldський Юрій Ігорович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Барабаш Р.І.

(Прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ 2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ
ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри _____

к.т.н., доц. А.О. Шарibuра

“ ____ ” _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту
Терефельський Юрію Ігоровичу

1. Тема роботи: «Дослідження організаційної складової функціональної структури системи технічного обслуговування легкових автомобілів Volkswagen»

Керівник роботи: к.т.н., доцент Барабаш Руслан Іванович

Затверджена наказом по університету від 28.02.2025 р. № 140/К-С

2. Строк подання студентом роботи 01.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: Рекомендації по використанню машин сімейства Volkswagen; технічні карти на передпродажне і технічне обслуговування автомобілів Volkswagen; рекомендації по експлуатації машин сімейства Volkswagen; каталог деталей автомобілів сімейства Volkswagen; типові норми часу на ремонт та обслуговування автомобілів Volkswagen.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити):

1. Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження

2. Аналіз організаційної структури системи технічного обслуговування Volkswagen

3. Моделювання системи сервісного обслуговування

4. Охорона праці та захист навколишнього середовища

5. Економічне обґрунтування функціонування системи технічного обслуговування автомобілів Volkswagen

Висновки та пропозиції

Список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Тема, мета, об'єкт дослідження, предмет дослідження та задачі

дослідження; 2. Структура технологічних процесів *ТО* автомобілів Volkswagen; 3. Організаційна структура системи технічного обслуговування Volkswagen; 4. Попит на сервісні послуги залежно від сезону, технічного стану автомобілів та кількості споживачів; 5. Часова діаграма обслуговування на СТО; 6. Параметри моделювання сто *ТО-1* і *ТО-2* автомобілів Volkswagen Golf; 7. Параметри моделювання СТО *ТО-1* і *ТО-2* автомобілів Volkswagen Passat; 8. Параметри моделювання СТО *ТО-1* і *ТО-2* автомобілів Volkswagen Touareg; 9,10 – Економічна ефективність прийнятої моделі; 11. Висновки та пропозиції.

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3	Барабаш Р.І., к.т.н., доцент, кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича		
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва		
5	Барабаш Р.І., к.т.н., доцент, кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича		

7. Дата видачі завдання 28.02.2025 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Написання розділу: «Аналіз сучасного стану об'єкта дослідження, вибір і обґрунтування основного напрямку дослідження»	28.02.25-31.03.25	
2	Виконання другого розділу: «Аналіз організаційної структури системи технічного обслуговування Volkswagen»	01.04.25-10.05.25	
3	Виконання третього розділу: «Моделювання системи сервісного обслуговування»	11.05.25-30.06.25	
4	Написання розділу: «Охорона праці та захист навколишнього середовища»	01.07.25-10.08.25	
5	Оцінка ефективності впровадження результатів дослідження у виробництво	11.08.25-30.09.25	
6	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та мультимедійної презентації	01.10.25-31.10.25	
7	Завершення роботи в цілому	01.11.25-01.12.25	

Студент _____ Терefeldський Ю.І.
(підпис)

Керівник роботи _____ Барабаш Р.І.
(підпис)

УДК: 631.372.004

Терефельський Ю.І. «Дослідження організаційної складової функціональної структури системи технічного обслуговування легкових автомобілів *Volkswagen*». Кваліфікаційна робота. Дубляни. Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького, 2025. 68 с.

табл. 12; рис. 24; бібліогр. джерел 33.

Магістерська робота присвячена дослідженню системи сервісного обслуговування дилерського підприємства та розробці організаційно-технічних рішень щодо підвищення її ефективності. У роботі проведено аналіз структури та функціонування сервісного центру, визначено особливості ринкових умов, що впливають на попит на послуги технічного обслуговування, та обґрунтовано необхідність адаптації виробничої системи до сезонних коливань навантаження.

Виконано моделювання виробничих процесів технічного обслуговування автомобілів із використанням нормативних трудомісткостей, що дозволило визначити річні обсяги робіт, оптимальну кількість робочих постів і персоналу. Застосування теорії масового обслуговування дало змогу оцінити параметри роботи як стаціонарних СТО, так і мобільної сервісної служби, визначити оптимальну кількість мобільних постів та мінімізувати втрати від простоїв.

У роботі розроблено модель організації технічного обслуговування автомобілів Volkswagen різних моделей, обґрунтовано доцільність розвитку комбінованої системи сервісу, яка поєднує стаціонарні та мобільні засоби обслуговування. Проведено оцінку ефективності запропонованих заходів та сформовано методичні рекомендації для оптимізації роботи дилерського підприємства.

Окрему увагу приділено питанням охорони праці та безпеки персоналу. Виконано логіко-імітаційне моделювання небезпечних виробничих ситуацій.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНОГО НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ	7
1.1. Огляд наукових праць щодо організації систем технічного обслуговування автомобілів	7
1.2. Огляд офіційних документів Volkswagen щодо стандартів сервісу	9
1.3. Українські та міжнародні нормативи з технічного обслуговування (ДСТУ, ISO, внутрішні регламенти VW)	11
1.4. Обґрунтування актуальності дослідження, формулювання мети та задач роботи	14
Висновки до розділу 1	16
2. АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ VOLKSWAGEN	18
2.1. Загальна структура мережі Volkswagen Service	18
2.2. Організаційна ієрархія: імпортер → дилер → сервісний центр → виконавці	19
2.3. Функціональні підрозділи сервісного центру	21
2.4. Розподіл обов'язків та інформаційні зв'язки	23
2.5. Приклади типових структурних схем	24
2.6. Система показників ефективності сервісного центру Volkswagen	25
Висновки до розділу 2	28
3. МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	29
3.1 Адаптація системи сервісного обслуговування до коливань ринкової кон'юнктури	29

	5
3.2 Планування та обсяг робіт за технічним сервісом	31
3.3 Система обслуговування мобільною сервісною службою	34
3.4 Система обслуговування зі стаціонарними СТО	36
Висновки до розділу 3	48
 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	 50
4.1 Загальні положення	50
4.2 Логікоімітаційне моделювання	51
4.3 Метод експертного оцінювання операцій ТО автомобіля	52
4.4 Методом експертного ранжирування операцій ТО автомобіля	55
Висновки до розділу 4	56
 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ VOLKSWAGEN	 59
5.1 Вихідні дані та економічна характеристика сервісного центру	59
5.2. Структура послуг та річна виручка від реалізації ТО	59
5.3. Розрахунок собівартості послуг технічного обслуговування	60
5.4. Прибуток та показники рентабельності сервісного центру	62
5.5. Економічне обґрунтування заходів з удосконалення організаційної структури	
5.6. Розрахунок економічного ефекту від впровадження заходів	63
Висновки до розділу 5	65
 ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	 66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68

ВСТУП

У сучасних умовах інтенсивного розвитку автомобільного транспорту технічне обслуговування транспортних засобів є однією з ключових складових ефективного функціонування автомобільної галузі. Збільшення кількості автомобілів, ускладнення їх конструкції, зростання вимог до надійності та безпеки експлуатації зумовлюють необхідність удосконалення організаційної системи технічного обслуговування. Від ефективності роботи цієї системи залежить не лише технічний стан автомобілів, а й рівень задоволення споживачів, конкурентоспроможність підприємств сервісного обслуговування та імідж виробника на ринку.

Важливою тенденцією сучасного автомобільного ринку є перехід від традиційних моделей післяпродажного обслуговування до інтегрованих сервісних систем, що базуються на принципах стандартизації, цифровізації та клієнтоорієнтованості. Світові автовиробники, зокрема компанія Volkswagen, активно розвивають власні сервісні мережі, впроваджують єдині корпоративні стандарти та сучасні інформаційно-аналітичні інструменти для управління процесами технічного обслуговування. Разом із тим, ефективність роботи таких систем значною мірою залежить від їх організаційної побудови — структури підпорядкування, функціонального розподілу обов'язків, координації між підрозділами та рівня управлінської гнучкості.

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ, ВИБІР І ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНОГО НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Огляд наукових праць щодо організації систем технічного обслуговування автомобілів

Проблематика організації післяпродажного обслуговування (after-sales) у сучасній автомобільній промисловості охоплює щонайменше три взаємопов'язані сфери: (1) процесноорієнтоване управління сервісними підрозділами й дилерськими мережами; (2) стандартизацію якості та вимог до операцій у сервісному ланцюгу; (3) цифровізацію та інтеграцію інженерно-технічних знань (repair & workshop information, діагностика, навчання) у щоденні операції СТО. У наукових джерелах домінують підходи, що спираються на процесний менеджмент (PDCA, управління показниками KPI), бенчмаркінг, а також на порівняльні дослідження ефективності сервісних мереж різних виробників. Узагальнено, ефективність сервісної системи залежить від стандартизованого “ядра процесу” обслуговування клієнта (від запису на сервіс до видачі автомобіля), рівня підготовки персоналу, доступу до технічної інформації та дисципліни виконання процедур контролю якості робіт. Це чітко простежується у практичних методичних матеріалах Volkswagen щодо Service Core Process, де весь сервісний цикл розкладено на послідовні етапи – планування візиту, підготовка замовлення, приймання, виконання робіт, контроль якості, видача й подальший супровід клієнта.

У низці прикладних досліджень післяпродажних мереж робиться акцент на побудові “найкращих практик” і критичних чинниках успіху (CSF) при розгортанні та управлінні сервісними мережами великих автовиробників. Такі роботи доводять, що ключові чинники – це узгодженість стандартів виробника й локальних процесів дилера, прозорі вимоги до компетенцій персоналу, а також вимірювані показники результативності (час циклу, first-time-fix rate, повторні звернення, задоволеність

клієнтів). Для Volkswagen ці підходи відображено і в корпоративних звітах управління, де поєднуються фінансові та нефінансові KPI, що дозволяє вибудувати “каскад” показників від рівня групи до рівня дилерських операцій.

Окремий пласт літератури присвячений інтеграції технічної інформації, діагностичних протоколів і стандартів ремонту у сервісні процеси. Для VAG-марок (у т.ч. Volkswagen) таким джерелом є офіційний портал erWin (electronic repair and workshop information), який за моделлю легального доступу постачає сервісним і незалежним майстерням регламентні операції, методики ремонту, електросхеми, бюлетені та навчальні матеріали. Сам факт інституціоналізації й уніфікації технічної інформації на платформі erWin у науковій площині розглядається як елемент організаційної зрілості післяпродажної системи: зменшується варіативність виконання робіт, зростає відтворюваність результату, знижується ризик технологічних помилок і рекламацій.

В аналітичних працях останніх років спостерігається перехід до ще більш “жорсткого” регулювання сервісних процесів через розширення вимог до дилерських стандартів (facility & process standards), що охоплюють не лише технологічні, а й організаційно-управлінські аспекти – наприклад, Retail Quality Standards (RQS) Volkswagen щодо оформлення приміщень, сервісних маршрутів клієнта, контролю зворотного зв’язку та навчання персоналу. Хоча RQS мають корпоративний характер і деталізація часто недоступна поза внутрішніми ресурсами, відкриті огляди підкреслюють їхню роль як інструменту аудиту та вирівнювання якості у глобальній мережі.

Суміжні роботи з менеджменту якості вказують на значення галузевих вимог IATF 16949 (які доповнюють ISO 9001 для автомобільного сектору) для постачальницького ланцюга й сервісної екосистеми загалом: навіть якщо дилерський сервіс формально не сертифікується за IATF 16949, багато принципів (орієнтація на процеси, управління ризиками, робота з невідповідностями та постійне поліпшення) інтегруються у регламенти виробника та впливають на

організацію сервісу через “замовницькі вимоги” (customer-specific requirements) і нові редакції правил сертифікації (Rules 6, 2024/2025).

Проміжний висновок 1.1. Зведений аналіз літератури свідчить: успішна організація системи ТО виробника класу Volkswagen спирається на (а) процесну модель “ядра сервісу”, (б) централізований доступ до нормативно-технічної інформації, (в) мережеві стандарти якості дилерів і (г) “парасольку” загальносвітових систем управління якістю (ISO 9001/IATF 16949), що задають рамкову організаційну логіку.

1.2. Огляд офіційних документів Volkswagen щодо стандартів сервісу

Офіційна нормативно-методична база Volkswagen для СТО складається з кількох шарів:

1. Технічний контент і регламентні процедури. Портал erWin надає доступ до ремонтних мануалів, процедур ТО, електросхем, методик діагностики, бюлетенів та навчальних матеріалів. Це – першоджерело “як правильно зробити” на конкретній моделі/модифікації, що унеможливорює розрив між інженерним задумом та фактичним виконанням робіт у дилерських майстернях і незалежних СТО (за умови легального доступу). (volkswagen.erwin-store.com)

2. Процесні стандарти сервісу. Пакет Volkswagen Service Core Process фіксує поетапний ланцюг взаємодії з клієнтом і виконання робіт: від планування візиту та підготовки замовлення-наряду до контролю якості, видачі авто й комунікації після сервісу. Документи містять переліки контрольних дій, ролі/відповідальності персоналу (сервіс-консультант, майстер зміни, технік, комірник тощо), вимоги до документації та зворотного зв’язку. Їхня функція – уніфікація сервісної практики між країнами/дилерами й “прошивка” управлінських точок контролю, що безпосередньо впливають на якість і час циклу. (content.datarunners.net)

3. Дилерські стандарти якості (facility & process). У глобальній мережі застосовуються Retail Quality Standards (RQS), які визначають очікувану якість

процесів, оформлення та логістику клієнтських зон, вимоги до навчання персоналу й механізми періодичних аудитів/оцінювання відповідності. Наявні відкриті огляди підкреслюють роль RQS як “рамки оцінювання”, що забезпечує порівнюваність рівня сервісу на різних ринках (з відповідною адаптацією до локальних умов та законодавства). (autosmarts.co)

4. Політики бренду та супутні інструменти. До цього шару належать сервісні плани (Service Plans) і програми передплатеного обслуговування, умови гарантійного супроводу, а також вимоги до взаємодії з незалежними ремонтниками (доступ до ODIS, GeKo, спеціального інструменту, консультацій). Формально вони прив’язані до регіональних підрозділів, але відображають єдину логіку групових стандартів: фіксовані інтервали/переліки операцій, прозорі умови для клієнтів і вимоги до компетенцій виконавців. (cdn.volkswagen-me.info)

5. Корпоративні вимоги до управління та відповідності. У групових документах з управління й нефінансових KPI (sustainability, клієнтська орієнтація, процесні показники) фіксується очікування щодо вимірності сервісних результатів, що підтримує процесну дисципліну на дилерському рівні. Додатковий “парасольковий” документ – Кодекс поведінки Volkswagen Group, який укріплює культуру відповідності, безпосередньо релевантну для сервісних контактів із клієнтом (прозорість, чесність, безпека, захист даних).

У підсумку офіційні документи Volkswagen формують багаторівневу систему: (erWin) як технічне “джерело істини”; Service Core Process як операційний “скелет” сервісу; RQS як надбудова уніфікації якості в мережі; регіональні програми сервісних планів і інструменти доступу незалежників як механізми залучення/утримання; корпоративні KPI та кодекси як управлінсько-етичне тло. Це і є організаційна основа, у межах якої функціонує система технічного обслуговування Volkswagen на місцевих ринках.

1.3. Українські та міжнародні нормативи з технічного обслуговування (ДСТУ, ISO, внутрішні регламенти VW)

Ключовим документом, що регулює сервісні правовідносини в Україні, є Правила надання послуг з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів, затверджені наказом Мінінфраструктури від 28.11.2014 № 615 (зареєстровано в Мін'юсті 17.12.2014 за № 1609/26386). Правила визначають взаємовідносини між замовником і виконавцем, вимоги до оформлення замовлення-наряду, гарантій, приймання-передачі ТЗ, контролю якості, розкривають базову термінологію й загальні обов'язки сторін. Для дилерської мережі Volkswagen цей документ слугує правовою рамкою адаптації корпоративних стандартів до українського поля.

Суттєвим є також Технічний регламент з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів, затверджений постановою КМУ від 03.07.2013 № 643: він встановлює вимоги до виконавця послуг, до наданих послуг і до процедур оцінки відповідності. Норми Регламенту узгоджують підходи до компетентності, обладнання, контролю якості, що важливо для організаційної побудови сервісних центрів.

Додатково діють Правила експлуатації колісних транспортних засобів (наказ Мінінфраструктури від 26.07.2013 № 550), які визначають основи утримання й експлуатації КТЗ у частині безпеки та належного технічного стану – це задає границі “належної практики” і для сервісу (обов'язкові перевірки, періодичність операцій, тощо). У частині гарантійного супроводу застосовується Порядок гарантійного ремонту (обслуговування) або гарантійної заміни дорожніх транспортних засобів (наказ № 721 від 29.12.2004), що регламентує права споживача та обов'язки виконавця під час гарантійних звернень.

Окремо слід виділити актуалізований термінологічний стандарт ДСТУ 9050:2020 “Система технічного обслуговування та ремонтування техніки. Терміни та визначення понять”, який із 01.04.2021 офіційно замінив застарілий ГОСТ 18322-

78. ДСТУ 9050:2020 уніфікує понятійний апарат (ТО, поточний/капітальний ремонт, технічний стан, відмова тощо), що полегшує нормування процесів та узгодженість внутрішніх регламентів підприємства з вимогами державних органів і контрактними зобов'язаннями.

Управлінська “надбудова” сервісної діяльності спирається на загальновизнані стандарти:

- ISO 9001:2015 – вимоги до системи управління якістю з акцентом на процесний підхід, PDCA та ризик-орієнтоване мислення. У контексті СТО це транслюється у формалізацію процесів сервісу, управління компетентністю персоналу, контролю невідповідностей, моніторингу задоволеності клієнтів і постійного поліпшення.

- ISO 14001:2015 – система екологічного менеджменту; релевантна для сервісних підприємств через вимоги до поводження з відходами, контроль проливів/емісій, управління екологічними ризиками й відповідність законодавству (мастила, ОЖ, гальмівні рідини, акумулятори).

- IATF 16949:2016 – галузеві вимоги автомобільної індустрії, які розвивають ISO 9001 для виробничо-постачальницького ланцюга: управління змінами, запобіжні дії, специфічні регуляції OEM (customer-specific requirements). Хоча IATF 16949 орієнтований насамперед на виробників/постачальників, він опосередковано впливає на дилерські СТО через вимоги OEM до якості, простежуваності та процесної дисципліни. Оновлена Rules 6 (2024/2025) уточнює порядок аудиту/визнання, що важливо для партнерів Групи.

Для Volkswagen наведені стандарти не є ізольованими: вони інтегруються у внутрішні регламенти (Service Core Process, RQS, програми навчання, KPI-моделі), забезпечуючи як відповідність законодавству, так і корпоративну уніфікацію процесів у світовій мережі.

З погляду організаційної інженерії, внутрішні регламенти Volkswagen виконують роль “надстандарту”, який деталізує та операціоналізує вимоги ISO/IATF та національних норм:

- Процесне ядро: Service Core Process встановлює чітку послідовність сервісних операцій, точки контролю якості та вимоги до документації – це допомагає задовольняти норми Правил № 615 (структура замовлення, гарантії, приймання-передача) і Технічного регламенту № 643 (вимоги до виконавця/послуг).

- Технічна коректність: erWin гарантує, що виконання робіт відповідає актуальним методикам виробника, що зменшує ризики невідповідності й гарантійних претензій – як вимога належної практики за національними Правилами/Регламентом.

- Оцінювання й навчання: RQS та регіональні програми сервісу (у т.ч. Service Plans) встановлюють уніфіковані очікування до інтервалів ТО, компетенцій персоналу, зовнішнього/внутрішнього оформлення та клієнтського шляху; це підсилює відповідність національним нормам щодо інформування споживача, гарантій і належної якості послуг.

- Взаємодія з незалежним ринком: політика доступу до ODIS/GeKo, інструментів і технічної літератури через офіційні канали забезпечує недискримінаційний доступ до даних ремонту (у межах вимог безпеки/ідентифікації), що відповідає європейській практиці та знижує інформаційну асиметрію на локальному ринку.

Проміжний висновок 1.3. На перетині національних норм України (Правила № 615; Технічний регламент № 643; Правила експлуатації № 550; гарантійний Порядок № 721; ДСТУ 9050:2020) та міжнародних систем менеджменту (ISO 9001, ISO 14001, IATF 16949) внутрішні документи Volkswagen формують цілісне нормативне поле, у якому сервісні процеси – від діагностики до видачі авто – підпорядковуються єдиній логіці якості, відповідності та клієнтоорієнтованості.

1.4 Обґрунтування актуальності дослідження, формулювання мети та задач роботи

Актуальність теми. Зростання кількості автомобілів в Україні та світі призводить до підвищення навантаження на сервісні центри. Водночас споживачі вимагають не лише якісного виконання робіт, а й високої швидкості обслуговування, прозорості процедур, надійної гарантії та комфортного клієнтського сервісу. У таких умовах ефективна організація процесів технічного обслуговування стає конкурентною перевагою будь-якого дилерського підприємства.

Система технічного обслуговування автомобілів Volkswagen, побудована на принципах фірмової відповідальності, є складним багаторівневим механізмом, що включає дилерські підприємства, регіональні представництва, імпортера та виробника. Кожна ланка цієї структури виконує чітко визначені функції, однак узгодженість їх дій, ефективність взаємодії та розподіл відповідальності залежать від раціональності організаційної складової. Неефективна організаційна побудова може призвести до зниження продуктивності сервісного персоналу, подовження часу виконання робіт, збільшення витрат та зниження якості обслуговування клієнтів.

Таким чином, дослідження організаційної складової функціональної структури системи технічного обслуговування легкових автомобілів Volkswagen є актуальним як з наукової, так і з практичної точки зору. Воно спрямоване на визначення закономірностей побудови ефективної організаційної структури, яка забезпечує стабільність функціонування сервісної мережі, підвищення її результативності та відповідність сучасним ринковим вимогам.

Метою дослідження є аналіз і вдосконалення організаційної складової функціональної структури системи технічного обслуговування легкових автомобілів Volkswagen з метою підвищення ефективності її функціонування та якості надання сервісних послуг.

Для досягнення поставленої мети у роботі визначено такі завдання:

1. Провести аналіз сучасного стану та особливостей системи технічного обслуговування автомобілів Volkswagen.
2. Дослідити існуючу організаційну структуру сервісних підприємств Volkswagen та визначити її функціональні елементи.
3. Розглянути механізми взаємодії між структурними підрозділами системи технічного обслуговування.
4. Визначити основні проблеми організаційного характеру, що впливають на ефективність функціонування сервісних центрів.
5. Обґрунтувати напрями вдосконалення організаційної складової системи технічного обслуговування для підвищення продуктивності та якості обслуговування клієнтів.

Об'єктом дослідження є система технічного обслуговування легкових автомобілів Volkswagen.

Предметом дослідження виступає організаційна складова функціональної структури системи технічного обслуговування автомобілів Volkswagen, а саме взаємозв'язки між підрозділами, управлінські процеси та принципи координації діяльності елементів системи.

Методи дослідження

Для досягнення поставленої мети у роботі використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів дослідження, серед яких:

- Аналіз і синтез – для вивчення структури системи технічного обслуговування, виділення її складових частин та визначення їх функціональних взаємозв'язків.
- Порівняльний метод – для зіставлення організаційних підходів Volkswagen із практиками інших провідних виробників автомобілів (Toyota, BMW, Mercedes-Benz).

- Системний підхід – для комплексного розгляду системи технічного обслуговування як сукупності взаємопов’язаних елементів, що функціонують у межах єдиної організаційної структури.

- Моделювання – для побудови схеми оптимізованої функціональної структури сервісного підприємства.

- Графічні методи – для наочного представлення структури, взаємозв’язків і потоків інформації в межах сервісної системи.

- Узагальнення та логічне структурування – для формулювання висновків і рекомендацій щодо вдосконалення організаційної складової.

Результати роботи можуть бути використані підприємствами офіційної дилерської мережі Volkswagen для удосконалення внутрішньої структури управління сервісним процесом, підвищення рівня організації праці, скорочення тривалості технологічних операцій і покращення взаємодії між структурними підрозділами. Запропоновані методичні підходи можуть бути також адаптовані до діяльності сервісних підприємств інших автомобільних брендів.

Висновки до розділу 1

1. Сучасна наукова й прикладна література конвергує до процесної моделі організації сервісу, у якій стандартизовані етапи “ядра процесу” (запис – приймання – виконання робіт – контроль якості – видача – постсервісна комунікація) є основою для управління ефективністю та якістю. Для Volkswagen це формалізовано в Service Core Process.

2. Технічна інформація виробника (erWin) та офіційні інструменти (ODIS/GeKo, спеціальний інструмент) є критичним компонентом організаційної зрілості сервісної системи: вони знижують технологічні ризики, пришвидшують навчання, забезпечують відтворюваність результатів.

3. Дилерські стандарти (RQS) виконують роль мережевого механізму уніфікації якості: вони віддзеркалюють корпоративні очікування щодо приміщень,

процесів, персоналу і клієнтського досвіду, а також забезпечують регулярний аудит відповідності.

4. Національні Правила № 615, Технічний регламент № 643, Правила експлуатації № 550, Порядок № 721 і ДСТУ 9050:2020 встановлюють правові/термінологічні рамки, у межах яких адаптуються корпоративні стандарти виробника на українському ринку.

5. Інтеграція ISO 9001, ISO 14001, IATF 16949 і оновлених Rules 6 у внутрішні регламенти Volkswagen забезпечує поєднання вимог управління якістю, екологічної відповідальності, процесної дисципліни та безперервного поліпшення у повсякденних сервісних операціях.

2. АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ VOLKSWAGEN

2.1. Загальна структура мережі Volkswagen Service

Система технічного обслуговування *Volkswagen Service* – це багаторівнева організаційна мережа, що об'єднує виробника, регіональних імпортерів, дилерські підприємства та кінцевих виконавців робіт. Її функціонування побудоване за принципом вертикальної інтеграції, коли управління якістю, стандартизацією та інформаційною підтримкою здійснюється з єдиного корпоративного центру.

У спрощеному вигляді взаємодію рівнів системи можна представити як ієрархічну модель:

$$VW_{Service} = f(VW_{AG}, I_m, D_i, SC_j, P_k), \quad (2.1)$$

де: VW_{AG} – центральне управління Volkswagen AG (Німеччина);

I_m – офіційний імпортер (національне представництво, наприклад Порше Україна);

D_i – дилерська компанія;

SC_j – сервісний центр або СТО, акредитований дилером;

P_k – персонал виконавців робіт.

Згідно з корпоративними принципами, сервісна мережа працює на основі моделі франчайзингової взаємодії, де кожен дилер має певну автономію у внутрішніх бізнес-процесах, але зобов'язаний дотримуватись глобальних стандартів Volkswagen (Service Core Process, Retail Quality Standards, Warranty Policies тощо).

Основна мета цієї структури – забезпечення однакової якості обслуговування незалежно від країни, регіону чи конкретного сервісного центру.

Для цього діє механізм постійного аудиту дилерів (Service Quality Audit, Self-Assessment Survey) та централізована система управління даними (VWM Dealer Network Portal, DMS – Dealer Management System).

2.2. Організаційна ієрархія: імпортер → дилер → сервісний центр → виконавці

Організаційна ієрархія системи Volkswagen Service представлена чотирма рівнями управління (рис. 2.1).

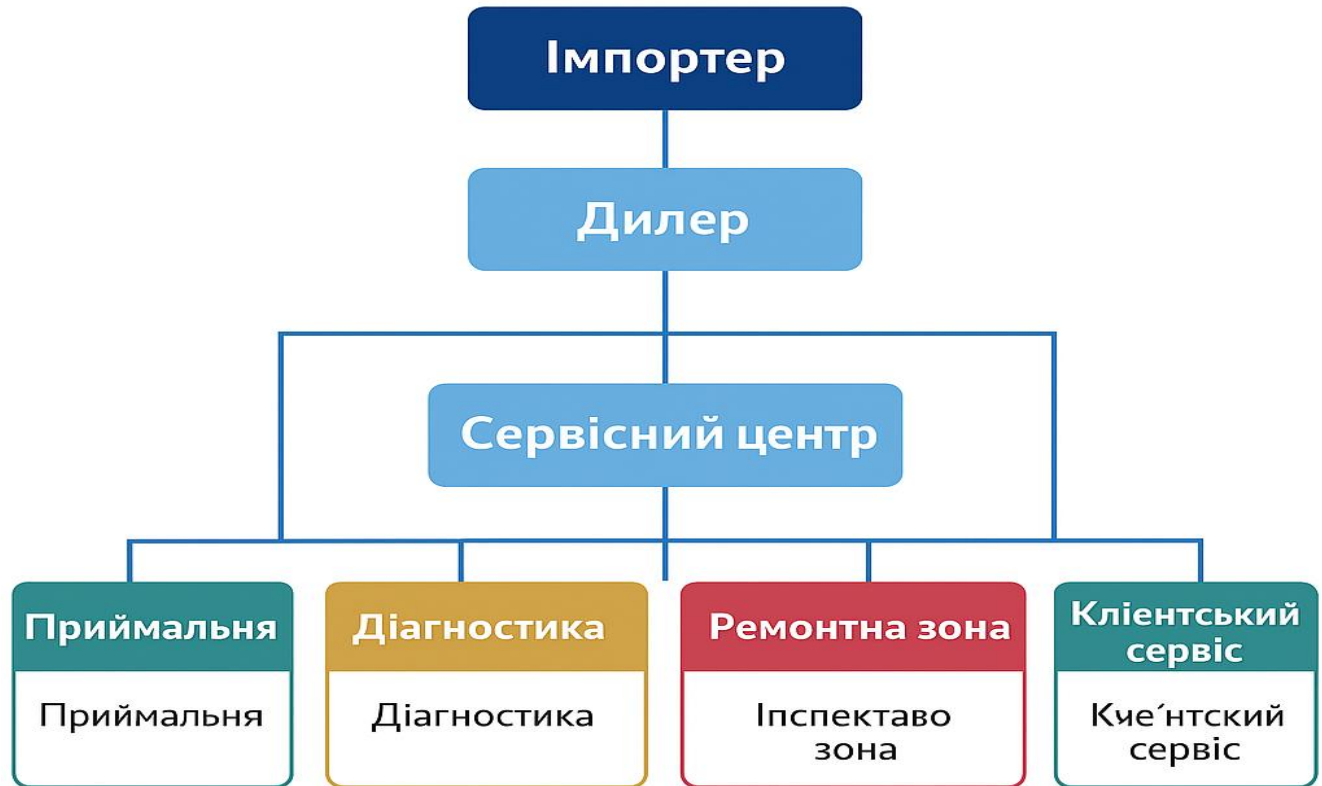


Рисунок 2.1 – Організаційна структура системи технічного обслуговування Volkswagen

Рівень 1. Виробник (Volkswagen AG)

- Розробляє політику післяпродажного обслуговування, стандарти, документацію та навчальні програми.
- Забезпечує глобальну інформаційну підтримку через портали erWin, ODIS, ETCA, ElsaPro, Learning Management System (LMS).
- Встановлює стратегічні KPI: *First Time Fix Rate*, *Customer Satisfaction Index (CSI)*, *Service Retention*.

Рівень 2. Імпортер (національний дистриб'ютор)

- В Україні цю функцію виконує компанія “Порше Україна”, яка є офіційним імпортером Volkswagen.

- Основні функції: управління дилерською мережею, контроль виконання стандартів, проведення технічних кампаній, гарантійна політика, підготовка персоналу.

- Координує систему зворотного зв’язку та проводить атестацію сервісів.

Рівень 3. Дилер (автосалон з сервісом)

- Має подвійний статус: комерційний (продаж авто) і технічний (сервіс).

- Організовує роботу сервісного центру, складає бізнес-плани, управляє запасами запчастин.

- Впроваджує *Dealer Management System (DMS)* для контролю процесів.

Рівень 4. Сервісний центр та виконавці

- Складається з підрозділів: приймання, діагностика, ремонт, запасні частини, клієнтський сервіс.

- Безпосередньо виконує регламентні, гарантійні та позагарантійні роботи.

- Робота персоналу регламентована документом *Job Role Description*, який описує компетенції та обов’язки кожного співробітника.

Таблиця 2.1. Основні функції рівнів системи Volkswagen Service

Рівень	Основні функції	Ключові документи
Виробник	Розробка стандартів, навчання, контроль якості	Service Core Process, RQS
Імпортер	Управління мережею, аудит дилерів, гарантії	Dealer Agreement, Warranty Policy
Дилер	Організація роботи сервісу, управління DMS	Dealer Business Model
Сервісний центр	Виконання технічних робіт, клієнтська підтримка	Service Process Manual, Job Roles

2.3. Функціональні підрозділи сервісного центру

Типовий сервісний центр Volkswagen включає такі підрозділи (рис. 2.2):



Рисунок 2.2 – Функціональні підрозділи сервісного центру

1. Приймання автомобілів (Front Office)

- перша точка контакту з клієнтом;
- оформлення замовлення-наряду, узгодження робіт, консультації.

2. Зона діагностики

- первинна технічна перевірка, електронна діагностика через ODIS Service; – формування звіту про несправності.

3. Ремонтна зона (Workshop)

- виконання регламентних і ремонтних робіт;
- робочі пости спеціалізуються за видами робіт (ходово, електрика, кузов, двигун).

4. Склад запчастин (Parts Warehouse)

- зберігання та облік запасних частин;
- автоматизований зв'язок із системами ЕТКА та ЕТОС для перевірки номенклатури.

5. Клієнтський сервіс (Customer Care)

– опитування задоволеності клієнтів (CSI), ведення бази лояльності, управління скаргами.

6. Контроль якості (Quality Control)

– перевірка відповідності робіт стандартам, повторна діагностика.

Модель функціональних зв'язків у вигляді структурної схеми (рис. 2.3):



Рисунок 2.3 – Модель функціональних зв'язків

Усі процеси інтегровані в єдину інформаційну систему DMS, що дозволяє відстежувати статус замовлення в реальному часі.

Рівень завантаження постів визначається за формулою:

$$K_3 = \frac{T_{\phi}}{T_n} \times 100\%, \quad (2.1)$$

де K_3 – коефіцієнт завантаження;

T_{ϕ} – фактичний час роботи поста;

T_n – нормативний робочий час.

Ефективне значення K_3 має становити 85–90%, що відповідає рекомендаціям Volkswagen Service Performance Benchmark.

2.4. Розподіл обов'язків та інформаційні зв'язки

Організаційна взаємодія між підрозділами сервісу здійснюється через вертикальні та горизонтальні зв'язки.

- Вертикальні зв'язки – управлінські (керівник сервісу → майстри → техніки).
- Горизонтальні зв'язки – координаційні (приймання ↔ склад ↔ ремонт ↔ клієнтський сервіс).

Для забезпечення злагодженої роботи впроваджується інформаційна модель документообігу, що включає:

- замовлення-наряд (Service Order),
- контрольну карту операцій (Job Sheet),
- акт виконаних робіт (Repair Report),
- гарантійний звіт (Warranty Claim).

Передача даних між підрозділами здійснюється через Dealer Management System (DMS), інтегровану з корпоративним сервером імпортера.

Схематично процес інформаційного обміну можна описати формулою потоків:

$$I_{tot} = \sum_{n=1}^N (I_{vn} + I_{gn} + I_{kn}), \quad (2.2)$$

де: I_{vn} – внутрішній потік інформації (між підрозділами сервісу);

I_{gn} – звітність до імпортера;

I_{kn} – зворотний зв'язок від клієнта.

Оптимальним вважається стан, коли співвідношення внутрішніх і зовнішніх потоків перебуває у межах:

$$\frac{I_{vn}}{I_{gn} + I_{kn}} \approx 0,7 - 0,8. \quad (2.3)$$

що означає ефективну концентрацію інформації на рівні сервісного центру без перевантаження управлінських каналів.

2.5. Приклади типових структурних схем

Типові організаційні структури Volkswagen Service мають три основні моделі:

1. Лінійно-функціональна модель (для малих СТО)

Характеризується невеликою кількістю рівнів управління, прямим підпорядкуванням майстрів керівнику сервісу.

Переваги: швидке ухвалення рішень, гнучкість.

Недоліки: високе навантаження на керівника.

2. Функціонально-матрична модель (для середніх дилерів)

Діагности, ремонтники, консультанти і менеджери запасів взаємодіють у межах спільного проекту (замовлення).

Переваги: високий рівень координації, ефективне управління ресурсами.

Недоліки: складність планування.

3. Процесно-орієнтована модель (для великих центрів Volkswagen City Service)

В основі – стандартизований “Service Core Process”. Кожен етап має власного відповідального, KPI та часові межі.

Переваги: прозорість процесів, можливість цифрового моніторингу.

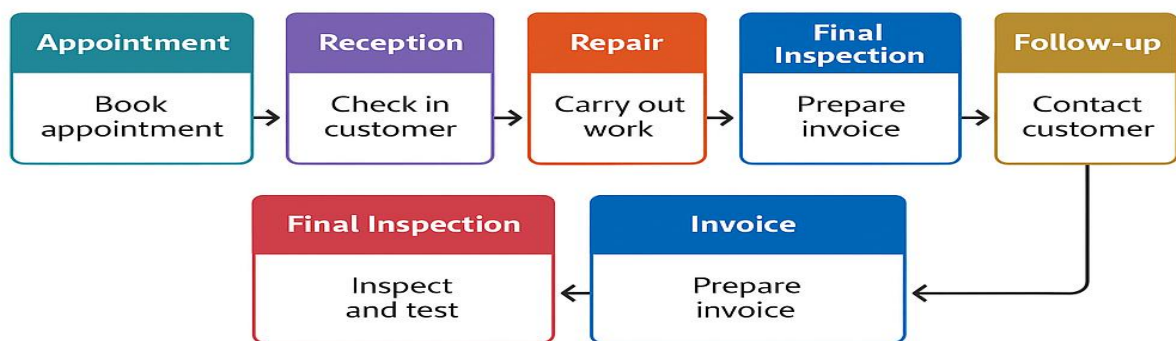


Рисунок 2.4 – Типова процесна схема “Service Core Process”

Кожен етап має свій набір показників ефективності:

- T1 – середній час приймання (≤ 15 хв);
- T2 – час діагностики (≤ 30 хв);

- T3 – тривалість ремонту;
- T4 – час видачі (≤ 10 хв);
- $CSI \geq 90\%$ – рівень задоволеності клієнтів.

2.6. Система показників ефективності сервісного центру Volkswagen

Для оцінювання результативності роботи сервісних центрів Volkswagen використовується комплексна система ключових показників ефективності КПЕ, яка відображає технічні, організаційні та клієнтські аспекти діяльності.

Таблиця 2.2. Основні показники ефективності системи Volkswagen Service

№	Показник	Формула розрахунку	Одиниця ви-ня	Оптимальне значення	Значення КПЕ
1	Коефіцієнт завантаження постів	$K_3 = \frac{T_{\phi}}{T_n} \times 100\%$	%	85–90%	Оцінює рівень використання робочих постів
2	Продуктивність майстра	$P = \frac{Q}{T}$	од./год	$\geq 1,0$	Визначає ефективність праці
3	First Time Fix Rate (FTF)	$FTF = \frac{N_{\text{без_повт}}}{N_{\text{заг}}} \times 100\%$	%	$\geq 95\%$	Частка авто, відремонтованих без повторного звернення
4	Customer Satisfaction Index (CSI)	$CSI = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n} \times 100\%$	%	$\geq 90\%$	Індекс задоволеності клієнтів
5	Середній час циклу обслуговування	$T_{\text{ц}} = T_{\text{пр}} + T_{\text{диаг}} + T_{\text{рем}} + T_{\text{в}}$	год	≤ 3 год	Загальна тривалість ТО
6	Рівень повторних звернень	$R = \frac{N_{\text{повт}}}{N_{\text{заг}}} \times 100\%$	%	$\leq 3\%$	Показник якості ремонту
7	Коефіцієнт використання персоналу	$K_{\text{пер}} = \frac{T_{\text{он}}}{T_{\text{заг}}} \times 100\%$	%	$\geq 80\%$	Частка оплачуваного часу у загальному робочому фонді
8	Дохід на один пост	$D_{\text{п}} = \frac{S_{\text{заг}}}{N_{\text{п}}}$	грн/пост	—	Економічна ефективність використання ресурсів

Формули та аналітичні співвідношення

1. Загальна ефективність системи

$$E_{\text{sys}} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot K_i}{n}, \quad (2.4)$$

де Q_i – якість виконання i -го етапу (0–1),

K_i – коефіцієнт важливості операції,

n – кількість етапів процесу.

У середньому для сертифікованого сервісного центру Volkswagen $E_{\text{sys}} \geq 0,9$ (або 90%), що відповідає вимогам Retail Quality Standards (RQS).

2. Коефіцієнт сервісної віддачі

$$K_{\text{svc}} = \frac{P_{\text{ef}}}{P_{\text{макс}}} = \frac{D_{\text{ф}}}{D_{\text{пл}}}, \quad (2.5)$$

де P_{ef} – фактична продуктивність постів,

$P_{\text{макс}}$ – теоретична продуктивність,

$D_{\text{ф}}, D_{\text{пл}}$ – фактичний та плановий доходи сервісу.

3. Інтегральний показник якості обслуговування

$$I_{\text{як}} = \alpha_1 \cdot FTF + \alpha_2 \cdot CSI + \alpha_3 \cdot (1 - R), \quad (2.6)$$

де α_i – вагові коефіцієнти (у межах 0–1),

зазвичай: $\alpha_1 = 0,4$, $\alpha_2 = 0,4$, $\alpha_3 = 0,2$.

Таблиця 2.3 – Приклад розрахунку ключових показників ефективності для дилерського сервісу Volkswagen

Показник	Формула	Значення	Результат	Оцінка
K_3	$160/180 \times 100\%$	88,9%	Норма	✓
FTF	$950/1000 \times 100\%$	95%	Норма	✓
CSI	$450/500 \times 100\%$	90%	Норма	✓
R	$30/1000 \times 100\%$	3%	Межа	⚠
$K_{\text{пер}}$	$135/160 \times 100\%$	84,3%	Норма	✓
E_{sys}	середнє	0,91	Висока ефективність	✓

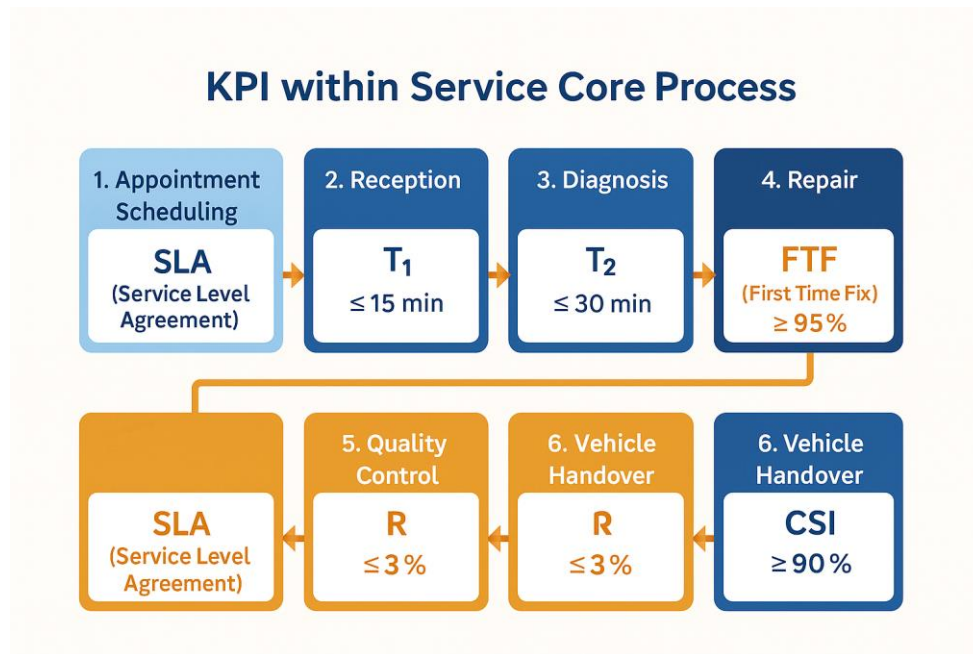


Рисунок 2.5 – Ключові показники ефективності у межах процесної карти «Service Core Process»

Таблиця 2.4 – Ключові показники ефективності СТО

Етап процесу	Основний KPI	Цільове значення	Вплив на ефективність
1. Запис клієнта	<i>SLA</i> (Service Level Agreement)	≤ 10 хв	Зменшення втрат часу
2. Приймання	T_1	≤ 15 хв	Скорочення простою
3. Діагностика	T_2	≤ 30 хв	Точність визначення робіт
4. Ремонт	<i>FTF</i>	$\geq 95\%$	Якість та швидкість
5. Контроль	R	$\leq 3\%$	Надійність результату
6. Видача	<i>CSI</i>	$\geq 90\%$	Лояльність клієнта

Аналіз даних ключових показників ефективності дозволяє зробити висновки:

- $FTF \geq 95\%$ гарантує мінімальні повторні звернення і високу якість ремонту.
- $CSI \geq 90\%$ є показником задоволення клієнтів і відображає рівень корпоративної культури.

- $K_{per} \geq 80\%$ свідчить про оптимальне використання трудових ресурсів.

- $R \leq 3\%$ забезпечує стабільність гарантійної статистики.

Залежність між окремими показниками можна виразити функціонально:

$$CSI = f(FTF, R, T_u). \quad (2.7)$$

тобто рівень задоволеності клієнта прямо пропорційний якості ремонту FTF та обернено пропорційний тривалості й кількості повторних звернень.

Сумарна ефективність діяльності сервісного підрозділу визначається за зваженою моделлю:

$$E_{tot} = w_1K_3 + w_2FTF + w_3CSI + w_4(1 - R), \quad (2.8)$$

де w_1, w_2, w_3, w_4 – вагові коефіцієнти важливості $\sum w_i = 1$.

Рекомендовані значення: $w_1=0,25, w_2=0,35, w_3=0,25, w_4=0,15$.

При досягненні $E_{tot} \geq 0,9$ сервіс визнається високоефективним згідно з вимогами Volkswagen Retail Quality Standards (RQS).

Висновки до розділу 2

1. Організаційна структура системи технічного обслуговування Volkswagen є багаторівневою та інтегрованою, поєднуючи виробника, імпортера, дилерів і виконавців у єдину мережу.

2. Ключовою особливістю є застосування Service Core Process, який стандартизує всі етапи обслуговування автомобіля.

3. Система функціонує завдяки вертикальним управлінським і горизонтальним координаційним зв'язкам, що підтримуються інформаційною платформою DMS.

4. Ефективність роботи вимірюється через сукупність KPI, зокрема коефіцієнт завантаження постів, час циклу, CSI, First Time Fix Rate.

5. Процесно-орієнтована модель організації роботи забезпечує найвищий рівень якості, зменшує кількість помилок і підвищує продуктивність сервісного центру.

3. МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ СЕРВІСНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ДИЛЕРА

3.1 Адаптація системи сервісного обслуговування до коливань ринкової кон'юнктури

Аналіз діяльності ремонтно-технічних підприємств показує, що виконуваними роботами з ремонту та технічного обслуговування машин та обладнання є низькорентабельними, а частіше збитковими.

Розглянемо можливі механізми адаптації підприємства до коливань попиту, зокрема, до сезонних «пікових» навантажень (рис. 3.1). Попит на послуги може бути представлений випадковою величиною, розподілений за законом близькому до логарифмічно нормального розподілу (логнормальний) з невеликим зміщенням правої гілки щодо центру.

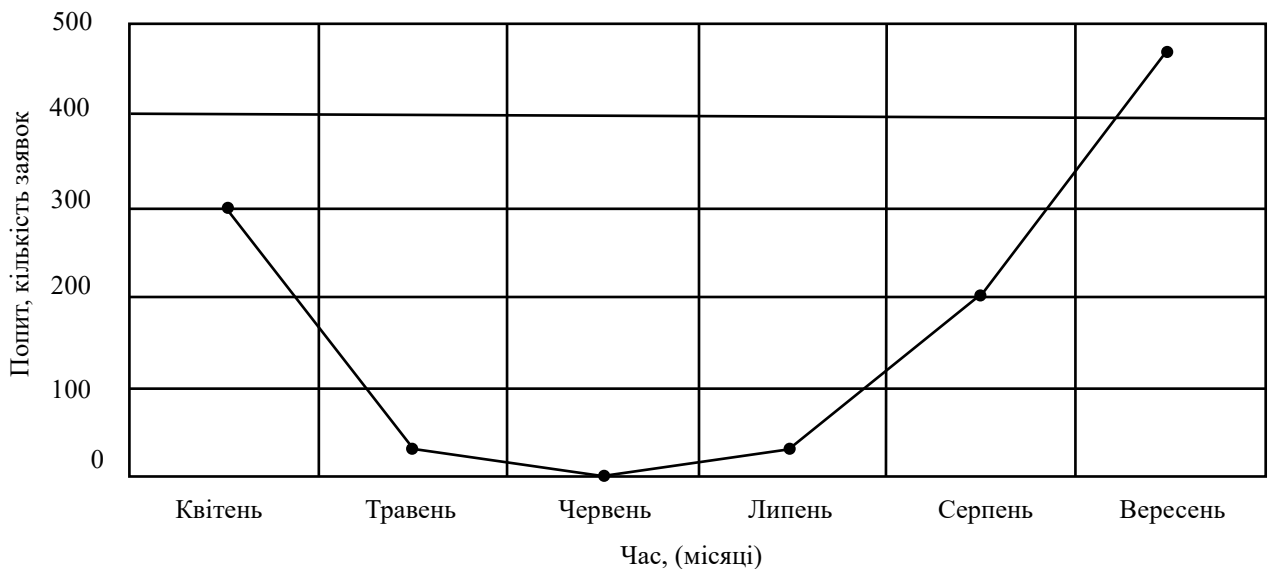


Рисунок 3.1 - Характер коливань кількості технічних обслуговувань автомобілів Volkswagen у найбільш інтенсивні місяці року

На рис. 3.2 зображено криву, яка обумовлює необхідність розробки механізмів для ефективної роботи дилерського підприємства у ринкових умовах розвитку пунктів технічного обслуговування.

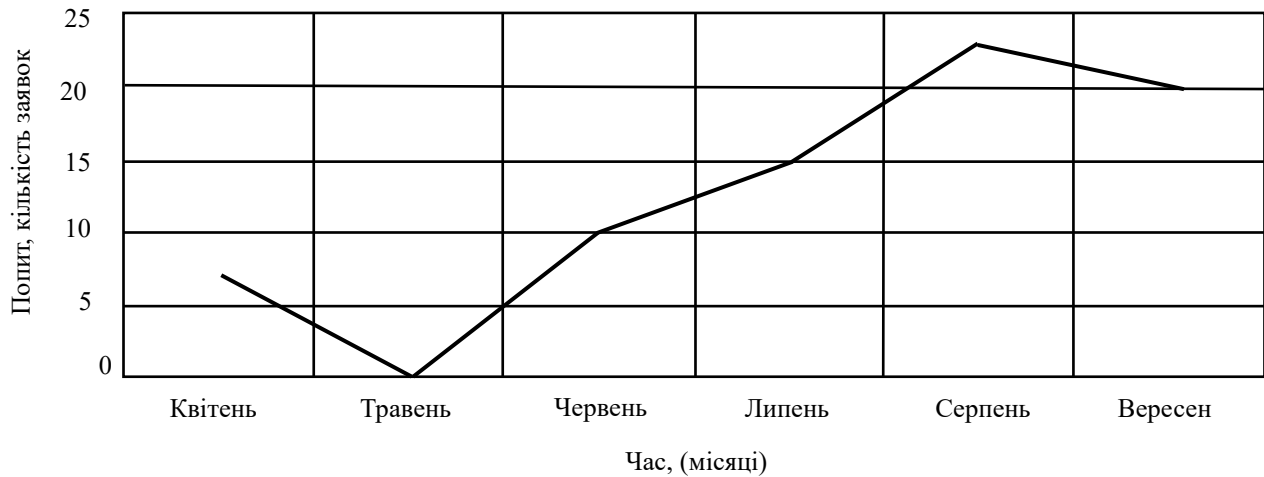


Рисунок 3.2 - Характер коливань кількості ремонтів автомобілів Volkswagen у найбільш інтенсивні місяці року

Криві побудовані за матеріалами конкретних досліджень, що проводилися у Львівській області.

Мінімальний та максимальний попит на сервісні послуги визначаються зоною обслуговування підприємства. Побудований графік уможлиблює умовно поділити територію яка обслуговується сервісними пунктами дилерського підприємством на дві зони.

До зони №1 входять споживачі розташовані на найменшому віддаленні від підприємства технічного обслуговування. Ця зона формується раціональними відстанями переїзду автомобілів до місця обслуговування. Чим більша відстань до підприємства автосервісу, тим менший попит на його послуги. Тим не менш, більшість підприємств, що надають послуги з ремонту та технічного обслуговування машин працюють за таким принципом.

Зона обслуговування №2 характеризується, розташованими на значній відстані від центру технічного сервісу або пункту технічного обслуговування дилерського підприємства (рис. 3.3).

Розмір попиту сервісних послуг змінюється залежно від сезону і технічного стану автомобілів та їх кількості, ступеня новизни, надійності та інших факторів.

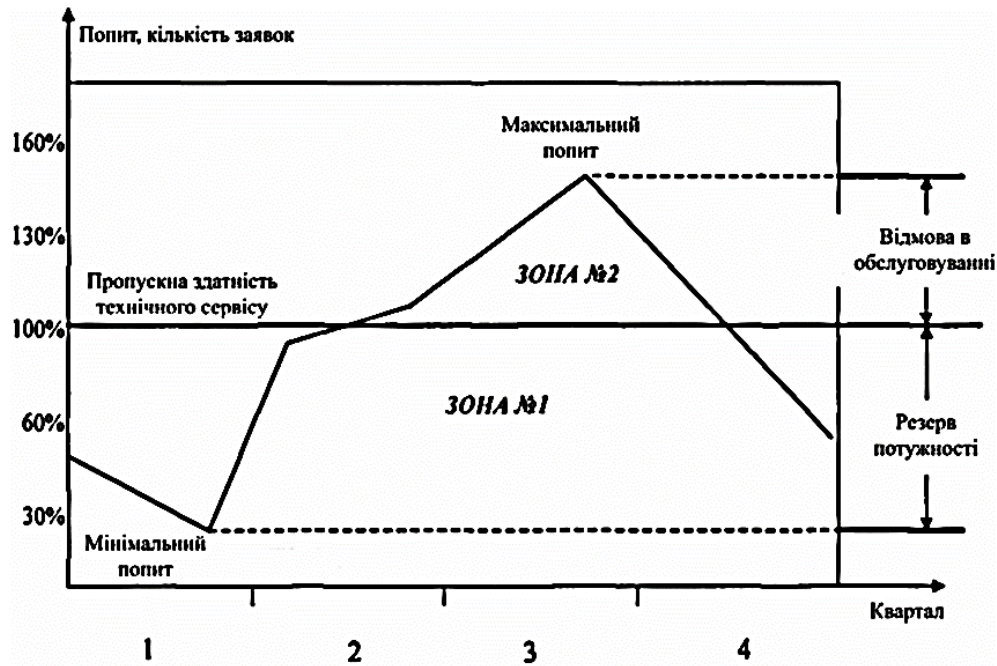


Рисунок 3.3 – Характер коливань потреб автовласників автомобілів Volkswagen на послуги технічного обслуговування

Кількість постів на СТО уможливорює задоволення певного попиту на послуги при правильній організації технологічного процесу (оптимального або максимального) завантаження постів. Настає певний момент часу коли попит настільки великий, що перевищує резервні потужності СТО. У таких випадках ефективним засобом є використання пересувних засобів технічного обслуговування та ремонту машин (мобільних СТО).

3.2 Планування та обсяг робіт за технічним сервісом

Для міських комплексних СТО виробнича програма характеризується кількістю комплексно обслуговуваних автомобілів на рік, тобто автомобілів, яким на станції виконується весь комплекс робіт для підтримки їх в технічно справному стані протягом року.

Для ремонтних майстерних з конкретних видів робіт виробнича програма визначається річним обсягом робіт, і яка може бути визначена, виходячи з приблизного розподілу трудомісткості по видах робіт для міських СТО [2].

Виробнича програма є основним показником для розрахунку річних обсягів робіт, на основі яких визначаються чисельність робочих, площі виробничих, складських, адміністративно - побутових і інших приміщень.

Початковими даними для розрахунку виробничої програми і обсягів робіт є:

- кількість автомобілів, які обслуговуються СТО за рік і норма питомої трудомісткості ТО і ПР для даного типорозміру СТО і певного класу автомобілів;
- середньорічний пробіг обслуговуваних автомобілів;
- середня кількість заїздів автомобілів на станцію за рік;
- середня трудомісткість робіт по одного заїзду;
- режим роботи станції.

Річний обсяг робіт по ТО і ПР:

$$T_o = A_p \cdot L_p \cdot t \cdot K_p / 1000; \quad (3.1)$$

де A_p – очікувана кількість обслуговуваних автомобілів за рік на СТО (формула 1.2);

L_p – середньорічний пробіг автомобіля, км;

t – нормативна питома трудомісткість робіт ТО і ПР, люд·год/1000 км;

K_p – коефіцієнт коректування трудомісткості, залежний від потужності СТО;

При проектуванні універсальної СТО, призначеної для обслуговування автомобілів, які відносяться до різних класів, річний обсяг робіт по ТО і ПР визначається сумою річних обсягів робіт за автомобілями окремих класів.

Згідно [2] задаємося нормативною трудомісткістю робіт для різних класів автомобілів по ОНТП 01-91, які зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 Нормативні питомі трудомісткості ТО

Модель автомобіля	VW Golf		VW Passat		VW Touareg	
Вид ТО	ТО-1	ТО-2	ТО-1	ТО-2	ТО-1	ТО-2
Клас автомобіля	Середній клас «D»		Бізнес клас «E»		SUV «Позашляховик»	
Трудомісткість ТО, люд./год	1,8	7	2,1	7,3	2,1	7,3
Вартість ТО, грн.	20450	24049	20875	28115	21086	39651

Оскільки на проектованій СТО передбачається продаж автомобілів, то в загальному обсязі виконуваних робіт необхідно передбачити роботи, пов'язані з передпродажною підготовкою автомобілів.

Річний обсяг робіт з передпродажної підготовки визначається за формулою яка враховує кількість автомобілів проданих за рік N_{Π} , яке встановлене завданням на проектування і трудомісткістю $t_{\Pi\Pi}$ їх обслуговування:

$$T_{\Pi\Pi} = N_{\Pi} \times t_{\Pi\Pi}, \quad (3.2)$$

де N_{Π} - кількість автомобілів які продаються в регіоні;

$t_{\Pi\Pi}$ - трудомісткість обслуговування автомобілів.

Розрахунком визначається число робочих постів, допоміжних постів і автомобіле-місць очікування і зберігання.

Кількість робочих постів визначається по формулі:

$$X_p = \frac{T_n \cdot \varphi}{\Phi_n \cdot P_n}, \quad (3.3)$$

де T_{Π} - річний обсяг постових робіт, люд. год;

φ - коефіцієнт, який враховує нерівномірність надходження автомобілів на СТО в різні пори року і дні тижня;

Φ_{Π} - річний фонд робочого часу поста, год;

P_{Π} - середня кількість робочих на посту.

Уточнена кількість робочих постів визначається після розподілу їх за призначенням, який виконується з урахуванням розподілу трудомісткості постових робіт (див. табл. 3.2).

Річний фонд робочого часу поста:

$$\Phi_{\Pi} = D_{PP} \cdot T_{CM} \cdot 3 \cdot \eta; \quad (3.4)$$

де $D_{PP} = 305$ - кількість днів роботи СТО в році;

$T_{CM} = 8$ год - тривалість зміни;

$3 = 1$ - кількість змін;

$\eta = 0,95$ - коефіцієнт використання робочого часу поста.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 3.2.

Таблиця 3.2 Річні обсяги робіт по класах автомобілів

Модель автомобіля	Наявна кількість автомобілів даної моделі у регіоні, A	Вид ТО	Кількість ТО за цикл, N_{TO}	Сумар на кількість ТО за цикл, ΣN_{TO}	Сумар на кількість ТО за рік, ΣN_{TO} рік	Трудоємкість одного ТО, T_{TP} люд-год.	Сумарна трудоємкість одного ТО за рік, T_{TP} люд-год.	Трудоємкість ТО всіх автомобілів в даної моделі на день, люд/год.
Golf	1003	ТО-1	10	10030	702	1,8	1263,6	12,6
		ТО-2	5	5015	351	7	2457	11
Passat	550	ТО-1	10	5500	385	2,1	808,5	7,5
		ТО-2	5	2750	193	7,3	1408,9	13,1
Touareg	1683	ТО-1	10	16830	1178	2,1	2473,8	22,9
		ТО-2	5	8415	589	7,3	4299,7	14,5

3.3 Система обслуговування мобільною сервісною службою

МСС у системі ДП відводиться роль елемента, що виконує весь обсяг робіт з ТО-1 та ТО-2. Для знаходження оптимальних варіантів розміщення структури МСС, необхідно мати такі основні дані:

- ✓ щільність розташування об'єктів обслуговування;
- ✓ трудомісткість робіт та обслуговування;
- ✓ площа обслуговуючої території;
- ✓ оптимальна відстань переміщення мобільних СТО.

Схожість вихідних даних необхідні визначення оптимальних відстаней перевезення об'єктів ремонтного фонду з вихідними даними для визначення зони обслуговування МСС, теоретично дозволяє застосувати метод, запропонований І.С. Левітським. Попередній аналіз показує відмінності у структурі поставлених завдань та способи їх вирішення. У зв'язку з цим, необхідно досліджувати запропоновані способи рішення на предмет можливого їх застосування для вирішення задачі розташування системи обслуговування ДП.

Дотримуючись вказівок методики І.С. Левитського, попередньо необхідно визначити площу території для випадку, коли середня відстань переїзду мобільного СТО дорівнює 1 км. Під середньою відстанню переїзду розуміється поділ всього обсягу робіт із переїздами на загальну кількість заявок від об'єктів обслуговування:

$$R_c = \frac{n \int y dF}{nF} = \frac{\int y dF}{F}, \quad (3.5)$$

де R_c – середня відстань переїзду мобільного СТО, км; dF – елементарна майданчик на якому проводяться роботи з обслуговування об'єкта; n – кількість заявок, що припадають на елементарний майданчик, од.; y – відстань від елементарного майданчика до центральної бази МСС, км; F – загальна площа території, км².

Площа території при середній відстані переїзду 1 км можна визначити виходячи з гіпотези, що вся робота з переїзду до об'єктів обслуговування, поділена на кількість заявок дає середню відстань переїзду. При рівномірному розподілі об'єктів обслуговування за територією, їх кількість пропорційна площі території.

Отже, обсяг заявок можна виразити через формулу:

$$N = n \times \pi \times R^2, \quad (3.6)$$

де N – загальна кількість заявок, од.;

n – питома кількість заявок, що припадає на одиницю площі території, що описується радіусом R , од./км².

Тоді для задоволення заявок на території, що описується радіусом R потрібно виконати роботу рівну:

$$A = \int n \times y \times dF = \int n \times 2\pi \times y^2 \times dy, A = \int_0^R n \times 2\pi \times y^2 \times dy, \quad (3.7)$$

Після перетворень отримуємо вираз виду:

$$A = \frac{2\pi \times n \times R^3}{3}. \quad (3.8)$$

Виходячи з вищевикладеної гіпотези, отримуємо вираз:

$$\frac{A}{N} = \frac{2\pi \times n \times R^3}{3\pi \times n \times R^2} = \frac{2}{3} \times R = R_C \quad (3.9)$$

Тоді площа території за середньої відстані переїзду 1 км становитиме величину $F=7$ км.

Зі збільшенням середньої відстані переїзду площа зростає пропорційно R^3 - Обчислити у скільки разів площу із середнім відстанню переїзду 1 км укладається на площу регіону, можна за формулою:

$$u = \frac{F}{7} \quad (3.10)$$

А для того, щоб визначити питому кількість заявок, що припадає на площу в 7 км², розділимо загальну кількість автомобілів (N_T) на u :

$$N_y = \frac{N_T \times 7}{F} \quad (3.11)$$

Очевидно, що кількість об'єктів, що обслуговуються (так само як і число заявок, що задовольняються, буде змінюватися пропорційно квадратам середніх відстаней переїздів від місць розташування об'єктів між собою, а також центральною базою МСС:

$$\frac{R_C^2}{R_{C1}^2} = \frac{N_y}{N}, \text{ звідки } R_{C1}^2 = \frac{R_C^2 \times N}{N_y} \quad (3.12)$$

3.4 Система обслуговування зі стаціонарними СТО

З погляду теорії масового обслуговування зменшення простоїв машин можливо за рахунок збільшення пропускної спроможності системи ТО, що одночасно веде до її подорожчання та збільшення втрат, обумовлених простоями системи. З іншого боку, зниження пропускної спроможності веде до збільшення збитків від простоїв машин в очікуванні усунення несправностей або проведення обслуговування.

Як критерій сумарних витрат від простою системи СМО та збитків клієнтів при тривалому очікуванні необхідно прийняти мінімум цільової функції:

$$S = C_1 \times M_s \times C_2 \times N_2 \rightarrow \min \quad (3.13)$$

де C_1 - вартість простою машини в очікуванні обслуговування, грн.;

C_2 - вартість простою СТО, грн.;

M_S – середня кількість машин, що очікують обслуговування;

N_2 - середня кількість постів СТО, вільних (простують) від обслуговування.

Визначення числа машин, що очікують обслуговування та числа мобільних СТО, які простоюють в очікуванні заявки на обслуговування, важко. Це пояснюється випадковим характером виходу з ладу машин, а також тривалістю усунення несправностей.

МСС являє собою сукупність постів обслуговування, тому цю систему можна вважати як багатопостову.

Використовуючи математичний апарат систем масового обслуговування, можна розрахувати ймовірні стани системи:

- ✓ Ймовірність того, що обслуговуванням зайняті пости СТО;
- ✓ Всі пости СТО зайняті обслуговуванням і є черга машин, що чекають на обслуговування (середнє число машин);
- ✓ Ні один з постів СТО не зайнятий обслуговуванням (середнє число постів СТО, що простоюють в очікуванні надходження машин).

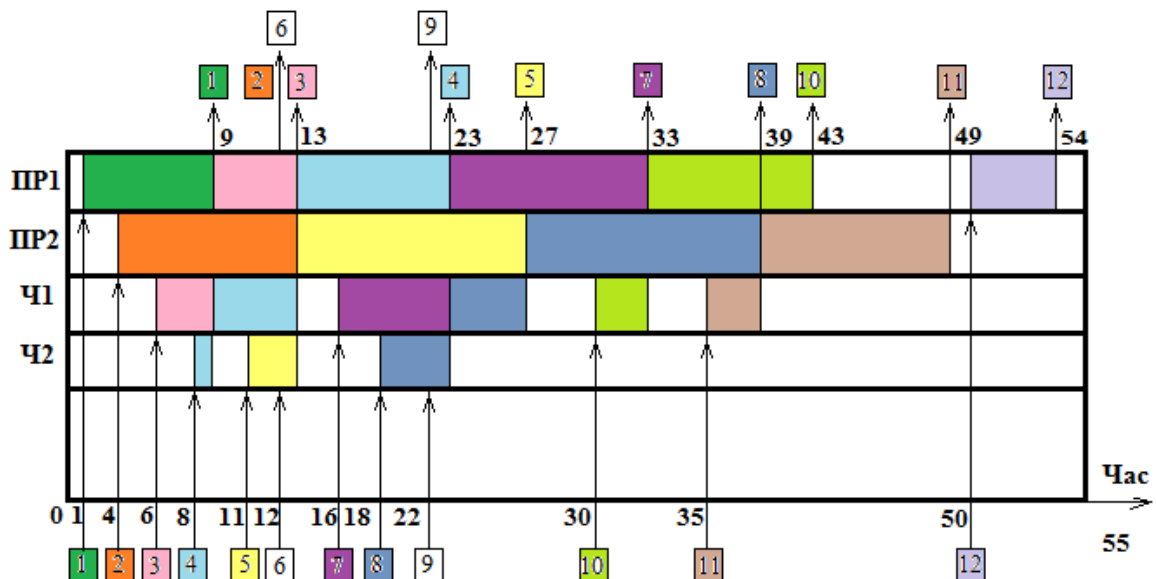


Рисунок 3.4 – Часова діаграма обслуговування на СТО

Інтенсивність надходження вимог (заявок) на усунення несправностей та проведення ТО визначається за формулою:

$$\lambda = \lambda_I \times M \quad (3.14)$$

де λ_I - інтенсивність виникнення вимог обслуговування від однієї машини на годину;

M - кількість обслуговуючих машин.

$$\lambda_I = \frac{1}{t} \quad (3.15)$$

де t - середня тривалість обслуговування автомобіля, год.

Пропускна здатність однієї спеціалізованої ланки мобільного СТО (посту обслуговування) залежить від тривалості обслуговування однієї машини. Якщо на одне обслуговування ланкою витрачається $T_{ОБС}$ годинника, то за одну годину ланка може обслужити:

$$\mu = \frac{1}{T_{ОБС}} \quad (3.16)$$

Ймовірність того, що всі пости обслуговування (мобільної СТО) простоюють, тобто у системі відсутні заявки обслуговування, визначається так:

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{k=0}^n \frac{\varphi^k}{k!} + \frac{\varphi^{n+1}}{n!(n-\varphi)} \right]} \quad (3.17)$$

де n - кількість наявних постів обслуговування у системі;

$\varphi = \frac{\lambda}{\mu}$ - наведена щільність потоку заявок або коефіцієнт завантаження системи.

Ймовірність того, що обслуговуванням зайняті рівно (k) постів ($0 \leq k \leq n$):

$$P_k = \frac{\varphi^k}{k! \times P_0} \quad (3.18)$$

Отже можна записати, що $\varphi = \lambda \times T_{ОБС}$. Параметр φ для однопостової системи обслуговування відповідає часу при якому система зайнята обслуговуванням заявок [20]. Різниця $1 - \varphi$ відповідає часу простоювання системи.

Для багатопостової системи параметр φ дорівнює середній кількості постійно зайнятих обслуговуванням постів, а різниця $(n-\varphi)$ простою постів.

Величина φ не може бути довільною. Встановлений режим існує тільки при $\varphi < n$, в іншому випадку $\varphi \geq n$ система не впорається з обслуговуванням та черга зростатиме необмежено.

Середня довжина черги (кількість заявок, які чекають на обслуговування) визначається так:

$$M_s = \frac{\frac{\varphi^{n+1}}{n! \times n \times \left(1 - \frac{\varphi}{n}\right)^2}}{\sum_{k=0}^n \frac{\varphi^k}{k!} + \frac{\varphi^{n+1}}{n! \times (n - \varphi)}} \quad (3.19)$$

Ймовірність черги:

$$P_{чЕР} = 1 - \sum_{k=0}^n P_k \quad (3.20)$$

де $\sum_{k=0}^n P_k$ - сума ймовірностей того, що зайнято нуль постів (у системі немає заявок на обслуговування), 1, 2, ..., n постів.

Середній час очікування заявок початку обслуговування дорівнює відношенню середньої кількості заявок, що очікують черги до інтенсивності потоку заявок:

$$t_{оч} = \frac{M_s}{\lambda} \quad (3.21)$$

При визначенні втрат від простою постів СТО необхідно врахувати, що зазначені втрати складаються із втрат на утримання технічних засобів та витрат на заробітну плату майстра-наладчика, а також слюсарів - ремонтників. За час простою зароблена плата виплачується у розмірі половини тарифної ставки. Виходячи із положення про сплату заробленої плати робітників зайнятих на роботах з обслуговування та ремонту автомобілів.

Основні параметри системи СМО визначаються за встановленими вище залежностями. Результати розрахунків за марками машин при пропускній здатності 0,476 вимог на год, наведені нижче (табл. 3.3 і табл. 3.4).

Таблиця 3.3 - Основні характеристики потоку вимог на технічне обслуговування зони ТО-1

№	Найменування параметрів зони ТО	Позначення	Одиниці вимірювання	Golf	Passat	Touareg
1	Кількість робочих днів зони ТО в році	D_{pb}	днів	305		
2	Тривалість зміни	$T_{зм}$	год.	8		
3	Кількість постів	$X_{п}$	од.	$1 \dots \infty$	$1 \dots \infty$	$1 \dots \infty$
4	Кількість працівників на СТО зони ТО-1	$P_{п}$	люд	2	4	4
5	Інтенсивність надходження автомобілів на СТО	λ	авт/год	0,6	1,62	1,59
6	Інтенсивність обслуговування автомобілів на СТО	μ	авт/год	0,55 6	0,47 6	0,476
7	Довжина черги	m	од.	$1 \dots 5$	$1 \dots 5$	$1 \dots 5$
8	Щільність потоку заявок	φ	авт/год	1,08	3,4	3,34
9	Трудомісткість ТО-1	$t_{обс}$	люд/год.	1,8	2,1	2,1

Таблиця 3.4 - Основні характеристики потоку вимог на технічне обслуговування зони ТО-2

№	Найменування параметрів зони ТО	Позначення	Одиниці вимірювання	Golf	Passat	Touareg
1	Кількість робочих днів зони ТО в році	D_{pb}	днів	305		
2	Тривалість зміни	$T_{зм}$	год.	8		
3	Кількість постів	$X_{п}$	од.	$1 \dots \infty$	$1 \dots \infty$	$1 \dots \infty$
4	Кількість працівників на СТО зони ТО-2	$P_{п}$	люд	3	6	6
5	Інтенсивність надходження автомобілів на СТО	λ	авт/год	0,3	0,81	0,8
6	Інтенсивність обслуговування автомобілів на СТО	μ	авт/год	0,14 3	0,13 7	0,137
7	Довжина черги	m	од.	$1 \dots 5$	$1 \dots 5$	$1 \dots 5$
8	Щільність потоку заявок	φ	авт/год	2,1	5,91	5,84
9	Трудомісткість ТО-2	$t_{обс}$	люд/год.	7	7,3	7,3

У структурі сумарних втрат для оптимальної кількості мобільних СТО, збитки від простоїв автомобілів перевищує 90%, тоді як втрати від неповного завантаження автомайстерень становлять менше 10%. Це обумовлюється тим, що за такого співвідношенні парку машин та обслуговуючих їх мобільних СТО ймовірність наявності черги машин, що потребують обслуговування або усунення несправностей зростає.

Скоротити час простоїв несправних автомобілів можна лише за рахунок збільшення пропускної спроможності системи СТО.

Знаючи характер рівняння, стає можливим визначити необхідну кількість мобільних СТО шляхом їх вирішення. Аналіз результатів моделювання параметрів аналізованої системи показує, що втрати грошових коштів виконавця та клієнта відрізняються. При оптимальному варіанті втрати від простоїв постів СТО вище, ніж втрати клієнта. Одночасно з цим, зміни зазнає показник кількості незайнятих постів обслуговування (N_z). Інтервал зміни вказаної величини значно вищий, ніж інтервал втрат коштів і коливається від 0,970 до 1,455. Саме з цієї причини цей показник доцільно використовувати як кінцеву умову перевірки ступеня придатності, розрахункового варіанта системи. Параметри системи, що розраховується можна вважати оптимальними, якщо дотримується кінцева умова розрахунку, а саме $1,5 \geq N_z \geq 1$.

Розрахунок кількості стаціонарних СТО та ремонту в роботах різних авторів пропонується визначати різними способами:

- ✓ Відношення трудомісткості робіт з ремонту та усунення несправностей, які виконуються за допомогою даного СТО до його річного фонду часу [20];
- ✓ Діленням всієї площі території (району, області тощо) на площу території зі знайденим середньою оптимальною відстанню перевезень ремонтного фонду [21];

✓ Поділом усієї кількості об'єктів, які потребують обслуговуванні та перебувають на розглянутій території, на знайдену оптимальну програму СТО чи майстерні [20].

Аналіз вищезазначених методик визначення потрібної кількості СТО показує, що найбільш підходящим способом є спосіб №2. При цьому необхідна кількість СТО визначається шляхом поділу всієї площі розглянутої території (району, області тощо) на площу території зі знайденою середньою оптимальною відстанню переїздів автомобілів:

$$N_{\text{СТО}} = \frac{F}{\pi \times (1,5 \times R_{\text{ДХ}})^2} \quad (3.22)$$

де $R_{\text{ДХ}}$ - гранична допустима відстань холостого переїзду, км.

Граничні відстані переїздів автомобілів на прикладі Львівської області, визначені відповідно середньозваженими радіусами віддалення місця роботи машин. Досвід робіт дилерських пунктів в Україні та за кордоном вказує на те, що дилерський СТО є в основному системою масового обслуговування змішаного типу з обмеженням та довжиною черги (через обмежені розміри майданчика для машин, що очікують обслуговування).

З цієї причини визначення необхідної кількості СТО необхідне робити з урахуванням теорії масового обслуговування. Це дозволяє визначити дійсну необхідну кількість постів обслуговування СТО, особливо коли йдеться про нерівномірне розміщення об'єктів обслуговування та його незначній кількості, тобто коли обсяги робіт з ТО не відповідають обсягам виконуваних на СТО типових проєктів [20, 21].

При організації обслуговування машин за умов СТО систему ТО можна уявити у вигляді однопостової системи обслуговування з найпростішими математичними залежностями параметрів, а також у вигляді багатопостової, що є сукупністю декількох постів.

Для однопостової системи середнє число машин, що знаходяться в черзі на обслуговування можна визначити за формулою:

$$M_s = \frac{\varphi^2}{(1-\varphi)} \quad (3.23)$$

Середній час очікування машиною початку обслуговування:

$$t_{очк} = \frac{\varphi}{\mu \times (1-\varphi)} \quad (3.24)$$

Параметр φ відповідає середній кількості машин, що надходять на СТО за той час, доки одна машина зайнята на обслуговуванні. Крім того, значення φ для однопостової системи відповідає ймовірності того, що в момент надходження даної машини на СТО пост буде зайнятий і машина повинна буде стати в чергу на обслуговування. Якщо СТО має n постів обслуговування, то ймовірність того, що на момент надходження чергової заявки на СТО пост буде вільний дорівнює $n - \sum \varphi$

Знаючи кількість незайнятих постів обслуговування, прийняту кількість постів обслуговування та щільність потоку вимог можна визначити обмеженням числа місць у черзі для кожного посту обслуговування - m :

$$m = \left(\frac{\varphi}{n} \right)^{N_z} \quad (3.25)$$

Потрібно враховувати той факт, що значення φ для однопостової системи не може бути більше одиниці. В іншому випадку черга на обслуговування зростатиме необмежено.

Параметр μ багатопостової системи, характеризує пропускну здатність посту обслуговування і є величиною зворотною тривалості часу обслуговування однієї машини.

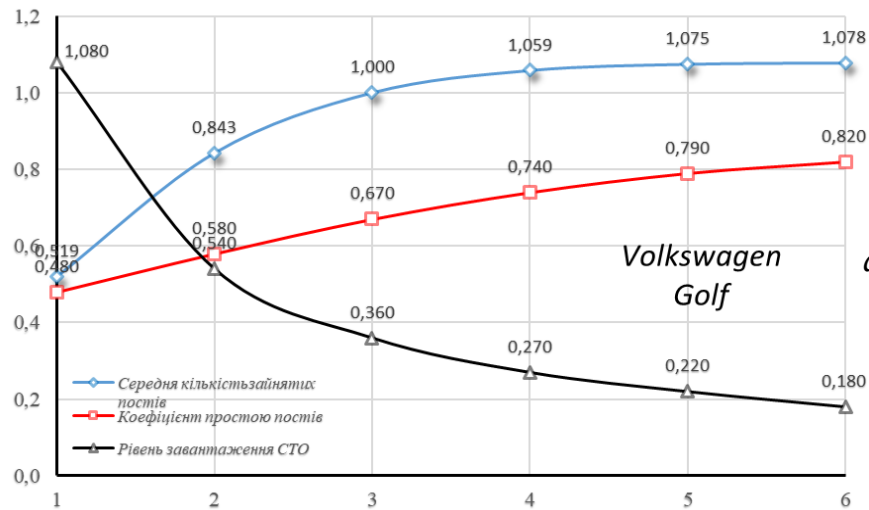
Основним моментом під час проектування системи обслуговування ДП є вибір оптимальної кількості СТО та пересувних засобів ТО. Розташування обраної кількості СТО має бути таким, щоб забезпечувалася максимальна швидкодія системи з найменшими витратами на реконструкцію чи будівництво об'єктів.

Моделювання системи «машини – стаціонарні СТО» вироблялося таким чином, що одночасно зі збільшенням числа стаціонарних СТО збільшувалося і число постів їх обслуговування, тим самим ділився обсяг робіт між ними. Характер кривих свідчить про те, що зі збільшенням кількості постів на СТО у системі відбувається спочатку різке зниження збитків через простої машин, а потім плавне збільшення. Одночасно відбувається зростання втрат СТО від їх простою, що зумовлюється збільшенням їх загальної кількості при одночасному поділі загального обсягу робіт між ними. При спеціалізації системи ТО та ПР автомобілів марки Volkswagen, оптимальне число СТО в системі можна прийняти 2 при кількості постів обслуговування - 3 та 3 (рис. 3.5 – 3.10).

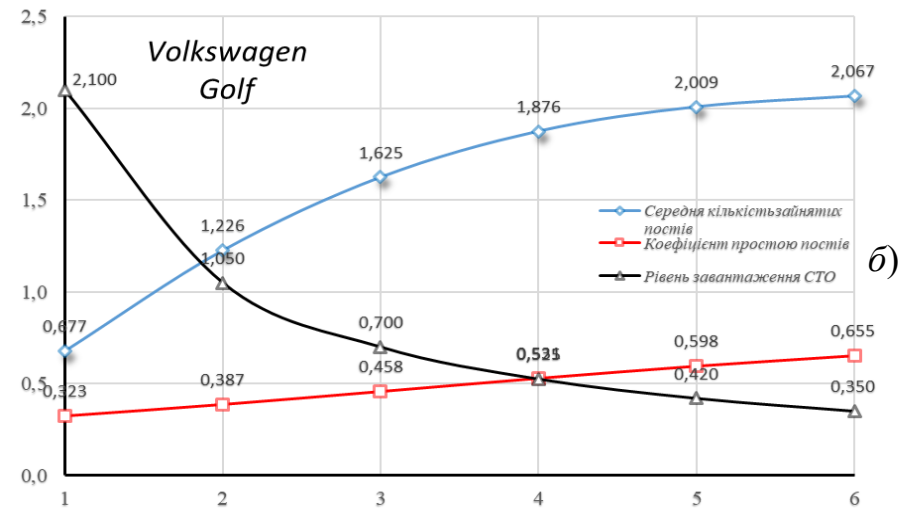
Зі збільшенням кількості машин, що обслуговуються та концентрації постів обслуговування на одному СТО призводить до зростання часу очікування обслуговування, кількості машин у черзі а отже і втрат від простою автомобілів.

Використання положень теорії масового обслуговування дозволяє знайти оптимальну кількість елементів у структурі системи. Особливо важливим є пошук оптимальної кількості постів обслуговування при вже заданій кількості СТО. Оскільки будівництво нового СТО супроводжується значними грошовими витратами, порівняно з модернізацією вже існуючих об'єктів [20, 21].

Аналіз параметрів системи для варіантів, прийнятих як оптимальних показує, що кожному з них відповідає певне значення середньої кількості незайнятих постів обслуговування. Причому ці значення варіюють при округленні в інтервалі від 0,7 до 1. Отже, при моделюванні системи за оптимальний можна приймати той варіант, який відповідає умові $1 \geq N_z \geq 0,7$, але при цьому значення ймовірності наявності черги має бути позитивним числом, а значення часу очікування має відповідати мінімальному з безлічі розрахункових $t_{чЕР} \rightarrow \min$.

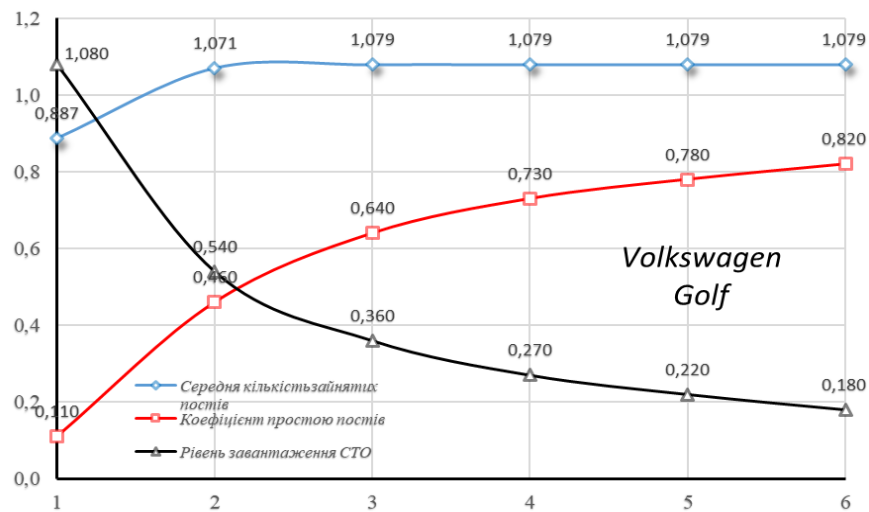


а)

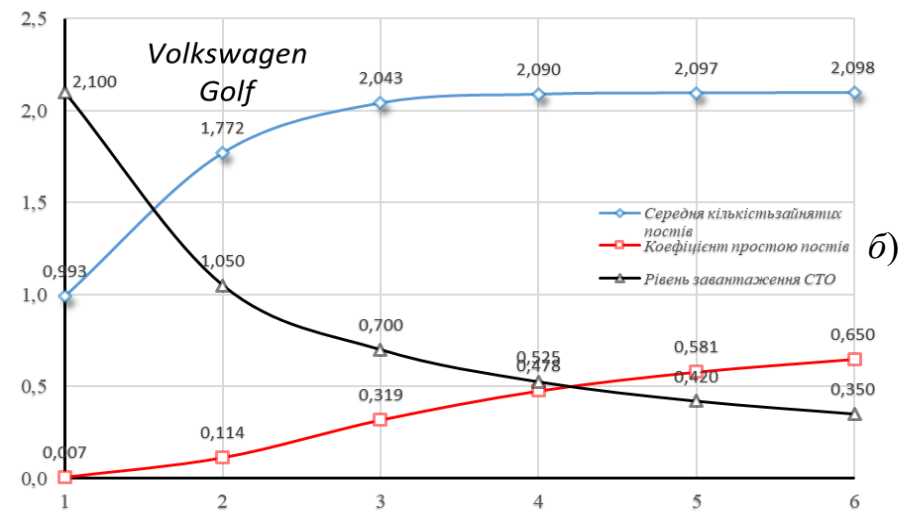


б)

Рисунок 3.5 - Динаміка параметрів процесу моделювання СТО TO автомобілів *Volkswagen Golf* при величині черги $m=0$ (а) TO-1 (б) TO-2



а)



б)

Рисунок 3.6 - Динаміка параметрів процесу моделювання СТО TO автомобілів *Volkswagen Golf* при величині черги $m=5$ (а) TO-1 (б) TO-2

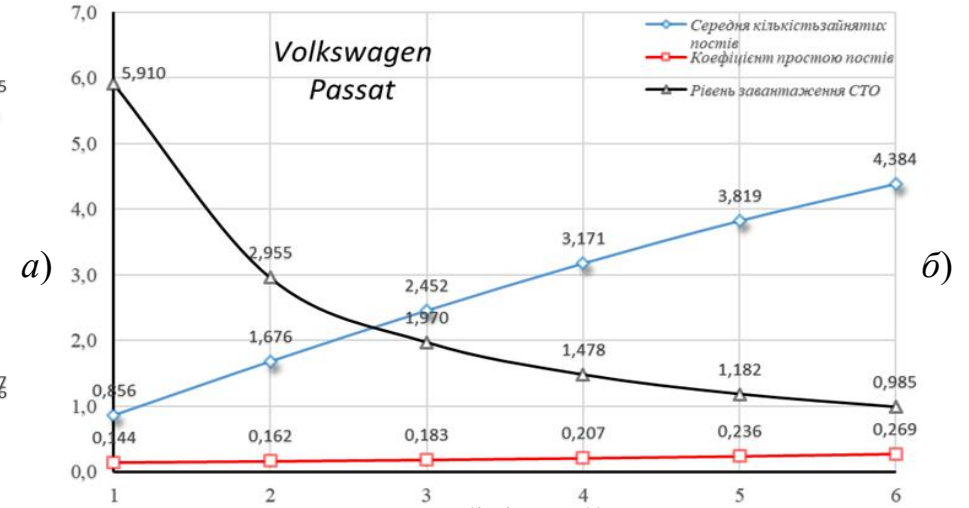
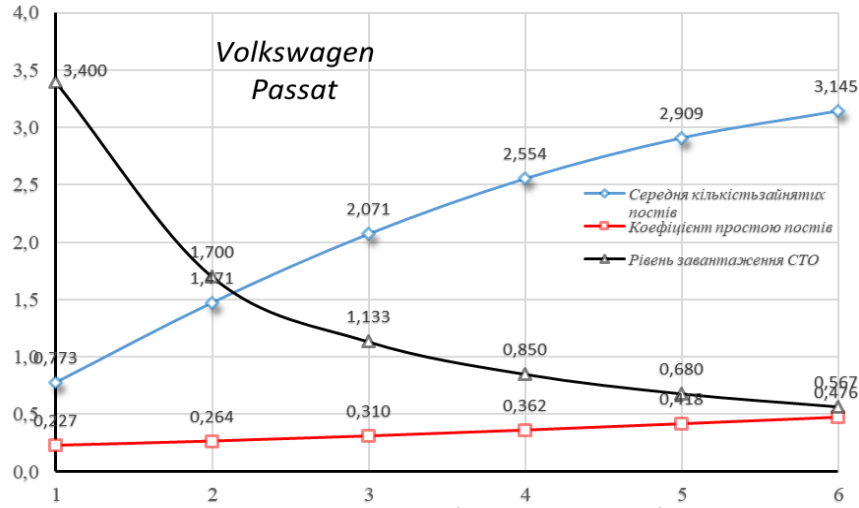


Рисунок 3.7 - Динаміка параметрів процесу моделювання СТО ТО автомобілів *Volkswagen Passat* при величині черги $m=0$ (а) *ТО-1* (б) *ТО-2*

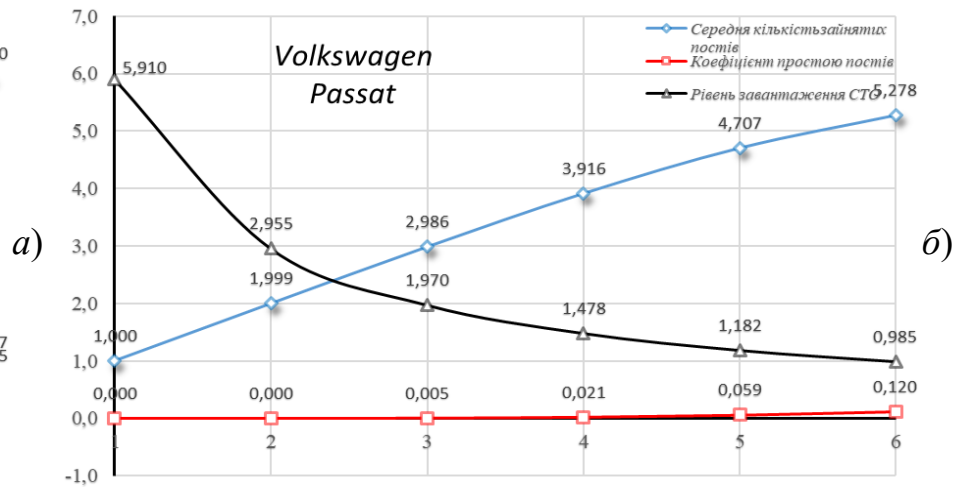
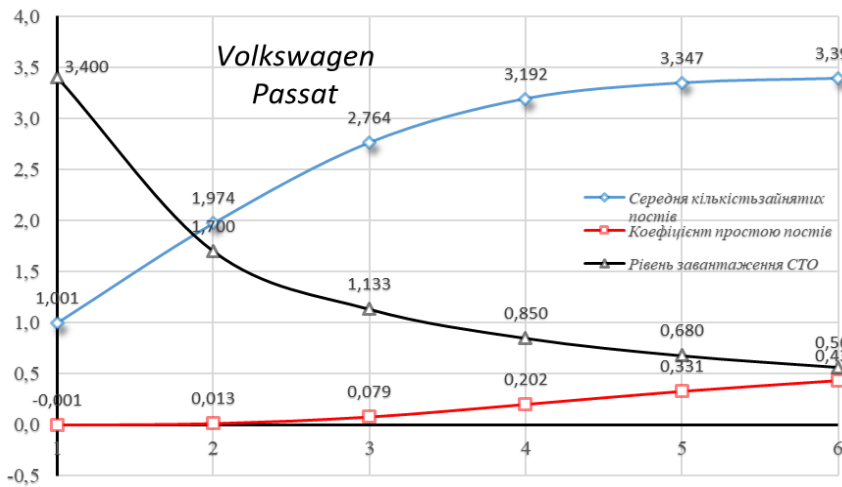
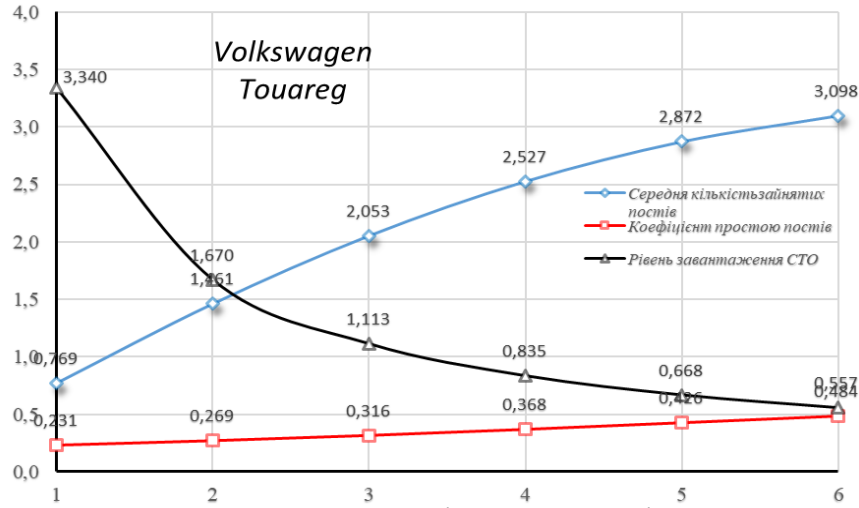
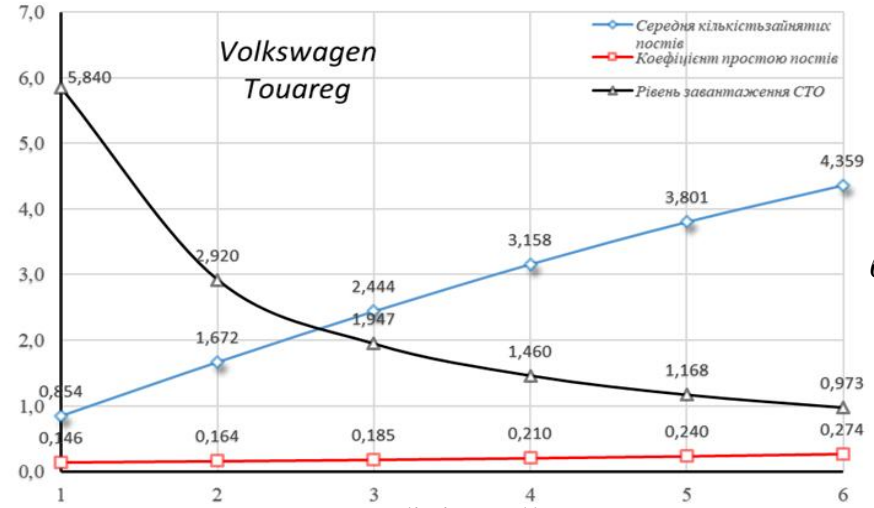


Рисунок 3.8 - Динаміка параметрів процесу моделювання СТО ТО автомобілів *Volkswagen Passat* при величині черги $m=5$ (а) *ТО-1* (б) *ТО-2*

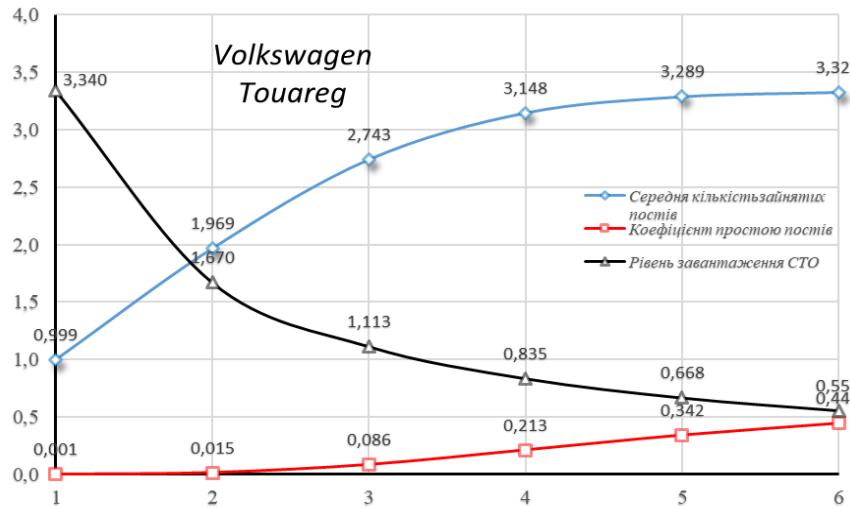


а)

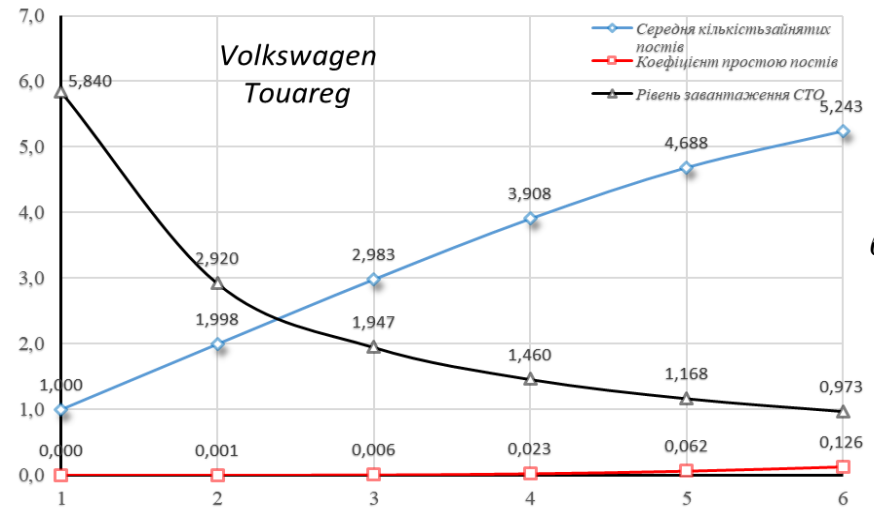


б)

Рисунок 3.9 - Динаміка параметрів процесу моделювання СТО ТО автомобілів *Volkswagen Touareg* при величині черги $m=0$ (а) *ТО-1* (б) *ТО-2*



а)



б)

Рисунок 3.10 - Динаміка параметрів процесу моделювання СТО ТО автомобілів *Volkswagen Touareg* при величині черги $m=5$ (а) *ТО-1* (б) *ТО-2*

Висновки до розділу 3

У межах Розділу 3 було проведено моделювання системи сервісного обслуговування дилерського підприємства Volkswagen з урахуванням сезонних коливань ринкової кон'юнктури, просторової структури зони обслуговування та можливостей комбінування стаціонарних і мобільних засобів технічного сервісу. На основі виконаного аналізу можна зробити такі узагальнені висновки.

1. Попит на технічне обслуговування та ремонти автомобілів Volkswagen має виражений стохастичний та сезонний характер. Пікові навантаження припадають на періоди сезонної підготовки автомобілів та інтенсивної експлуатації. Графіки (рис. 3.1–3.3) демонструють наявність локальних максимумів, що в окремі місяці значно перевищують середньомісячні значення.

2. Нерівномірність розподілу попиту вимагає від дилера застосування адаптивних механізмів управління сервісною інфраструктурою. До таких механізмів належать: гнучке планування ресурсів, коригування завантаження постів, застосування мобільних сервісних служб, оптимізація кількості персоналу у пікові періоди.

3. Зона обслуговування дилерського центру умовно поділяється на два типи територій: центральну (зона № 1) та периферійну (зона № 2). У першій зоні попит є стабільно високим і формується за рахунок близькості клієнтів до сервісу, тоді як у другій зоні попит залежить від транспортних витрат та часу простою автомобілів. Це визначає доцільність застосування мобільної сервісної служби (МСС), яка здатна скорочувати непродуктивні втрати клієнтів, підвищуючи доступність сервісу.

4. Запровадження МСС є ефективним інструментом компенсації пікових навантажень. Застосування математичного апарату систем масового обслуговування показало, що мобільний сервіс може суттєво зменшити середній час очікування, довжину черги та збитки клієнтів від простою транспортних засобів. МСС має найбільший ефект у зоні № 2, де відстань до стаціонарного сервісного центру є суттєвою.

5. Ефективність функціонування системи залежить від оптимального співвідношення кількості постів стаціонарного СТО та мобільних пунктів обслуговування.

Оптимальна конфігурація досягається тоді, коли середня кількість незайнятих постів знаходиться у межах ($0,7 \leq N_z \leq 1,5$), а імовірність утворення черги є малою, але ненульовою. Такий стан забезпечує найкращий баланс між витратами дилера та втратами клієнтів.

6. Моделювання підтвердило, що збільшення кількості стаціонарних постів є виправданим лише до певного рівня, після якого темпи зменшення черги й часу очікування уповільнюються, тоді як витрати на утримання інфраструктури зростають пропорційно. Це визначає необхідність пошуку компромісних рішень між інвестиціями в стаціонарні та мобільні форми обслуговування.

7. Використання кількох стаціонарних СТО із правильно розподіленими зонами впливу є найкращим рішенням для великих територій з нерівномірним розташуванням клієнтів. Оптимізаційні розрахунки показують, що комбінована система (2 стаціонарні СТО + МСС) здатна забезпечити найменші сумарні витрати за умови коливань попиту.

8. Удосконалення моделі сервісного обслуговування дилера Volkswagen сприяє підвищенню загальної ефективності підприємства, зокрема: скороченню непродуктивних простоїв автомобілів; зменшенню невдоволення клієнтів та підвищенню рівня CSI; оптимізації завантаження персоналу; підвищенню економічної результативності роботи сервісного підрозділу.

Результати моделювання доводять, що найбільш ефективною є гібридна система сервісного обслуговування, яка поєднує стаціонарну інфраструктуру з мобільними сервісними засобами. Такий підхід дозволяє гнучко реагувати на сезонні коливання попиту, підвищувати рентабельність сервісних операцій та забезпечувати високий рівень сервісу, відповідний стандартам Volkswagen.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Загальні положення

Загально відомо що безпека – це стан об’єкту захисту, при якому дія на нього всіх потоків речовини, енергії та інформації не перевищує максимально допустимих значень. Можна сказати, що безпека - стан дійсності, при якому з певною вірогідністю виключений прояв небезпеки, тобто стан захищеності окремих осіб, суспільства і природного середовища від надмірної небезпеки.

Як одиниці виміру безпеки можна використовувати показники, що характеризують стан техносфери, здоров’я людини та стан довкілля. Відповідно, метою процесу забезпечення безпеки є досягнення максимально сприятливих показників виробничого середовища, здоров’я людини та високої якості довкілля.

Взаємодія людини із середовищем може бути позитивною або негативною і характер взаємодії визначають потоки речовин, енергій і інформації. В умовах техносфери негативні дії обумовлені елементами техносфери та діями людини. Змінюючи величину будь-якого потоку маси, енергії, інформації, дій людини від мінімально вагомий до максимально можливою, можна пройти ряд характерних станів взаємодії в системах чоловік-машина та чоловік – місце існування:

- комфортне, коли потоки відповідають оптимальним умовам взаємодії;
- припустиме, коли потоки, впливаючи на людину і місце існування, не роблять негативного впливу на здоров’ї, але приводять до дискомфорту, знижуючи ефективність діяльності людини;
- небезпечне, коли потоки перевищують допустимі рівні та надають негативну дію на здоров’ї людини, викликаючи при тривалій дії захворювання, і (або) приводять до деградації природного середовища;
- надзвичайно небезпечне, коли потоки високих рівнів за короткий період часу можуть завдати травми, привести людину до летального результату, викликати руйнування в природному середовищі.

Останні дві взаємодії заведено вважати джерелом небезпечних подій. Як вже зазначалось небезпечна подія може мати як сприятливі, так і небажані наслідки. Небезпечні події з несприятливими наслідками мають свої історичні назви, а саме: аварія, стихійне лихо, катастрофа визначення кожної загально відоме і зупинятись на цьому не має сенсу.

4.2 Логікоімітаційне моделювання

Моделювання і прогнозування небезпечних подій та явищ на практиці проходить три стадії:

1. Визначають матеріальні носії небезпек, тобто небезпечні та шкідливі чинники та умови, за яких вони можуть призвести до небажаних наслідків.
2. Визначається головна небезпечна подія і послідовність інших небезпечних подій та умов, які їй передують. На цій стадії будується логічна схема розвитку небезпеки у вигляді дерева небезпечних подій та причин (рис. 4.1).
3. Аналізують можливі небажані наслідки та визначають можливі шляхи зменшення їхнього негативного впливу.

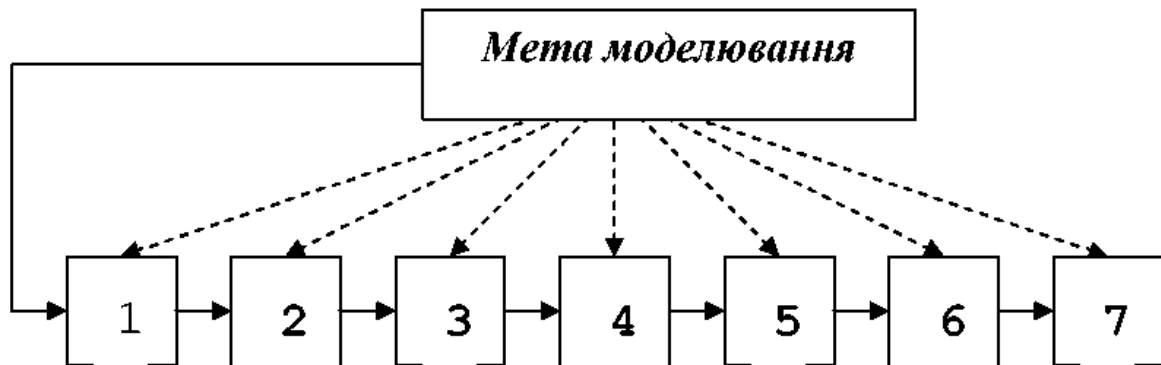


Рисунок 4.1 – Технологічна схема імітаційного моделювання:

1 – реальна система; 2 – побудова логіко–математичної моделі; 3 – розробка моделюючого алгоритму; 4 – побудова імітаційної моделі; 5 – планування і проведення імітаційних експериментів; 6 – обробка та аналіз результатів; 7 – ухвалення рішень.

Вивчаючи наслідки самої небезпечної події або характер виробничої травми, при розслідуванні дуже легко відшукати необхідну ситуацію та її розвиток, починаючи з базових подій. У даному випадку базові події та будуть причинами розслідуваної аварії чи травми. Шляхом логічного аналізу необхідно знайти лише ту пріоритетну подію, з якої почався процес формування аварії чи нещасного випадку. Навіть коли таких базових подій більше, ніж одна, досвід показує, що такі пріоритетні події легко знайти. Це і буде саме причиною пригоди, що сталася. Ймовірність виникнення виробничої травми, аварії, катастрофи вважається єдиним об'єктивним критерієм оцінки рівня безпеки.

4.3 Метод експертного оцінювання операцій ТО автомобілів

При проведенні технічних обслуговувань оглядів і контрольних операцій автомобілів регламент робіт давно відомий, тому можливе деяке спрощення методики імітаційного моделювання небезпечних ситуацій. Маючи на руках регламент проведення тих або інших робіт його не важко розширити до покрокових дій фахівця. Наприклад, операція ЩТО – контроль рівня масла в двигуні пооператорно виглядатиме так:

- 1 – підійти до автомобіля з правого боку;
- 2 – повернути фіксатори відкриття - закриття верхнього облицювання двигуна;
- 3 – відкрити верхнє облицювання двигуна;
- 4 – зафіксувати облицювання;
- 5 – узяти дрантя,
- 6 – витягнути масляний щуп;
- 7 – протерти масляний щуп дрантям;
- 8 – повернути щуп на місце;
- 9 – витягнути масляний щуп;
- 10 – візуально переконатися, що рівень масла не вийшов за рамки контрольних міток;
- 11 – повернути щуп на місце;

- 12 – прибрати фіксатор облицювання;
- 13 – закрити верхнє облицювання двигуна;
- 14 – повернути фіксатори відкриття – закриття верхнього облицювання двигуна.

Кожна з перерахованих дій з тією або іншою вірогідністю може привести до травми. Наше завдання оцінити цю вірогідність. Для цього існує ряд способів, найкращим з яких є, на мій погляд, метод експертного оцінювання. Цей метод добре описаний в літературі [22] і детальнішого пояснення не потребує. Очевидно, що найбільш небезпечними операціями є 3, 4, 12, 13, вірогідність отримати травму при інших операціях мінімальна. Отже, ми маємо головну подію – одну з операцій ЩТО і травмо небезпечні дії - 3, 4, 12, 13. Проте при кожній перевірці рівня (моторного) олива чоловік не отримує травму, тобто треба визначити небезпечні умови при яких вказані вище операції безперечно приведуть до травми.

Небезпечні умови можна поділити на групи:

- що характеризують стан та рівень безпеки виробничого обладнання та певного робочого місця, конструктивні недоліки;
- що змушують робочого робити помилки;
- що створюють можливість потрапляння робочого у небезпечну зону;
- що призводять до виникнення інших небезпечних умов;
- що безпосередньо призводять до травмонебезпечних ситуацій.

У нашому випадку небезпечними умовами будуть:

- поломка фіксатора облицювання;
- не правильна фіксація облицювання;
- неуважність фахівця з ТО;
- фізичний стан фахівця з ТО.

Вірогідним результатом в нашому прикладі буде травма – удар (затискання) облицюванням. Логіко – імітаційна модель операції те виглядатиме так (рис. 4.2):

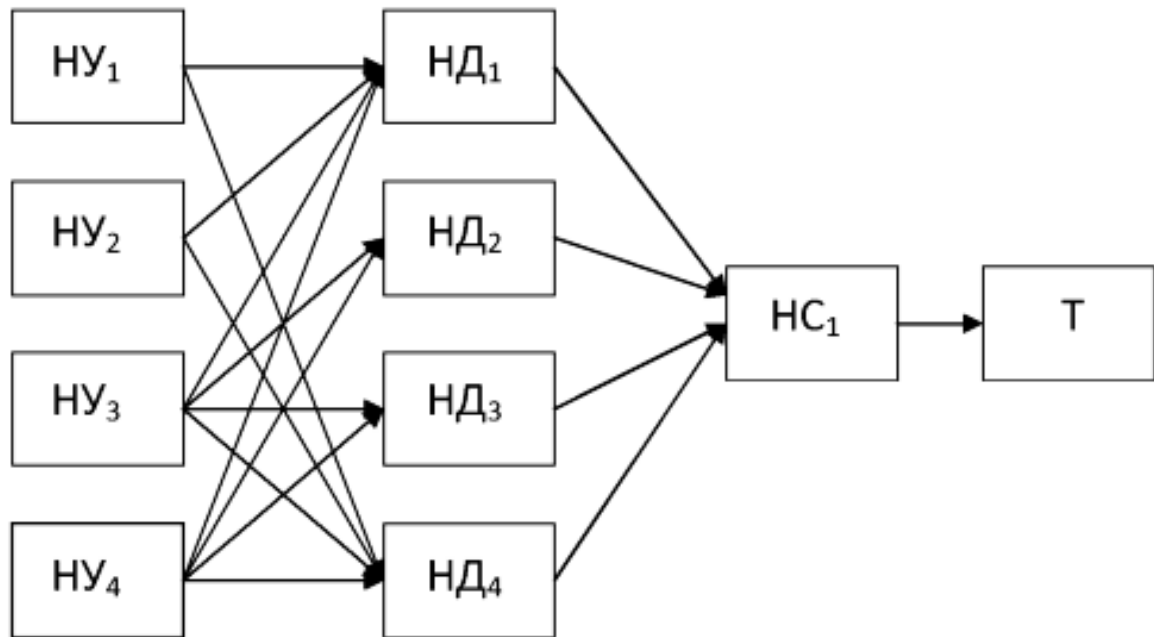


Рисунок 4.2 – Логіко – імітаційна модель операції ЩТО «перевірка масла в двигуні автомобіля»

Таблиця 4.1 – Логіко–імітаційна модель операції ЩТО «перевірка масла в двигуні автомобіля»

Технологічна операція	Виробнича небезпека			Можливі наслідки
	НУ	НД	НС	
Перевірка рівня масла в двигуні	НУ ₁ - поломка фіксатора облицювання	НД ₁ - відкриття облицювання	НС ₁ - падіння облицювання	Травма (Т) – удар (затискання) облицюванням
	НУ ₂ - не правильна фіксація облицювання	НД ₂ - закриття облицювання		
	НУ ₃ - неуважність фахівця з ТО	НД ₃ - прибирання фіксатора		
	НУ ₄ - фізичний стан фахівця з ТО	НД ₄ - фіксування облицювання		

На прикладі ми розібрали побудову логіко – імітаційної моделі операції ЩТО «перевірка рівня масла в двигуні автомобіля», але на мій погляд цей метод не є досить повним і можна використовуючи ті ж операції добитися кращого результату і набагато швидше.

4.4 Методом експертного ранжирування операцій ТО автомобіля

Візьмемо ту ж операцію ТО і методом експертного ранжирування визначимо які травми може отримати фахівець при проведенні даної операції, тобто відразу визначимо можливий результат – травму. Природно, що травма – «удар (затискання) обличчюванням» має найбільшу ймовірність, проте проаналізувавши всі можливі травми [22] бачимо, що достатню нашої уваги вірогідність має інша травмонебезпечна подія – наїзд на фахівця, що підтверджується не лише здоровим глуздом, але і статистикою травм пунктів і пунктів технічного обслуговування.

Знаючи базові події, легко підібрати небезпечні умови та небезпечні дії в рамках операції ЩТО «перевірка рівня масла в двигуні автомобіля». Логіко-імітаційна модель процесу виглядатиме таким чином (рис. 4.3).

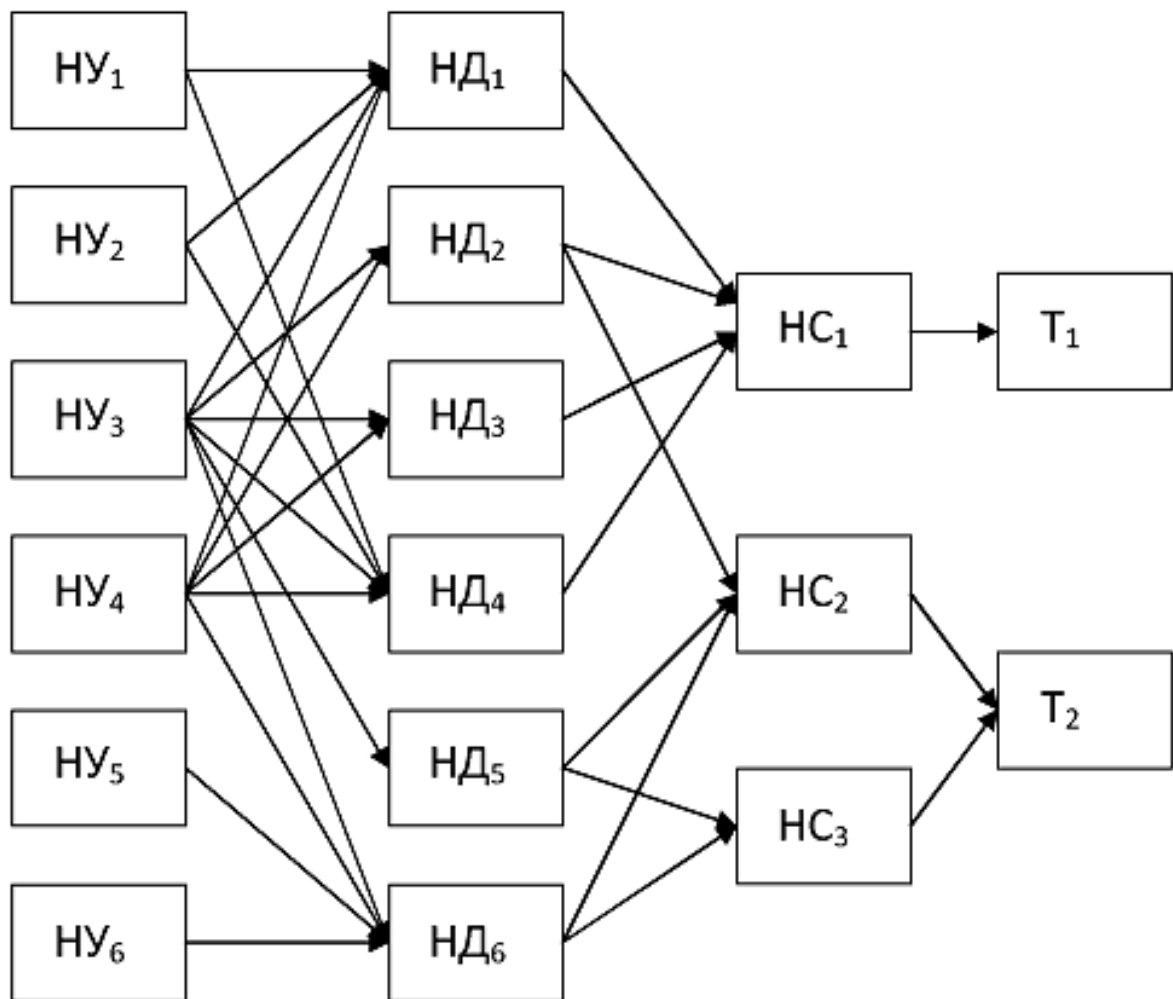


Рисунок 4.3 – Скоригована логіко-імітаційна модель операції ЩТО «перевірка масла в двигуні автомобіля»

Таблиця 4.2 – Скоригована логіко-імітаційна модель операції ЩТО «перевірка масла в двигуні автомобіля»

Технологічна операція	Виробнича небезпека			Можливі наслідки
	НУ	НД	НС	
Перевірка рівня масла в двигуні	НУ ₁ - поломка фіксатора обличювання	НД ₁ - відкриття обличювання	НС ₁ - падіння обличювання	Травма (Т ₁) удар (затискання) обличюванням
	НУ ₂ - не правильна фіксація обличювання	НД ₂ - закриття обличювання		
	НУ ₃ - неуважність фахівця з ТО	НД ₃ - прибирання фіксатора обличювання		
	НУ ₄ - фізичний стан фахівця з ТО	НД ₄ - фіксування обличювання		
	НУ ₅ - встановлення автомобіля під ухил	НД ₅ - знаходження фахівця за напрямком руху автомобіля	НС ₂ - неумисний рух автомобіля	Травма (Т ₂) наїзд на фахівця
	НУ ₆ - несправне стояночне гальмо	НД ₆ - поштовх автомобіля під час виконання операції	НС ₃ - відмова стояночного гальма	

Проте побудовою однієї моделі травми не попередити. Необхідні рекомендації, виходячи з розроблених моделей, можуть виглядати таким чином:

- не допускати до роботи співробітників в ненормальному фізичному стані (хвороба, сліди приймання алкоголю або медичних препаратів);
- зафіксувати автомобіль колодками або стояночним гальмом, заздалегідь перевіривши його справність;
- під час виконання робіт не знаходитися на шляху можливого руху автомобіля;
- переконатися в справності фіксатора обличювання двигуна.

Висновки до розділу 4

Виконано комплексне дослідження питань охорони праці та захисту навколишнього середовища в умовах функціонування сервісного центру з технічного обслуговування автомобілів Volkswagen. Аналіз охопив нормативно-теоретичні положення безпеки, моделювання небезпечних ситуацій, експертне оцінювання ризиків та формування рекомендацій щодо зниження виробничо-

технічних небезпек. На основі проведеного дослідження отримано такі узагальнені висновки.

1. Безпека виробничих процесів СТО є системною характеристикою, що визначається взаємодією потоків речовини, енергії та інформації між людиною, технікою та навколишнім середовищем. Порухення допустимих рівнів впливу цих потоків формує небезпечні та надзвичайно небезпечні стани, які несуть потенційну загрозу працівникам і довкіллю.

2. Умови праці на СТО належать до категорії підвищеної небезпеки, оскільки включають роботу з рухомими механізмами, автомобільними агрегатами, електрообладнанням, мастильними матеріалами й хімічними речовинами. Значна частина ризиків формуються на етапі безпосередньої взаємодії працівника з автомобілем під час виконання регламентних операцій технічного обслуговування.

3. Метод логіко-імітаційного моделювання забезпечив можливість наочного представлення розвитку небезпечних ситуацій, визначення пріоритетних базових подій та причинно-наслідкових зв'язків між технічними, організаційними та людськими факторами. Це дозволило оцінити ймовірності виникнення аварійних подій і встановити критичні ділянки технологічного процесу.

4. Детальне поопераційне дослідження операції ЩТО «перевірка рівня масла» показало, що навіть елементарні регламентні дії містять низку небезпечних умов, пов'язаних із відкриванням і фіксацією облицювання двигуна, можливістю неконтрольованого руху автомобіля, помилками працівника. Логіко-імітаційні моделі (рис. 4.2–4.3) продемонстрували різні сценарії розвитку травмонебезпечних подій.

5. Метод експертного ранжирування дозволив встановити найбільш імовірні види травм, а також визначити небезпечні умови з найбільшою статистичною та логічною значущістю. Виявлено, що крім типового ризику «удар (затискання) облицюванням», вагому ймовірність становлять наїзди

автомобіля, викликані несправністю стояночного гальма або неправильним розташуванням машини на робочому місці.

6. Сформовані рекомендації доводять необхідність поєднання організаційних, технічних та поведінкових заходів безпеки, зокрема:

- суворий контроль фізичного стану працівників перед виконанням операцій;
- обов'язкове використання пристроїв фіксації автомобіля (стояночне гальмо, підкладки, фіксатори);
- регулярна перевірка справності елементів облицювання;
- недопущення працівника в зону можливого руху автомобіля;
- правильне виконання процедури відкривання/закривання облицювання.

7. Захист навколишнього середовища є невід'ємною складовою системи безпеки СТО, оскільки недбале поводження з мастильними матеріалами, відходами ТО, фільтрами та реагентами може призвести до локального забруднення ґрунтів і водних ресурсів. Тому на сервісних підприємствах Volkswagen повинні застосовуватися екологічні стандарти збору, утилізації та зберігання відходів відповідно до вимог законодавства та корпоративних норм.

5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ VOLKSWAGEN

5.1 Вихідні дані та економічна характеристика сервісного центру

Об'єктом економічного аналізу є фірмовий сервісний центр Volkswagen, що виконує регламентні роботи ТО-1 та ТО-2 для моделей Volkswagen Golf, Passat, Touareg.

Вартість регламентних робіт (без урахування додаткових послуг) приймається за вихідними даними:

Таблиця 5.1 – Вартість регламентних робіт технічного обслуговування

Модель	Вид ТО	Вартість, грн
Volkswagen Golf	ТО-1	20450
	ТО-2	24049
Volkswagen Passat	ТО-1	20875
	ТО-2	28115
Volkswagen Touareg	ТО-1	21086
	ТО-2	39651

Для економічних розрахунків прийемо умовний річний обсяг робіт по регламентному ТО (одиниць ТО на рік):

- Golf: 200 ТО-1 і 160 ТО-2;
- Passat: 150 ТО-1 і 120 ТО-2;
- Touareg: 80 ТО-1 і 60 ТО-2.

Такі обсяги відповідають роботі середнього дилерського сервісу у великому місті.

5.2. Структура послуг та річна виручка від реалізації ТО

Річна виручка від реалізації послуг ТО визначається за формулою:

$$B = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^k C_{ij} \cdot N_{ij} , \quad (5.1)$$

де C_{ij} – вартість j -го виду ТО для i -ї моделі, грн;

N_{ij} – кількість відповідних ТО за рік, од.;

m – кількість моделей;

k – кількість видів ТО.

Проведемо розрахунок (округлюємо до гривні).

Таблиця 5.2 – Річна виручка сервісного центру від регламентних ТО

Модель	Вид ТО	Кількість, од.	Ціна, грн	Виручка, грн
Golf	ТО-1	200	20450	4090000
	ТО-2	160	24049	3847840
Passat	ТО-1	150	20875	3131250
	ТО-2	120	28115	3373800
Touareg	ТО-1	80	21086	1686880
	ТО-2	60	39651	2379060
Разом	—	—	—	18508830

Отже, річна виручка сервісного центру тільки від виконання регламентних ТО для трьох моделей становить:

$$B_{річ} = 18508830 \text{ грн.}$$

Фактична виручка сервісу буде більшою, оскільки включатиме позапланові ремонти, додаткові послуги, встановлення аксесуарів тощо, але для цілей розрахунку беремо лише регламентне ТО.

5.3. Розрахунок собівартості послуг технічного обслуговування

Собівартість послуг ТО включає такі статті:

- матеріали і запчастини;
- заробітна плата виробничого персоналу;
- нарахування на заробітну плату;
- амортизація обладнання;
- витрати на енергоносії;
- адміністративні та загальновиробничі витрати.

Для спрощеного економічного розрахунку приймемо типову структуру витрат сервісного центру (у % від виручки):

- матеріали і запчастини – 45 %;
- основна заробітна плата – 20 %;
- нарахування на заробітну плату – 7 %;
- амортизація та утримання обладнання – 5 %;

- енергоносії – 3 %;
- інші та адміністративні витрати – 5 %.

Сумарна змінна собівартість становить:

$$C_{змін} = 0,85 \times B_{річ}. \quad (5.2)$$

$$C_{змін} = 0,85 \times 18508830 = 15682505,5 \text{ грн.}$$

Окрім змінних витрат, сервісний центр несе постійні витрати: оренда, управлінський персонал, охорона, ІТ-підтримка тощо. Нехай їхній річний обсяг становить:

$$C_{пост} = 2000000 \text{ грн.}$$

Тоді повна річна собівартість:

$$C_{нов} = C_{змін} + C_{пост}. \quad (5.3)$$

$$C_{нов} = 15682506 + 2000000 = 17682506 \text{ грн.}$$

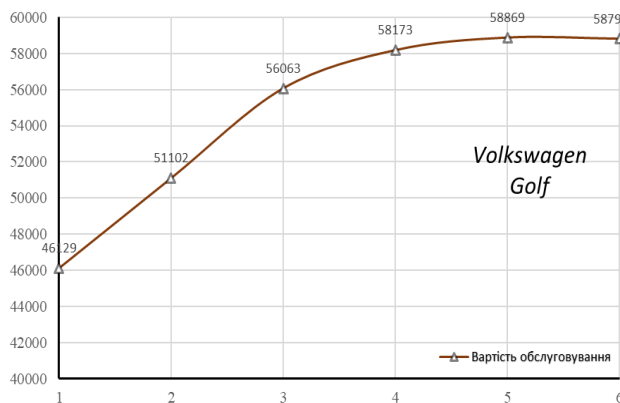


Рисунок 5.1 – Собівартість технічного обслуговування TO-1 автомобілів *Golf*

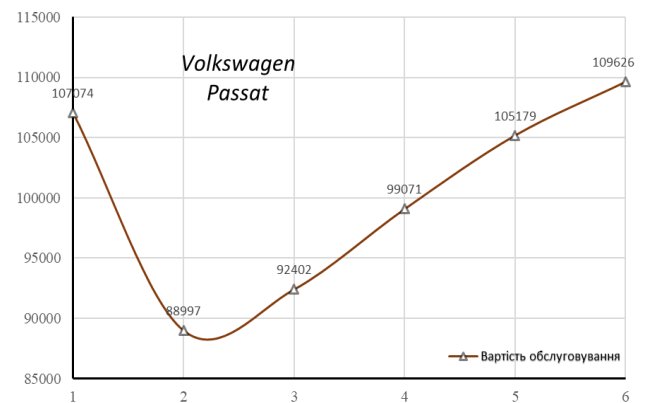


Рисунок 5.2 – Собівартість технічного обслуговування TO-1 автомобілів *Passat*

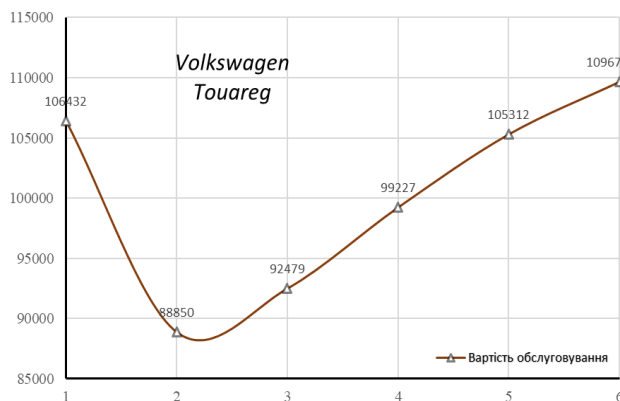


Рисунок 5.3 – Собівартість технічного обслуговування TO-1 автомобілів *Touareg*

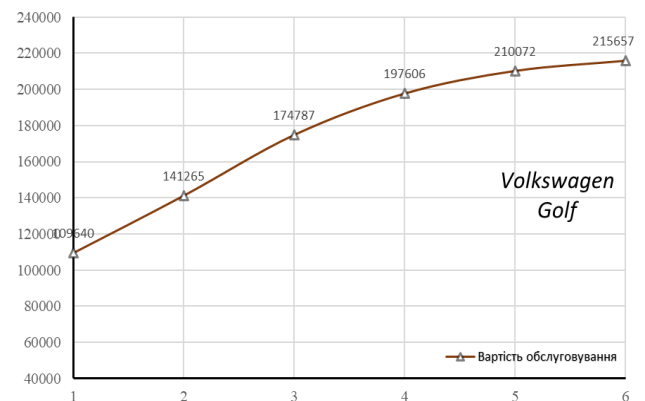


Рисунок 5.4 – Собівартість технічного обслуговування TO-2 автомобілів *Golf*

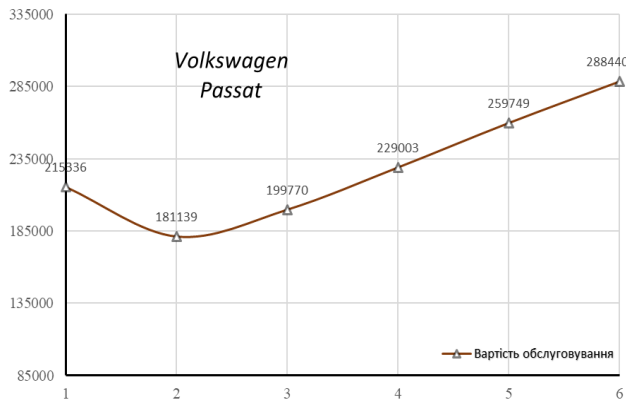


Рисунок 5.5 – Собівартість технічного обслуговування ТО-2 автомобілів *Passat*

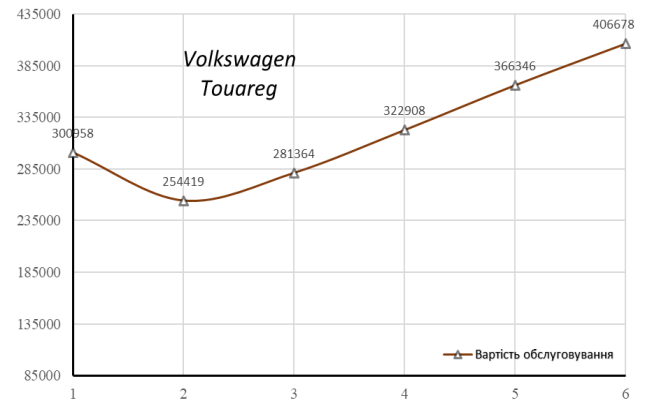


Рисунок 5.6 – Собівартість технічного обслуговування ТО-2 автомобілів *Touareg*

5.4. Прибуток та показники рентабельності сервісного центру

Річний прибуток від реалізації послуг ТО визначимо як різницю між виручкою та повною собівартістю:

$$\Pi = B_{річ} - C_{пов}. \quad (5.4)$$

$$\Pi = 18508830 - 17682506 = 826324 \text{ грн.}$$

Однак, щоб продемонструвати ефект від оптимізації організаційної структури, доцільно розділити витрати на змінні і постійні. Нехай частка змінних витрат складає 70 % виручки, а постійні витрати – 2 000 000 грн.

Тоді:

$$C'_{змін} = 0,7 \times B_{річ}. \quad (5.5)$$

$$C'_{змін} = 0,7 \times 18508830 = 12956181 \text{ грн.}$$

$$\Pi_{баз} = B_{річ} - C'_{змін} = - C_{пост.} \quad (5.6)$$

$$\Pi_{баз} = 18508830 - 12956181 - 2000000 = 3552649 \text{ грн.}$$

Рентабельність послуг:

$$R_{прод} = \frac{\Pi_{баз}}{B_{річ}} \times 100\%. \quad (5.7)$$

$$R_{прод} = \frac{3552649}{18508830} \times 100\% \approx 19,2\%.$$

Рентабельність витрат:

$$R_{вит} = \frac{\Pi_{баз}}{C_{пов}} \times 100\%. \quad (5.8)$$

$$R_{\text{вир}} = \frac{3552649}{(12956181 + 20000000)} \times 100\% \approx 24,1\%.$$

Отже, поточний рівень прибутковості сервісного центру є достатньо високим, але має значний потенціал для зростання за рахунок підвищення ефективності організації роботи.

5.5. Економічне обґрунтування заходів з удосконалення організаційної структури

У попередньому розділі було обґрунтовано комплекс організаційних заходів:

- оптимізація процесної схеми *Service Core Process*;
- впровадження/оновлення *Dealer Management System* (DMS) для планування завантаження постів;
- удосконалення інформаційних зв'язків між підрозділами (приймання – діагностика – ремонт – склад – контроль якості – клієнтський сервіс);
- скорочення простоїв та зниження частки повторних звернень.

У результаті реалізації цих заходів очікується:

- зростання пропускної спроможності сервісу на 10 % (за рахунок кращого планування, зменшення часу простою постів, підвищення FTF);
- збереження структури змінних витрат (вони зростають пропорційно виручці);
- незначне збільшення постійних витрат (обслуговування DMS, навчання персоналу) – до 2100000 грн/рік.

Необхідні одноразові інвестиції в модернізацію організаційно-інформаційної інфраструктури (оновлення програмного забезпечення, робочих місць, навчання) оцінюються в:

$$I_0 = 800000 \text{ грн.}$$

5.6. Розрахунок економічного ефекту від впровадження заходів

При збільшенні обсягу робіт на 10 % річна виручка складе:

$$B_{\text{нов}} = 1,10 \times B_{\text{річ}}. \quad (5.9)$$

$$B_{нов} = 1,10 \times 18508830 = 20359713 \text{ грн.}$$

Змінні витрати:

$$C_{змін}^{нов} = 0,7 \times B_{нов}. \quad (5.10)$$

$$C_{змін}^{нов} = 0,7 \times 20359713 = 14251799 \text{ грн.}$$

Постійні витрати (з урахуванням збільшення):

$$C_{пост}^{нов} = 2100000 \text{ грн.}$$

Річний прибуток після впровадження заходів:

$$\Pi_{нов} = B_{нов} - C_{змін}^{нов} - C_{пост}^{нов}. \quad (5.11)$$

$$\Pi_{нов} = 20359713 - 14251799 - 2100000 = 4007914 \text{ грн.}$$

Приріст прибутку:

$$\Delta\Pi = \Pi_{нов} - \Pi_{баз}. \quad (5.12)$$

$$\Delta\Pi = 4007914 - 3552649 = 455265 \text{ грн/рік.}$$

Простий строк окупності:

$$T_{ок} = \frac{I_0}{\Delta\Pi}. \quad (5.13)$$

$$T_{ок} = \frac{800000}{455265} \approx 1,76 \text{ року.}$$

Отже, проект удосконалення організаційної структури сервісу окупається менш ніж за два роки, що відповідає вимогам до інвестицій у сервісну інфраструктуру.

Оцінимо ефективність проекту на горизонті 5 років за ставкою дисконту ($r=15\%$).

$$NPV = \sum_{t=1}^5 \frac{\Delta\Pi}{(1+r)^t} - I_0. \quad (5.14)$$

Підставляючи значення $\Delta\Pi = 455265$ грн та $r=0,15$, отримаємо орієнтовно:

$$NPV \approx 726000 \text{ грн.}$$

Оскільки $NPV > 0$, проект є економічно доцільним.

5.6.4. Внутрішня норма рентабельності (IRR)

IRR визначається із рівняння:

$$I_0 = \sum_{t=1}^5 \frac{\Delta\Pi}{(1+IRR)^t} \cdot \quad (5.15)$$

Чисельне розв'язання дає значення $IRR \approx 49\%$, що суттєво перевищує прийняту ставку дисконту (15%). Це свідчить про високий рівень інвестиційної привабливості запропонованих організаційних заходів.

висновки до розділу 5

1. На основі фактичних тарифів на ТО-1 і ТО-2 для моделей Volkswagen Golf, Passat, Touareg річна виручка умовного дилерського сервісного центру становить 18,51 млн грн.

2. При прийнятій структурі витрат річний базовий прибуток сервісу до впровадження організаційних змін становить близько 3,55 млн грн, рентабельність реалізації – близько 19% .

3. Запропоновані в роботі заходи з оптимізації організаційної структури (цифровізація процесу *Service Core Process*, удосконалення DMS, краща координація підрозділів) дозволяють збільшити обсяг робіт на 10% без суттєвого зростання постійних витрат.

4. У результаті впровадження заходів річний прибуток зростає орієнтовно до 4,0 млн грн, а приріст прибутку становить ≈ 455 тис. грн/рік.

5. Строк окупності інвестицій у розмірі 800 тис. грн становить близько 1,8 року, чиста приведена вартість за 5 років – близько 0,73 млн грн, внутрішня норма рентабельності – $\approx 49\%$, що підтверджує високу економічну ефективність запропонованих організаційних заходів.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У магістерській роботі виконано комплексне дослідження сучасної системи сервісного обслуговування дилерського підприємства та обґрунтовано шляхи підвищення ефективності його функціонування за рахунок оптимізації виробничих процесів, удосконалення організаційної структури та застосування методів моделювання. Проведена робота дала змогу отримати такі узагальнені результати та висновки:

1. Проаналізовано організаційну структуру сервісного центру, визначено функціональні підрозділи, їх взаємозв'язки, зони відповідальності та основні виробничі процеси. Встановлено, що підвищення ефективності роботи сервісного центру безпосередньо залежить від раціонального розподілу навантаження між підрозділами, чіткості бізнес-процесів та оптимального планування виробничих ресурсів.

2. Досліджено ринкові умови функціонування дилерських СТО та виявлено, що попит на сервісні послуги має сезонний коливальний характер, що супроводжується періодами пікових перевантажень і недозавантаження. Запропоновано механізми адаптації системи ТО та ремонту до коливань ринкової кон'юнктури, зокрема застосування мобільних сервісних бригад та оптимізацію кількості постів відповідно до нерівномірності надходження клієнтів.

3. Проведено моделювання виробничих процесів технічного обслуговування, що дало можливість визначити оптимальні обсяги робіт, необхідну кількість робочих постів, працівників та ресурсів. На основі нормативних трудомісткостей для автомобілів Volkswagen різних моделей розраховано річні виробничі програми та визначено структуру завантаження СТО.

4. Обґрунтовано доцільність використання мобільної сервісної служби, що забезпечує гнучкість роботи дилерської мережі та дозволяє зменшити втрати від простоїв як автомобілів клієнтів, так і стаціонарних постів. Із застосуванням

теорії масового обслуговування визначено оптимальну кількість мобільних СТО, оцінено ймовірні стани системи та сформовано критерії оптимізації витрат.

5. Проаналізовано систему обслуговування стаціонарними СТО та визначено оптимальну кількість постів на основі математичних моделей, які враховують обмеження черг і пропускну здатність системи. Встановлено, що збільшення кількості постів зменшує простої автомобілів, але призводить до зростання витрат на утримання обладнання, тому обрано раціональні конструктивно-планувальні рішення.

6. Розглянуто питання охорони праці та захисту навколишнього середовища, виконано логіко-імітаційне моделювання небезпечних подій та ситуацій під час проведення операцій ТО автомобілів. Застосовано методи експертного оцінювання та ранжування, що дозволило визначити найбільш небезпечні операції та розробити дієві рекомендації щодо мінімізації ризиків, забезпечення безпечних умов праці та підвищення культури технічного обслуговування.

7. Запропоновані організаційно-технічні заходи дозволяють:

- скоротити час простоїв автомобілів;
- підвищити якість та швидкість обслуговування;
- зменшити виробничі втрати;
- оптимізувати витрати підприємства;
- забезпечити відповідність вимогам безпеки праці та екологічним нормам.

Узагальнюючи отримані результати, можна зробити висновок, що впровадження розробленої моделі організаційно-виробничої системи сервісного обслуговування, разом із заходами з охорони праці та підвищення безпеки, забезпечить ефективне функціонування дилерського підприємства в умовах конкурентного ринку та зростаючих вимог споживачів. Результати дослідження мають практичне значення для модернізації існуючих сервісних центрів та проектування нових СТО.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технічний сервіс в АПК : Нав чально-методичний комплекс : навч. посіб. для студентів інжен. спец. на осв.-кваліф. рівні “Бакалавр” напрямку “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”. С.М. Грушецький, І.М. Бендера, О.В. Козаченко та ін. за ред. С.М. Грушецького, І.М. Бендери. Кам’янець-Подільський : ФОП Сисин Я.І., 2014. 680 с.
2. Технологія технічного обслуговування машин : навч. посіб. для студентів інжен. спец. зі спеціалізації «Технічний сервіс» на осв.-кваліф. івні «Спеціаліст», «Магістр» / І.М. Бендера, С.М. Грушецький, П.І. Роздорожнюк, Я.М. Михайлович – Кам’янець-Подільський: ФОП Сисин О.В. 2010. 320 с.
3. О.В. Козаченко, В.М. Блезнюк, С.П. Сорокін. Технологічні карти діагностування і обслуговування автомобілів. Навчальний посібник. За ред. О.В. Козаченко. Харків. 2010. 212 с.
4. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки / О.В. Козаченко. Харків : Торнадо. 2000. 192 с.
5. Грушецький С.М. Проблеми технічної експлуатації і обслуговування автомобілів. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка “Проблеми технічної експлуатації машин”. Вип. 94. Харків : ХНТУСГ, 2010. С. 26-32.
6. Грушецький С.М. Проблеми технічного сервісу та забезпечення надійності техніки для АПК. Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти. Вип. 3. Мелітополь: Копіцентр «Документ-сервіс», 2015. С. 153-159.
7. С.М. Грушецький, С.П. Сорокін. Особливості організації технічного сервісу картоплезбиральних комбайнів зарубіжних фірм. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Випуск 170. “Технічний сервіс машин для рослинництва”. Харків. ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2016. С. 220-228.
8. Булей І. А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту

сільськогосподарської техніки. Київ: Вища шк. 1993. 287с.

9. О. Семкович, Р. Барабаш. Стан і перспективи розвитку ринку технічного сервісу в агропромисловому комплексі України. Вісник ЛДАУ: Агроінженерні дослідження. Львів. 2005. № 9. С. 9 – 15.

10. В.В. Вітвіцький, М.С. Лосина, М.С. Гулька. Методика розробки та типові норми часу на технічне обслуговування автомобілів. Київ. НДІ «Украгропромпродуктивність». 2005. 219 с.

11. Р. Кузьмінський, Р. Барабаш. Параметри та показники ефективності технологічних процесів технічного сервісу, що виконуються на стаціонарних постах. Вісник ЛДАУ: Агроінженерні дослідження. Львів. 2006. № 10. С. 66 – 73.

12. О.В. Сидорчук, М.М. Семерак, Р.Д. Кузьмінський, Я.В. Шолудько, Р.І. Барабаш. Концепція управління проектом технічного обслуговування автомобілів. Вісник Львівського нац. аграрного ун-ту: Агроінженерні дослідження. 2008. № 12. Т.1. Львів. 2008. С. 16 – 21.

13. О.В. Сидорчук, Р.Д. Кузьмінський, Р.І. Барабаш. Закономірності кількісних і якісних змін надходжень замовлень на ремонт агрегатів. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого). Вип. 10 (24), кн. 1. С. 69 – 76.

14. О. Сидорчук, Р. Кузьмінський, Р. Барабаш, М. Михалюк. Обґрунтування виробничої структури пунктів технічного обслуговування автомобілів ХТЗ. Вісник Львівського нац. аграрного ун-ту: Агроінженерні дослідження. 2013. № 17. Львів. 2013. С. 54–64.

15. О.В. Сидорчук, Р.Д. Кузьмінський, Р.І. Барабаш. Закономірності кількісних і якісних змін надходжень замовлень на ремонт агрегатів. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: зб. наук. пр. УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке, 2007. Вип. 10 (24), кн. 1. С. 69-76.

16. В.І. Польшаков, Є.Ю. Сахно. Економіка, організація та управління технічним обслуговуванням і ремонтом машин. Київ. Центр навчальної

літератури, 2004. 328 с.

17. Семкович А.Д. Система ремонту сільськогосподарської техніки.. Львов. Вища школа, 1983. 172 с.

18. Тимочко В.О. Ефективні виробничі структури ділень поточного ремонту автомобілів класів 0,9 і 1,4: Дис...канд. техн. наук. Львів. 1994. 241 с.

19. Карпов Ю.Г. Імітаційне моделювання систем. Введення в моделювання. СПб. БХВ. 2006. 400 с.

20. Советов Б.Я. Моделювання систем: Висш. шк., 2001. 343 с.

21. С.Д. Лахман, В.П. Целинський, С.М. Козирев. Довідник з охорони праці в сільському господарстві: Запитання і відповіді. Київ. Урожай, 1990. 399с.

22. Корж А.П., Василенков В.Є., Чумак В.К. Проблеми технічного сервісу на селі та шляхи їх вирішення. Механізація та електрифікація сільського господарства. Київ. 1994. Вип.80. С. 101.

23. Лехман С.Д., Рубльов В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ. Урожай, 1993. 288с.

24. О.Д. Семкович, Р.Д. Кузьмінський, Ю.М. Журавчак, І.М. Флис. Методика розрахунку виробничої програми ремонту машин і відновлення деталей. Львів: Львів с.-г. ін-т, 1985. 27с.

25. М.В. Молодик, А.М. Моргун, Л.І. Шаповал. Організаційні форми технічного сервісу та прогноз їх розвитку в ринкових умовах господарювання в агропромисловому комплексі України: Рекомендації. Київ. ННЦ «ІМЕСГ», 2001. 170 с.

26. Ремонт машин /Под. ред. Тельнов Н.Ф. Агропромиздат, 1992. 560с.

27. Семкович О.Д., Сидорчук О.В., Тимочко В.О., Заєць М.З. Нормування тривалості перебування автомобілів у ремонті. Надійність і ремонт машин у сільському господарстві: Зб. наук. праць. Львів: Львівський держ. с.-г. ін-т, 1993. С.80-88.

28. Сидорчук О. В., Сенчук С. Р., Кухарук О. В. Наукові основи інженерного менеджменту технічного сервісу рільництва: Монографія. Львів: Львів. ДАУ, 2001. - 172 с.

29. Войтюк В. Д., Рубльов В. І., Роговський І. Л. Системні принципи забезпечення якості технічного сервісу сільськогосподарської техніки: Монографія. Київ: НУБіП України, 2016. 360 с.

30. Молодик М. В. Наукові основи системи технічного обслуговування і ремонту машин. Кіровоград: КОД, 2009. 180 с.

31. Молодик М. В. Прогнозування розвитку та оцінка різних форм технічного сервісу в АПК України. Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів. Київ, 1999. Вип. 6. С 58–62.

32. Молодик М. В., Моргун А. М., Шаповал Л. І., Єна О. В. Організаційні форми технічного сервісу та прогноз їх розвитку в ринкових умовах господарювання в агропромисловому комплексі України. Київ. 2001. 170 с.

33. Роговський І. Л. Методологія уцінення технології технічного обслуговування сільськогосподарських машин. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. Серія: техніка та енергетика АПК. 2012. № 170 (2). С. 368-375.