

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра автомобільного транспорту

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»**

**ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ СТАНЦІЇ
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ НА
ОСНОВІ ПРОЦЕСНОГО ПІДХОДУ**

спеціальність 274 Автомобільний транспорт
(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Автомобільний транспорт»
(назва освітньої програми)

**Виконав: здобувач вищої освіти
групи АТ-41
Вадим ЛОШУК**

(підпис)

**Керівник:
К.Т.Н., доцент
Валерій ДЕМБІЦЬКИЙ**

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2026 р.
К.Т.Н., доцент,
гарант освітньої програми:
Олег ЗАХАРЧУК

(підпис)

Луцьк – 2026 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту та механічної інженерії
Кафедра автомобілів і транспортних технологій
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Галузь знань: 27 Транспорт
Спеціальність: 274 Автомобільний транспорт
Освітня програма: «Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В. ОНИЩУК

«___» _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Вадиму ЛОШУКУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: *«Формування цифрової моделі станції технічного обслуговування автомобілів на основі процесного підходу».*

Керівник роботи: к.т.н., доцент Валерій ДЕМБІЦЬКИЙ

затверджені наказом вищого навчального закладу від «31» грудня 2025 р. № 562/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «01» червня 2026 р.

3. Вихідні дані до роботи: *характеристика СТО ТзОВ «Дукат-Ойл»; перелік основних послуг підприємства; структура виробничих постів і ділянок; режим роботи, чисельність працівників на постах, орієнтовна виробнича потужність та фактичний потік замовлень; організаційна структура СТО і розподіл функцій персоналу.*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):

1 Теоретичні основи формування цифрової моделі

2 Аналіз вихідних даних для формування цифрової моделі

3. Формування цифрової моделі СТО

4 Оцінка ефективності запропонованих рішень

5. Перелік графічного матеріалу:

Титульний аркуш, мета, об'єкт, предмет, завдання досліджень; основні результати досліджень, висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Економічна частина</i>	<i>І. ПАВЛОВА, к.т.н., доцент каф. АТТ</i>		
<i>Технологічна частина</i>	<i>В. ПРИДЮК, к.т.н., доцент каф. АТТ</i>		

7. Дата видачі завдання «03» лютого 2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз, вибір та обґрунтування вихідних даних</i>	<i>20.04.2026</i>	
2	<i>Теоретичні основи формування цифрової моделі</i>	<i>02.05.2026</i>	
3	<i>Аналіз вихідних даних для формування цифрової моделі</i>	<i>09.05.2026</i>	
4	<i>Формування цифрової моделі СТО</i>	<i>16.05.2026</i>	
5	<i>Оцінка ефективності запропонованих рішень</i>	<i>23.05.2026</i>	
6	<i>Перевірка кваліфікаційної роботи керівником</i>	<i>28.05.2026</i>	
7	<i>Оформлення пояснювальної записки та ілюстративної частини відповідно діючих вимог</i>	<i>30.05.2026</i>	
8	<i>Перевірка роботи на плагіат</i>	<i>за два тижні до захисту</i>	
9	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>згідно графіка захистів</i>	
10			

Здобувач вищої освіти

(підпис)*В. ЛОШУК*

(ініціали, прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)*В. ДЕМБІЦЬКИЙ*

(ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Лошук В.В. Формування цифрової моделі станції технічного обслуговування автомобілів на основі процесного підходу. Рукопис.

Кваліфікаційна робота бакалавра ОП «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 Автомобільний транспорт. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

Кваліфікаційна робота бакалавра складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання. Обсяг кваліфікаційної роботи становить 68 сторінок основного тексту, 17 таблиць, 8 рисунків та 27 джерел за переліком посилань.

У кваліфікаційній роботі розглядається питання формування цифрової моделі станції технічного обслуговування автомобілів на основі процесного підходу. Проведено аналіз СТО як об'єкта управління, досліджено особливості організації виробничо-сервісних процесів, структуру основних і допоміжних процесів, а також роль інформаційних потоків у забезпеченні ефективності діяльності підприємства. У роботі обґрунтовано доцільність застосування процесного підходу для підвищення керованості, прозорості та якості сервісних операцій. Розроблено цифрову модель СТО, яка включає формалізований опис процесів, інформаційних потоків, ролей персоналу, контрольних точок та показників результативності. Запропоновано підходи до цифрової підтримки процесів прийому, діагностики, ремонту, контролю якості та видачі автомобіля. Також визначено можливості інтеграції цифрової моделі з сучасними інформаційними системами управління сервісними процесами.

Під час виконання роботи було використано інструменти штучного інтелекту для форматування тексту, створення рисунків, систематизації матеріалів та створення таблиць, виключно як допоміжний засіб для пошуку ідей, уточнення формулювань та опрацювання літератури. Усі твердження, висновки та результати дослідження належать автору та ґрунтуються на власному аналізі.

Ключові слова: станція технічного обслуговування, СТО, цифрова модель, процесний підхід, виробничо-сервісні процеси, інформаційні потоки, управління якістю, цифровізація, автосервіс.

ANNOTATION

Loshuk V.V. Formation of a digital model of a car service station based on a process approach. Manuscript.

Bachelor's qualification work OP "Automobile Transport" specialty 274 Automobile Transport. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

Bachelor's qualification work consists of an introduction, four sections, conclusions, a list of references. The volume of the qualification work is 68 pages of the main text, 17 tables, 8 figures and 27 sources according to the list of references.

The qualification work considers the issue of forming a digital model of a car service station based on a process approach. The analysis of the service station as a management object was carried out, the features of the organization of production and service processes, the structure of main and auxiliary processes, as well as the role of information flows in ensuring the efficiency of the enterprise's activities were investigated. The work substantiates the feasibility of using a process approach to increase manageability, transparency and quality of service operations. A digital model of a service station has been developed, which includes a formalized description of processes, information flows, personnel roles, control points and performance indicators. Approaches to digital support of the processes of receiving, diagnosing, repairing, quality control and issuing a car have been proposed. The possibilities of integrating the digital model with modern information systems for managing service processes have also been identified.

During the work, artificial intelligence tools were used to format text, create drawings, systematize materials and create tables, exclusively as an auxiliary tool for searching for ideas, clarifying formulations and reviewing literature. All statements, conclusions and results of the study belong to the author and are based on his own analysis.

Keywords: service station, service station, digital model, process approach, production and service processes, information flows, quality management, digitalization, car service.

ЗМІСТ

Вступ	9
1 Теоретичні основи формування цифрової моделі	12
1.1 Станція технічного обслуговування автомобілів як об'єкт управління.	12
1.2 Процесний підхід в організації діяльності СТО.	15
1.3 Основні та допоміжні процеси СТО.	18
1.4 Поняття цифрової моделі підприємства сервісу.	22
Висновки до розділу	26
2 Аналіз вихідних даних для формування цифрової моделі	28
2.1 Загальна характеристика СТО як об'єкта дослідження (на прикладі ТзОВ «Дукат-Ойл»).	28
2.2 Аналіз організаційної структури та розподілу функцій персоналу. .	30
2.3 Аналіз чинної організації виробничо-сервісних процесів СТО.	34
2.4 Аналіз проблемних зон у процесах СТО.	39
2.5 Формування вимог до цифрової моделі СТО.	42
Висновки до розділу.	44
3 Формування цифрової моделі СТО на основі процесного підходу	46
3.1 Концепція цифрової моделі СТО та її структура.	46
3.2 Опис і моделювання ключових процесів СТО.	49
3.3 Функціональна модель інформаційної взаємодії між учасниками процесів СТО.	53
3.4 Система показників моніторингу процесів СТО.	55
Висновки до розділу.	56
4 Оцінка ефективності застосування цифрової моделі СТО.	58
4.1 Методика оцінювання ефективності впровадження цифрової моделі.	58

4.2 Оцінка впливу цифрової моделі на організаційно-виробничі показники роботи СТО.....	60
4.3 Економічне обґрунтування доцільності впровадження цифрової моделі СТО.....	63
Висновки до розділу.....	65
Висновки	67
Перелік джерел посилання	69

ВСТУП

Актуальність теми. Станції технічного обслуговування автомобілів (СТО) функціонують у середовищі зростаючої складності конструкції транспортних засобів, підвищених вимог до якості та безпеки робіт, скорочення допустимих термінів виконання замовлень і посилення конкуренції на ринку сервісу. За таких умов вирішального значення набуває керованість виробничо-сервісних процесів, прозорість виконання робіт, своєчасність прийняття управлінських рішень та мінімізація втрат часу й ресурсів.

На практиці значна частина СТО зберігає фрагментарну організацію діяльності: окремі операції (приймання, діагностування, ремонт, контроль якості, видача автомобіля) часто виконуються без єдиного узгодженого регламенту та цілісного інформаційного супроводу. Це призводить до типових проблем: простоїв постів, чергування «пікових» і «порожніх» періодів завантаження, дублювання дій персоналу, помилок у документації та обліку запчастин і трудомісткості, затримок в узгодженні робіт із клієнтом, а також повторних звернень через недостатній контроль якості. У підсумку знижуються пропускну здатність СТО, економічна результативність та рівень задоволеності споживача.

Водночас сучасні тенденції цифрової трансформації сервісних підприємств відкривають можливості для переходу від «реактивного» управління до управління на основі даних і чітко визначених процесів.

					КРБ 16.00.00.00.00 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ док-м.	Підпис	Дата	Формування цифрової моделі станції технічного обслуговування автомобілів на основі процесного підходу	Літера	Аркш.	Аркшів
Розробив	Лошик					Д	9	72
Перевірив	Лембійський							
Н. контр.	Булук							
Затверд.	Захарчук О.					ЛНТУ, кафедра АТ, гр. АТ-41		

Одним із результативних інструментів такого переходу є формування цифрової моделі СТО, яка відображає структуру та взаємозв'язки ключових процесів, ролі учасників, інформаційні потоки, контрольні точки та показники результативності. Цифрова модель дає змогу стандартизувати виконання робіт, забезпечити простежуваність операцій і відповідальності, підвищити точність планування та диспетчеризації, скоротити втрати часу, посилити контроль якості та створити основу для моніторингу показників (тривалості операцій, завантаження постів, частоти повторних звернень тощо).

Особливу практичну цінність має поєднання цифровізації з процесним підходом, оскільки саме процесний підхід забезпечує формалізацію діяльності СТО у вигляді послідовностей «вхід–операції–вихід–контроль», орієнтованих на результат для клієнта, та дозволяє виявляти «вузькі місця» і резерви підвищення ефективності. Таким чином, розроблення цифрової моделі станції технічного обслуговування на основі процесного підходу є актуальним завданням, спрямованим на підвищення керованості, якості та економічної ефективності роботи СТО, а також на формування практичних рішень для впровадження сучасних інформаційних інструментів у сфері автомобільного сервісу.

За результатами виконання роботи очікується отримання формалізованого опису процесів СТО та вимог до цифрової моделі, що може бути використано для подальшої розробки або впровадження програмних рішень з управління сервісними операціями, контролю якості та аналізу результативності діяльності підприємства.

Метою досліджень є розроблення цифрової моделі станції технічного обслуговування автомобілів на основі процесного підходу для підвищення керованості виробничо-сервісних процесів, забезпечення прозорості інформаційних потоків, покращення контролю якості та підвищення ефективності діяльності СТО.

Об'єктом досліджень є виробничі процеси станції технічного обслуговування автомобілів як об'єкта управління.

Предметом дослідження є формування цифрової моделі СТО на основі процесного підходу, а також організація інформаційних потоків, ролей і контрольних точок у процесах технічного обслуговування та ремонту автомобілів.

З метою досягнення поставленої мети визначено завдання досліджень:

- проаналізувати станцію технічного обслуговування автомобілів як об'єкт управління та особливості її виробничої діяльності в умовах сучасного автосервісу;
- обґрунтувати доцільність застосування процесного підходу для організації діяльності СТО;
- дослідити структуру основних процесів СТО, виявити їх взаємозв'язки, контрольні точки та інформаційні потоки;
- проаналізувати організаційну структуру підприємства, розподіл функцій персоналу та особливості чинної організації виробничих процесів на СТО;
- виявляти основні проблеми та «вузькі місця» у функціонуванні СТО;
- розробити цифрову модель станції технічного обслуговування автомобілів на основі процесного підходу;
- визначити практичну доцільність впровадження цифрової моделі СТО та оцінити очікуваний її вплив на ефективність роботи підприємства.

Практичну цінність роботи становить запропонована цифрова модель станції технічного обслуговування автомобілів на основі процесного підходу, яка може бути використана для формалізації виробничих процесів, удосконалення організації роботи персоналу, підвищення прозорості інформаційних потоків та контролю якості виконання робіт. Запропоновані рішення дозволяють зменшити простой постів, покращити диспетчеризацію замовлень, забезпечити простежуваність виконання операцій та створити основу для подальшого впровадження сучасних цифрових систем управління сервісними процесами СТО.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ

1.1 Станція технічного обслуговування автомобілів як об'єкт управління

Станція технічного обслуговування автомобілів (СТО) є виробничо-сервісним підприємством, що забезпечує підтримання та/або відновлення працездатності транспортних засобів шляхом виконання комплексу технологічних операцій з технічного обслуговування, діагностування, ремонту, регулювальних і супутніх робіт, а також організації продажу/використання запасних частин і матеріалів [1]. У сучасних умовах СТО розглядається не лише як сукупність постів і дільниць, а як соціотехнічна система, у якій результат послуги формується одночасно технічними діями (виробнича складова) та взаємодією з клієнтом (сервісна складова) [2; 3]. Це визначає специфіку управління: необхідність одночасного контролю технологічної дисципліни, якості сервісу, інформаційної узгодженості та ресурсної збалансованості.

Як об'єкт управління СТО є відкритою системою, що функціонує під впливом зовнішніх чинників: структури та стану автопарку регіону, сезонності попиту, конкурентного середовища, вимог виробників (для фірмових/сертифікованих сервісів), нормативно-правових обмежень, а також очікувань клієнтів щодо термінів і прозорості виконання робіт [1]. З позиції операційного менеджменту будь-яка сервісна операція створює цінність через кероване перетворення входів у виходи, а ефективність визначається здатністю системи стабільно забезпечувати необхідний рівень якості при обмежених ресурсах [2; 3].

Входами СТО виступають: автомобіль як об'єкт технічного впливу, запит/замовлення клієнта, інформація про симптоми/історію обслуговування, матеріали та запасні частини, трудові ресурси й технологічне оснащення, а також регламентні/нормативні вимоги до виконання робіт і контролю якості [1; 4] (рис. 1.1).

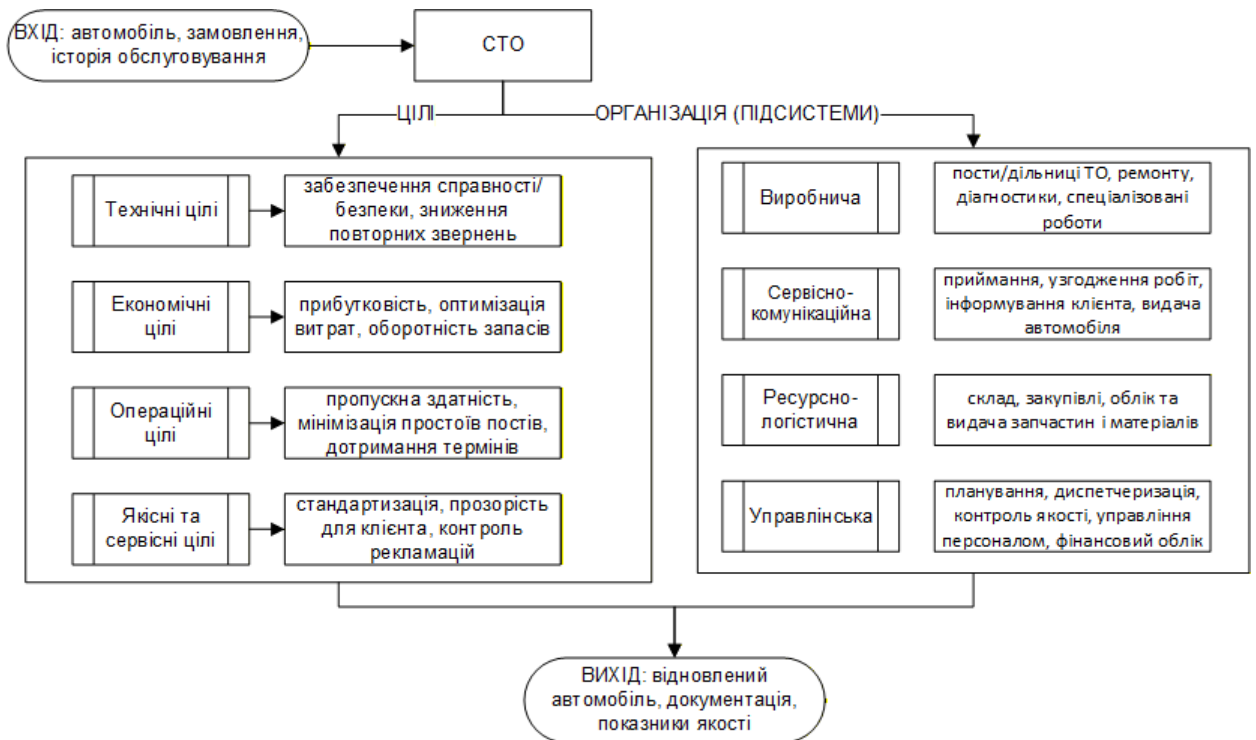


Рисунок 1.1 – Станція технічного обслуговування автомобілів як об’єкт управління

Виходами є відновлений або обслужений автомобіль, комплект супровідної документації (замовлення-наряд, результати діагностики, акти контролю), фактичні показники якості й часу, а також сформований досвід клієнта (задоволеність, готовність до повторного звернення) [4; 5].

Управління СТО спрямоване на досягнення взаємопов’язаних цілей:

- технічних (забезпечення справності/безпеки, зниження повторних звернень);
- економічних (прибутковість, оптимізація витрат, оборотність запасів);
- операційних (пропускна здатність, мінімізація простоїв постів, дотримання термінів);
- якісних і сервісних (стандартизація, прозорість для клієнта, контроль рекламаций) [2; 3; 5].

Керованість СТО як системи значною мірою визначається тим, наскільки чітко описані та регламентовані процеси, розподілені ролі й відповідальність, визначені контрольні точки та показники результативності. У термінах

менеджменту якості, організація має забезпечити здатність стабільно надавати послуги, що відповідають вимогам клієнта та застосовним регуляторним вимогам, і підтримувати постійне поліпшення [4]. Це безпосередньо узгоджується з логікою процесного підходу та циклу PDCA (plan–do–check–act), який у практиці автосервісу означає планування робіт, їх виконання за регламентом, перевірку результатів (контроль якості) та коригувальні дії за відхилень [4; 5].

Внутрішня організація СТО, як правило, включає:

- виробничу підсистему (пости/дільниці ТО, ремонту, діагностики, спеціалізовані роботи);
- сервісно-комунікаційну підсистему (приймання, узгодження робіт, інформування клієнта, видача автомобіля);
- ресурсно-логістичну підсистему (склад, закупівлі, облік та видача запчастин і матеріалів);
- управлінську підсистему (планування, диспетчеризація, контроль якості, управління персоналом, фінансовий облік) [1; 2; 3].

Важливо, що результат СТО формується ланцюгом взаємопов'язаних процесів. Навіть за наявності сучасного обладнання низький рівень узгодженості між прийманням, діагностикою, ремонтною зоною та складом призводить до затримок, повторних робіт і зростання непрямих витрат. Саме тому процесне описання СТО як об'єкта управління передбачає фіксацію: послідовності операцій; ролей; необхідних ресурсів; правил прийняття рішень; (5) контрольних точок і критеріїв якості [4; 5].

Класичний управлінський контур СТО охоплює функції планування, організації, мотивації (управління персоналом) і контролю. У прикладному вимірі для СТО це означає: формування графіка завантаження постів і персоналу, диспетчеризацію замовлень, управління чергою/записом, контроль виконання нормативів часу, контроль якості і рекламаций, управління запасами та документування результатів робіт [2; 3]. Вимога до сучасного управління полягає у переході від ситуативних рішень до управління на основі даних:

фіксації фактів виконання, причин відхилень, повторних звернень, тривалості операцій і простоїв, що відповідає принципам процесної орієнтації та доказового прийняття рішень у системах менеджменту якості [4; 5].

Саме тому СТО доцільно трактувати як об'єкт управління, для якого критичною є формалізація процесів та інформаційних потоків. Процесне моделювання (зокрема із застосуванням загальноприйнятих нотацій опису процесів) дозволяє зробити діяльність СТО прозорою: визначити межі процесів, входи/виходи, відповідальних виконавців, взаємодії та контрольні точки [6]. Така формалізація створює методичну основу для подальшого формування цифрової моделі СТО як інструменту моніторингу, аналізу й удосконалення операційної діяльності.

1.2 Процесний підхід в організації діяльності СТО

Процесний підхід у менеджменті означає, що діяльність організації розглядають як сукупність взаємопов'язаних процесів, які перетворюють входи на виходи та створюють цінність для споживача. Управління в такій системі спрямоване не на ізольовані функції підрозділів, а на результативність і взаємодію процесів, їх узгодженість із цілями організації та вимогами клієнта [4]. У стандарті ISO 9001:2015 процесний підхід прямо визначено як базовий принцип, що використовується разом із циклом PDCA та ризик-орієнтованим мисленням, а також підкреслено, що він дає змогу планувати процеси та їх взаємодії [4].

Для СТО процесний підхід є особливо доречним, оскільки надання сервісної послуги формується ланцюгом операцій, які виконуються різними ролями (приймальник, діагност, механік, комірник, контролер якості), а будь-яка «розривність» у взаємодії призводить до втрат часу, помилок обліку та зниження якості. Саме тому процесний підхід створює методичну основу для формування цифрової моделі СТО: спочатку процеси визначають і описують, а далі їх підтримують даними, контрольними точками та показниками [4; 7].

У практиці управління якістю процесний підхід реалізується через сукупність принципів, серед яких для СТО найбільш прикладними є: орієнтація на замовника, лідерство, залученість персоналу, процесний підхід, поліпшення, прийняття рішень на підставі фактичних даних та управління взаємовідносинами [4].

Зміст процесного підходу в прикладному вимірі полягає в тому, що організація:

- визначає процеси, необхідні для системи управління;
- встановлює вхідні дані та очікувані результати процесів;
- описує послідовність та взаємодію процесів;
- задає критерії й методи моніторингу/вимірювання та показники результативності;
- визначає ресурси, відповідальність і повноваження;
- урахує ризики та можливості, оцінює процеси та здійснює поліпшення [4; 7].

Для СТО це означає перехід від «ремонтів як набору робіт» до керованого виробничо-сервісного потоку, у якому кожний процес має: межі, виконавця/власника процесу, вхід/вихід, правила прийняття рішень, контрольні точки якості та вимірювані показники.

У ISO 9001:2015 процесний підхід пов'язаний із циклом PDCA (Plan–Do–Check–Act), який забезпечує керованість і регулярне поліпшення: планування цілей і ресурсів; виконання робіт; перевірка результатів через моніторинг/вимірювання; коригувальні та запобіжні дії [4]. У сервісних організаціях (у т.ч. СТО) цей механізм є ключовим для стабільності якості послуг, оскільки дозволяє пов'язати стандартизацію операцій із аналізом відхилень і впровадженням змін (оновлення регламентів, навчання персоналу, уточнення норм часу, зміна логістики запасних частин тощо) [4; 7].

Практичні переваги процесного підходу для СТО

1. Прозорість та керованість виробничо-сервісного потоку. Процеси стають «видимими»: визначаються межі, послідовність операцій і точки передачі

відповідальності, що зменшує хаотичність виконання робіт і залежність результату від «людського фактора» [4; 7].



Рисунок 1.2 – Цикл PDCA (Plan–Do–Check–Act) [4]

2. Скорочення втрат часу та простоїв. Процесне моделювання дозволяє локалізувати «вузькі місця» (очікування запчастин, повторні узгодження з клієнтом, дублювання діагностики, неузгодженість запису/черги) й обґрунтовано змінювати порядок або правила виконання операцій [7].

3. Підвищення стабільності якості та простежуваності. Наявність контрольних точок і критеріїв приймання робіт формує відтворюваний результат (у т.ч. через чек-листи контролю якості, правила фіксації відхилень, управління рекламациями), що прямо відповідає логіці ISO 9001 щодо задоволення вимог замовника і демонстрації відповідності [4].

4. Підґрунтя для цифровізації та автоматизації. Цифрова модель СТО потребує формалізованого процесного опису: хто, коли і на підставі яких даних приймає рішення; які документи/записи створюються; як вимірюється

результат. Без цього автоматизація часто «цифровізує хаос». Саме тому процесна формалізація є першим кроком до цифрового контуру управління [7; 8].

5. Покращення координації між ролями та підрозділами. Процесний підхід зміщує фокус із локальної оптимізації (наприклад, «цех працює швидко», але клієнт очікує через склад) до оптимізації наскрізного процесу виконання замовлення, що є класичною ідеєю управління процесами та їх поліпшення [9].

6. Уніфікація опису процесів у нотаціях моделювання. Для цифрової моделі важливо застосовувати зрозумілу й стандартизовану мову опису процесів. BPMN є загальновизнаною специфікацією для діаграм бізнес-процесів, яка призначена бути одночасно зрозумілою стейкхолдерам і достатньо точною для подальшого програмного впровадження [6].

1.3 Основні та допоміжні процеси СТО

Діяльність станції технічного обслуговування автомобілів (СТО) доцільно розглядати як наскрізний виробничо-сервісний ланцюг, у межах якого послуга формується послідовністю взаємопов'язаних процесів: від первинного контакту з клієнтом і приймання автомобіля до контролю якості та видачі результату робіт. Процесна декомпозиція є необхідною умовою стандартизації, керованості та подальшої цифровізації СТО, оскільки дозволяє визначити межі процесів, їх входи/виходи, відповідальність, точки контролю та документообіг [1; 4; 5].

У межах процесного підходу процеси СТО доцільно поділяти на основні (ключові) та допоміжні.

- Основні процеси безпосередньо створюють цінність для замовника та формують результат послуги (справний/обслужений автомобіль, гарантійні зобов'язання, комплект документів) [1; 10]. До них належать: приймання, діагностування, ремонт (або технічне обслуговування), контроль якості, видача автомобіля [1; 5; 11].

- Допоміжні процеси забезпечують ресурсну, організаційну та інформаційну спроможність основних процесів: постачання і склад, облік запасних частин і матеріалів, технічне обслуговування обладнання та інструменту, інформаційна підтримка і документообіг, навчання персоналу, управління якістю та рекламациями, охорона праці тощо [4].

Нормативне поле також підкреслює обов'язковість належного документування на етапах приймання/передачі, узгодження робіт, гарантійних зобов'язань та контролю відповідності наданих послуг [10].

Опис основних процесів СТО наведено в таблиці 1.1 та на рисунку 1.3.

Таблиця 1.1 – Основні процеси СТО

Процес	Призначення	Вхідні дані/ресурси	Ключові операції	Вихід (результат)
Приймання автомобіля	Формування замовлення та первинних даних; фіксація стану авто і вимог клієнта	Заявка клієнта; авто; реєстраційні дані; опис симптомів; історія ТО; вимоги щодо термінів/бюджету	Реєстрація звернення; огляд і фіксація пошкоджень/комплект ації; уточнення скарг; попереднє визначення потреби в діагностиці; оформлення документів приймання	Наряд-замовлення/акт приймання; узгоджені умови; “паспорт” замовлення для подальших робіт
Діагностування	Встановлення технічного стану та причин несправності; обґрунтування робіт і ресурсів	Скарги клієнта; записи приймання; регламенти; діагностичні дані (коди, параметри, вимірювання); обладнання/ПЗ	Первинна діагностика (сканування/вимірювання); поглиблені тести; дефектація; формування висновку; уточнення переліку робіт/узгодження (за потреби)	Протокол/висновок; уточнений перелік робіт; потреба в запчастинах/матеріалах; оцінка трудомісткості
Ремонт / технічне обслуговування	Виконання технологічних операцій для відновлення/підтримання справності	Узгоджений перелік робіт; технологічні карти/регламенти; запчастини й матеріали; пост/обладнання; персонал	Підготовка робочого місця; виконання операцій; облік фактичної трудомісткості та матеріалів; проміжні перевірки; оформлення виконаних робіт	Виконані роботи; записи в наряді; встановлені деталі; готовність до контролю якості

Процес	Призначення	Вхідні дані/ресурси	Ключові операції	Вихід (результат)
Контроль якості	Підтвердження відповідності робіт вимогам; зниження повторних звернень	Перелік виконаних робіт; критерії приймання; чек-листи; результати тестів “до/після”; вимоги безпеки	Перевірка відповідності замовленню; контроль параметрів; випробування/перевірка функцій; фіксація невідповідностей; коригувальні дії (за потреби)	Підтвердження якості (допуск до видачі) або запис невідповідності та повернення на доопрацювання
Видача автомобіля	Завершення замовлення: передача авто клієнту, роз’яснення, документи	Підтвердження QC; наряд-замовлення; гарантійні умови; рахунок/ оплата; рекомендації	Фінальна перевірка комплектності; презентація результату; пояснення клієнту; видача документів; оформлення акта передачі; закриття замовлення	Авто, переданий клієнту; комплект документів; закрите замовлення; зворотний зв’язок (за наявності)

Для стабільного виконання основних процесів СТО повинна підтримувати допоміжні процеси, які формують інфраструктуру сервісу (рис. 1.3):

1. Логістика запасних частин і матеріалів (склад/закупівлі). Забезпечує наявність комплектуючих, облік, резервування під замовлення, мінімізацію простоїв через очікування запчастин; критично впливає на тривалість циклу обслуговування [5; 12].

2. Документообіг та інформаційна підтримка. Включає ведення нарядів-замовлень, актів приймання/передачі, фіксацію результатів діагностики, контроль гарантійних зобов’язань; саме ці дані надалі стають основою цифрової моделі СТО [4; 10].

3. Управління ресурсами та виробничими потужностями. Планування завантаження постів, диспетчеризація, управління чергою/записом, контроль фактичної трудомісткості — ключові механізми підвищення пропускної здатності та зменшення простоїв [1; 12].

4. Технічне забезпечення (обладнання, інструмент, калібрування/перевірки). Впливає на достовірність діагностики та

повторюваність якості робіт, що узгоджується з вимогами забезпечення ресурсами для моніторингу й вимірювань у системах менеджменту якості [4].

5. Управління персоналом і компетентністю. Навчання, допуск до робіт, стандарти операцій (робочі інструкції) знижують варіативність результатів і ризику помилок [4; 5].

6. Управління якістю та рекламаціями. Аналіз повторних звернень, невідповідностей, коригувальні дії та постійне поліпшення формують контур удосконалення процесів і зменшення втрат [4].

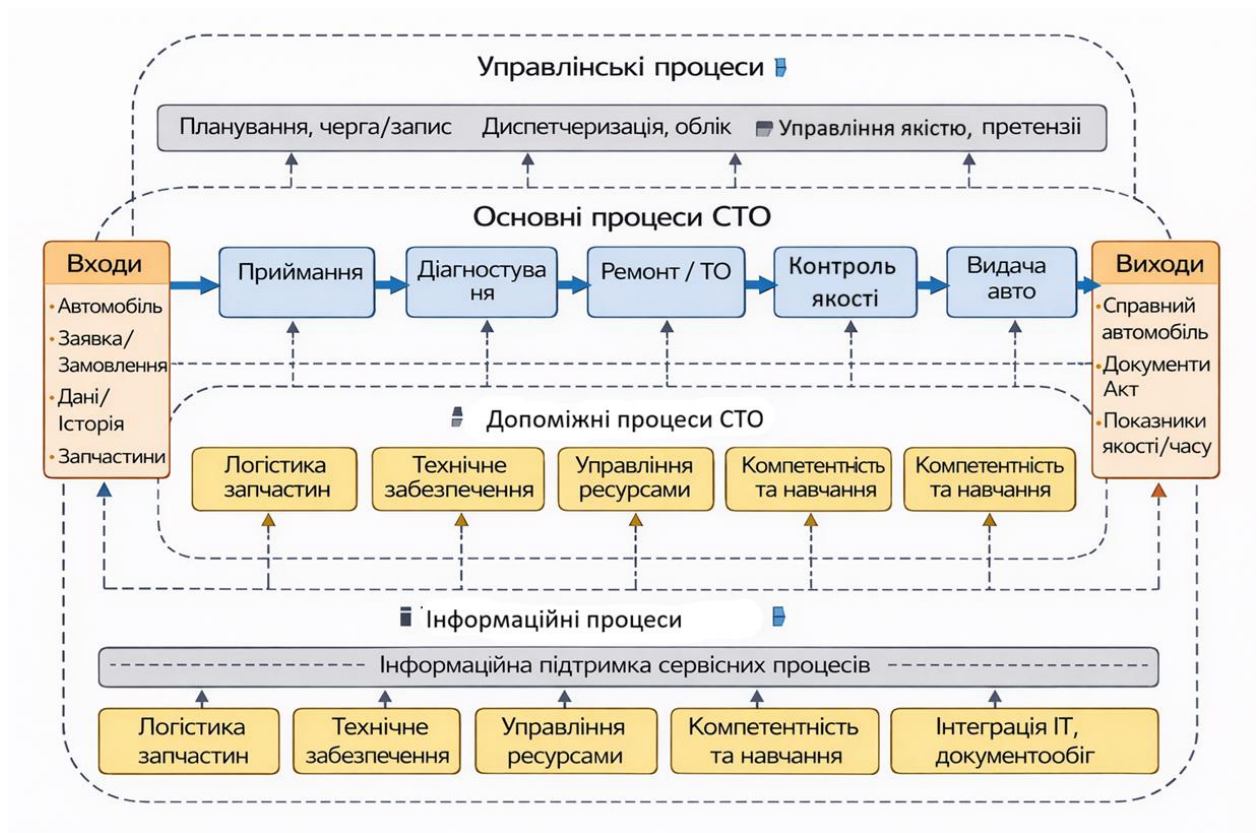


Рисунок 1.3 – Процеси на СТО (рисунок згенеровано з використанням технологій ІІІ).

Таким чином, основні процеси СТО формують “цінність для клієнта”, а допоміжні — забезпечують їх ресурсну та інформаційну спроможність. Для формування цифрової моделі СТО у подальших підрозділах доцільно описувати ключові процеси у форматі «вхід – операції – вихід – контроль»,

визначаючи ролі, документи, точки контролю і показники результативності (час, якість, завантаження постів, повторні звернення) [3; 6; 7].

1.4 Поняття цифрової моделі підприємства сервісу

У контексті цифрової трансформації підприємства цифрова модель розглядається як формалізоване представлення діяльності організації у цифровому середовищі, яке відображає процеси, ресурси, ролі, дані та правила взаємодії з можливістю фіксації фактичних параметрів виконання та підтримки управлінських рішень [13].

Для підприємств сервісу (зокрема СТО) цифрова модель є доцільною тоді, коли вона охоплює не лише «облік» (замовлення, роботи, запчастини), а й процесну логіку надання послуг: послідовність операцій, контрольні точки якості, відповідальних виконавців і показники результативності (час/якість/завантаження/повторні звернення) [4].

У сучасній літературі поняття цифрової моделі часто зближується з концепцією цифрового двійника (digital twin), який визначають як поєднання фізичного об'єкта, його віртуального представлення та каналу/потoku даних між ними, що забезпечує актуалізацію стану та аналітичні функції [14; 15; 16]. Важливо уточнити: для СТО цифрову модель доцільно трактувати як процесно-інформаційну модель сервісного підприємства, яка може бути (а може і не бути) доведена до рівня цифрового двійника. Тобто, цифрова модель СТО насамперед описує та підтримує сервісні процеси і дані, а «двійник» — це розширений рівень, де забезпечується безперервна синхронізація цифрового образу з фізичними об'єктами (автомобіль, обладнання, пост, ресурс) у режимі, наближеному до реального часу [16].

Практично цифрова модель підприємства сервісу формується як поєднання кількох взаємопов'язаних компонентів:

1. Процесний компонент. Описує, як створюється послуга: процеси, підпроцеси, події, правила переходів, відповідальних осіб. Для

формалізації процесів широко застосовується нотація BPMN, яка призначена бути зрозумілою стейкхолдерам і водночас достатньо точною для подальшої програмної реалізації [6].

2. Компонент даних і документів. Визначає, які дані створюються/використовуються: замовлення-наряд, протокол діагностики, акт дефектації, чек-лист контролю якості, складські операції, рахунок, гарантійні записи [4].
3. Ресурсний компонент. Описує постову структуру, персонал, обладнання, інструмент, матеріали/запчастини, їх доступність і завантаження.
4. Управлінський компонент. Містить індикатори (KPI), правила контролю та покращення (PDCA), механізми реагування на відхилення. Процесний підхід у системах менеджменту якості вимагає визначення процесів, їх взаємодій, критеріїв/методів моніторингу, ресурсів, відповідальності, а також керування ризиками й удосконалення [4].

Функціональні можливості цифрової моделі підприємства сервісу доцільно групувати за управлінськими задачами (див. табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Функціональні можливості цифрової моделі СТО

Група можливостей	Зміст (що забезпечує цифрова модель)	Очікуваний ефект для СТО	Типові цифрові дані/артефакти
Процесна прозорість і стандартизація	Формалізація ланцюга «приймання → діагностування → ремонт/ТО → контроль якості → видача»; уніфікація ролей і процедур; типові сценарії процесів	Зменшення варіативності виконання робіт; підвищення керованості та відтворюваності результатів	Карта процесів; схеми процесів; регламенти; ролі/відповідальність
Простежуваність і доказовість якості	Фіксація фактів виконання операцій, матеріалів і запчастин; ведення чек-листів; управління невідповідностями; підтримка PDCA	Зменшення повторних звернень; контроль рекламаций; підвищення довіри клієнта	Наряд-замовлення; протокол діагностики; акт дефектації; чек-лист QC; журнал невідповідностей

Група можливостей	Зміст (що забезпечує цифрова модель)	Очікуваний ефект для СТО	Типові цифрові дані/артефакти
Планування та диспетчеризація ресурсів	Запис/черга; планування завантаження постів і персоналу; керування статусами замовлень; синхронізація цеху/складу/приймання	Скорочення простоїв; збільшення пропускної здатності; дотримання термінів	Календар запису; графік завантаження постів; статус-трекінг; нормо-години
Управління даними та інтеграція інформаційних потоків	Єдине джерело даних по замовленню; зменшення дублювання записів; інтеграція з обліком складу/фінансів/документообігу	Менше помилок обліку; швидше узгодження робіт; підвищення оперативності рішень	Єдина картка замовлення; довідники; інтеграція склад-цех-каса; електронний документообіг
Аналітика та підтримка управлінських рішень	Розрахунок КРІ (час циклу, час діагностики, завантаження постів, повторні звернення, виконання термінів); виявлення «вузьких місць»; дашборди	Підвищення ефективності; обґрунтовані зміни в процесах; контроль продуктивності	КРІ-панель; звіти; аналітика відхилень; рейтинг причин повторних звернень
Розвиток до рівня “цифрового двійника” (перспектива)	Розширення моделі за рахунок даних від обладнання/діагностики; цифрові представлення активів (пости, обладнання, ресурси); сценарний аналіз	Оптимізація ресурсів і планування; прогнозування; глибша цифровізація сервісу	Модель активів; телеметрія/статуси; правила оптимізації; сценарії «що-якщо»

У результаті цифрова модель СТО – це не «одна схема», а узгоджений набір процесних, інформаційних і управлінських описів, який може бути реалізований у вигляді регламентів та цифрових форм, або як програмний комплекс (CRM/ERP/CMMS/DMS), що підтримує виконання сервісних процесів.

Цифровізація сервісних процесів СТО ґрунтується на упорядкуванні інформаційних потоків, тобто руху даних і документів між ролями (клієнт → майстер-приймальник → діагност/механік → склад → контроль якості → клієнт) у межах наскрізного процесу виконання замовлення [4; 6]. У

процесному підході інформаційні потоки є «зв'язувальною ланкою» між процесами: вони забезпечують єдине трактування вимог клієнта, простежуваність виконання робіт, керованість ресурсів і доказовість якості [4].

До ключових інформаційних потоків СТО доцільно віднести:

- потік замовлення: заявка/запис → наряд-замовлення → статуси виконання → закриття замовлення (контроль термінів і відповідальності) [4; 6];
- потік технічних даних: скарги клієнта → результати діагностики → дефектація → перелік робіт → результати перевірок «після ремонту» (обґрунтованість рішень і мінімізація повторних звернень) [4];
- потік матеріально-складських даних: потреба в запчастинах → резервування/видача зі складу → списання/повернення → контроль залишків (зменшення простоїв через очікування) [4];
- потік якості: контрольні листи → фіксація невідповідностей → коригувальні дії → аналіз причин (підтримка PDCA та поліпшення процесів) [4];
- фінансово-документальний потік: кошторис/узгодження → рахунок → оплата → гарантійні записи/акти (юридична визначеність і прозорість для клієнта) [4].

Роль цифрової моделі полягає в тому, щоб перетворити ці потоки на єдиний цифровий контур: визначити, які саме дані створюються на кожному етапі, хто їх формує/перевіряє, коли відбувається передача, та які правила забезпечують цілісність і актуальність інформації. Саме це зменшує дублювання записів, втрати інформації під час «ручних» передач, підвищує оперативність управління і створює основу для аналітики KPI (час циклу, завантаження постів, повторні звернення тощо).

Висновки до розділу

1. Станція технічного обслуговування автомобілів розглянута як відкрита соціотехнічна система та об'єкт управління, у якому результат послуги формується поєднанням технологічних операцій і сервісної взаємодії з клієнтом; ефективність діяльності СТО визначається збалансованістю ресурсів, керованістю процесів і якістю інформаційної взаємодії між учасниками.

2. Обґрунтовано доцільність застосування процесного підходу як методичної основи організації діяльності СТО: управління орієнтується на результативність процесів і їх взаємодію, а також на постійне поліпшення в логіці PDCA з опорою на дані, критерії контролю та показники результативності.

3. Визначено, що процеси СТО доцільно структурувати на основні (приймання, діагностування, ремонт/ТО, контроль якості, видача автомобіля) та допоміжні, які забезпечують ресурсну й інформаційну спроможність основних процесів (логістика запчастин, документообіг та ІТ-підтримка, управління ресурсами, технічне забезпечення, компетентність персоналу, управління якістю і рекламаціями).

4. Показано, що цифрова модель підприємства сервісу є узгодженим комплексом процесного, ресурсного, інформаційно-документального та управлінського компонентів; така модель забезпечує стандартизацію процедур, простежуваність робіт, контроль якості, планування/диспетчеризацію та аналітику KPI, а також може розвиватися до рівня «цифрового двійника» за умови наявності потоків даних від активів.

5. Встановлено, що ключовим чинником цифровізації СТО є упорядкування інформаційних потоків (замовлення, технічні дані, складські операції, потік якості, фінансово-документальний потік), оскільки саме вони забезпечують цілісність даних, зменшення дублювання, підвищення

оперативності управління та формування основи для моніторингу результативності процесів.

2 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ

2.1 Загальна характеристика СТО як об'єкта дослідження (на прикладі ТзОВ «Дукат-Ойл»)

Об'єктом дослідження у кваліфікаційній роботі обрано реальне сервісне підприємство ТзОВ «Дукат-Ойл», яке зареєстроване як юридична особа з 18.02.1998 р. та розташоване за адресою: м. Луцьк, вул. Василя Стуса, 9 [17]. СТО функціонує як незалежний сервісний центр (не дилерський), орієнтований переважно на експрес-обслуговування та регламентні операції, що є типовим форматом для локальних операторів післяпродажного обслуговування в умовах конкурентного ринку автосервісу [1; 2; 17].

Специфікою ТзОВ «Дукат-Ойл» є концентрація на роботах із високою частотою звернень і відносно невеликою трудомісткістю, що дозволяє забезпечити швидкий оборот замовлень і стабільний потік клієнтів за рахунок стандартних технологічних процедур [17]. Згідно з фактичними даними підприємства, основні групи послуг включають:

- заміна мастил і фільтрів (двигун, АКПП/МКПП; масляні/паливні/повітряні/салонні фільтри; супутні операції);
- сервіс і ремонт вузлів ДВЗ (ГРМ, помпа, термостат, свічки, сальники, теплообмінник; усунення підтікань; роботи з турбонаддувом; чистка EGR та дроселя);
- дрібний ремонт підвіски, гальм, ходової частини;
- комп'ютерне діагностування, дрібний ремонт електрообладнання, а також заправка кондиціонерів;
- супутні послуги (консультації з добору витратних матеріалів, продаж запчастин і витратних матеріалів).

З позицій процесного підходу така номенклатура є зручною для цифрового моделювання, оскільки має добре формалізовані операції, повторювані маршрути замовлень і чіткі контрольні точки якості

(діагностування → виконання робіт → перевірка якості → видача), що відповідає загальним принципам управління процесами на сервісних підприємствах [4; 6].

Виробнича структура СТО описується через пости/дільниці, закріплені за основними видами робіт. За даними підприємства, загальна кількість постів становить 10, із такою орієнтовною спеціалізацією:

- регламентні операції:
 - заміна оливи в АКПП – 2 пости (3...6 авто/добу);
 - промивка системи охолодження, заміна рідини – 1 пост (1...5 авто/добу);
 - заміна оливи в двигуні – 1 пост (15...20 авто/добу);
- ремонтні роботи (модульна заміна, дрібний ремонт): дрібний ремонт підвіски/гальм, усунення підтікань, дрібний ремонт двигунів/зчеплень – 3 пости (3...6 авто/добу);
- поглиблене діагностування (електрика/електроніка/механіка), комп'ютерне діагностування, дрібний ремонт, заправка кондиціонерів – 3 пости (3...10 авто/добу).

Такий поділ відображає типову для СТО логіку: окремі види робіт формуються навколо різних технологічних ресурсів і компетентностей, а ефективність залежить від балансування потужностей між діагностуванням, ремонтом і регламентним ТО [2; 17].

За даними підприємства, тривалість зміни становить 8 год, чисельність працівників на посту – 1, що задає базові обмеження пропускнуої здатності за умов зростання варіативності попиту. На основі статистичних спостережень під час практики визначено орієнтовну потужність СТО на рівні 1100 автомобілів на місяць або 52 автомобілі на добу, при цьому потік замовлень оцінюється близько 75 автомобілів на добу (без урахування пікових сезонних періодів весна/осінь). Така різниця між інтенсивністю надходження замовлень і середньою потужністю є передумовою формування черг, простоїв/перевантаження окремих постів та появи «вузьких місць», що є

типовим об'єктом подальшого процесного аналізу та цифрового моделювання [2; 4].

Таким чином, ТзОВ «Дукат-Ойл» є репрезентативним прикладом незалежної СТО з чітко визначеною спеціалізацією, постовою структурою та суттєвим впливом сезонності/варіативності попиту. Наявність повторюваних операцій і вимірюваних параметрів (кількість постів, розподіл робіт, фактичні потоки звернень, режим роботи) створює належну інформаційну основу для формування цифрової моделі СТО на основі процесного підходу та подальшого визначення вимог до її функцій і даних [4].

2.2 Аналіз організаційної структури та розподілу функцій персоналу

Організаційна структура СТО як сервісного підприємства визначає порядок взаємодії між працівниками, розподіл відповідальності за процеси та каналів прийняття рішень у межах виконання замовлення клієнта. Для цілей формування цифрової моделі СТО ключовим є не лише перелік посад, а й процесна прив'язка функцій (хто саме створює/перевіряє дані, приймає рішення, запускає наступні операції, здійснює контроль якості та закриває замовлення) [1; 4]. Відповідно до вимог процесного підходу в системах управління якістю, організація має визначити відповідальність і повноваження, необхідні для функціонування процесів та досягнення запланованих результатів [4]. Додатково для автосервісу важливими є нормативні вимоги щодо документування приймання/видачі та оформлення замовлення-наряду, що формує «юридичний контур» сервісного процесу [10].

СТО «Дукат-Ойл» функціонує як незалежний сервісний центр із постовою організацією робіт. Типова для такого формату структура має лінійно-функціональний характер: управлінська ланка забезпечує планування/контроль, а виробничо-сервісна – виконання операцій ТО і ремонту, діагностику, забезпечення запасними частинами та контроль якості

[1; 2]. Для незалежних СТО доцільно виділяти такі контури (див. також рис. 2.1):

- управлінський контур (керівник/адміністратор сервісу, диспетчеризація, облік);
- контур взаємодії з клієнтом (майстер-приймальник/сервіс-радник);
- виробничий контур (діагност, механіки/слюсарі за постами);
- логістично-складський контур (комірник/менеджер запчастин, постачання);
- контур якості (контролер якості або функція майстра зміни/керівника сервісу) [4; 12].

У цифровій моделі зазначені контури відображаються через ролі користувачів і їх права доступу до даних (створення/погодження/закриття документів), що забезпечує простежуваність відповідальності та керованість процесів [4; 6].



Рисунок 2.1 – Організаційна структура та розподіл функцій персоналу на СТО (рисунок згенеровано з використанням технологій ШІ).

Розподіл функцій персоналу за ключовими ролями (див. також рис. 2.1).

Керівник СТО / керівник сервісу. Виконує функції загального управління діяльністю СТО: встановлює правила роботи, забезпечує ресурси, організовує контроль якості, управляє продуктивністю та клієнтським сервісом. У невеликих СТО керівник сервісу поєднує функції майстра зміни та адміністратора, відповідає за узгодження спірних ситуацій і забезпечення виконання стандартів [4; 18]. У процесній моделі це, як правило, власник процесів верхнього рівня та відповідальний за коригувальні дії (PDCA) [4].

Майстер-приймальник. Є ключовою роллю переднього фронту офісу: приймає автомобіль, уточнює потребу клієнта, формує/веде замовлення, комунікує щодо термінів і вартості, координує процес виконання та інформує клієнта про статус робіт. У практиці автосервісу майстер-приймальник виконує функцію «перекладача» між клієнтом і технічним персоналом, перетворюючи скаргу клієнта на конкретні завдання для виробництва [19]. Для цифрової моделі СТО саме ця роль є основним «джерелом даних» на вході процесу: заявка, первинний огляд, погодження робіт, комунікаційні записи [10; 19].

Діагност (у т.ч. електронік). Забезпечує технічну обґрунтованість рішення щодо ремонту/ТО: проводить комп'ютерну й інструментальну діагностику, формує технічний висновок, визначає потребу в роботах і деталях, може супроводжувати складні випадки в процесі ремонту. У процесній моделі діагност формує критичний інформаційний артефакт — протокол діагностики/дефектації, який є підставою для планування ресурсів і для контролю якості [5; 6].

Механіки/слюсарі за постами. Виконують технологічні операції ТО та ремонту, забезпечують фактичне відновлення працездатності автомобіля, ведуть записи про виконані роботи й використані матеріали. Для цифрової моделі важливо, щоб фіксація виконання (час, операції, матеріали) була пов'язана з конкретним замовленням і постом, що формує основу для аналітики продуктивності та планування [4; 6].

Комірник / менеджер запчастин. Здійснює підбір, замовлення, приймання, зберігання і видачу запчастин та матеріалів; контролює залишки, резервування під замовлення, повернення/списання. У практиці автосервісу ця роль критично впливає на тривалість циклу обслуговування, оскільки затримки постачання або помилки підбору формують прості пости і зсув строків виконання [20]. У цифровій моделі комірник відповідає за коректність складських транзакцій і зв'язок «замовлення → потреба → резерв/видача» [2; 20].

Контроль якості – окрема роль або функція керівника/майстра. Функціонально контроль якості включає перевірку відповідності виконаних робіт замовленню, застосування чек-листів, фіксацію невідповідностей і ініціювання коригувальних дій. Для СТО це безпосередньо пов'язано зі зниженням повторних звернень та рекламцій. Загальні вимоги до управління якістю підкреслюють необхідність контролю процесів та ведення задокументованої інформації як доказу відповідності [4; 6].

З позиції процесного підходу найбільш ризиковими є стики процесів і передачі відповідальності між ролями:

- «приймання → діагностика» (повнота вихідних даних, коректність опису симптомів);
- «діагностика → ремонт» (точність дефектації, специфікація запчастин);
- «ремонт → контроль якості» (критерії приймання робіт, чек-лист);
- «контроль якості → видача» (повнота документів, узгодження з клієнтом) [4; 6].

Нормативні вимоги у сфері автосервісу підсилюють значення стиків «приймання/видача», оскільки саме на цих етапах формується належне документування (замовлення-наряд, акти приймання/передачі тощо), яке забезпечує прозорість взаємовідносин зі споживачем і юридичну визначеність послуги [10]. У цифровій моделі ці стики реалізуються через статуси замовлення, правила погодження та контроль повноти даних.



Рисунок 2.2 – Ризики з позиції процесного підходу

Організаційна структура СТО доцільно описується не лише переліком посад, а як система ролей у процесі виконання замовлення. Для «Дукат-Ойл» критичними для цифрового моделювання є: роль майстра-приймальника як роль для «входу даних»; виробничі ролі діагноста й механіків як виконавців і джерел фактичних параметрів; склад як вузол ресурсної синхронізації; функція контролю якості як механізм зниження повторних звернень.

2.3 Аналіз чинної організації виробничо-сервісних процесів СТО

Чинна організація виробничо-сервісних процесів СТО розглядається як наскрізний ланцюг створення послуги, у межах якого формується цінність для клієнта: від приймання автомобіля та уточнення потреби до виконання робіт, контролю якості та видачі автомобіля. Відповідно до процесного підходу, управління має бути зосереджене на взаємодії процесів, ролях, документах та

контрольних точках, що забезпечують відтворюваність результату й керованість відхилень.

Поточний виробничо-сервісний цикл СТО може бути описаний як послідовність етапів (рис. 2.3):

1. Запис/черга → первинний контакт (телефон/месенджери/особисто)
2. Приймання автомобіля: уточнення скарг, первинний огляд, фіксація стану, оформлення замовлення/наряду, узгодження умов
3. Діагностування (за потреби): комп'ютерна діагностика, дефектування, уточнення переліку робіт
4. Планування/диспетчеризація: розподіл замовлення по постах, визначення виконавця, забезпечення ресурсами
5. Ремонт/ТО: виконання технологічних операцій, проміжні перевірки, облік витрат і часу
6. Контроль якості: перевірка відповідності виконаного обсягу, контрольні тести/чек-лист
7. Видача автомобіля: оформлення документів, розрахунок, пояснення клієнту, закриття замовлення.

Така модель відповідає загальним підходам до організації сервісних операцій, де результат формується через кероване перетворення «входів» (авто/дані/ресурси) у «виходи» (виконана послуга/документи/показники).

Приймання є етапом, на якому формується інформаційна база замовлення: симптоми, узгоджені роботи, терміни, відповідальність, первинні записи стану автомобіля. Нормативні вимоги у сфері автосервісу підкреслюють значення документування приймання/передачі, визначення обсягу робіт та оформлення відповідних документів (замовлення-наряд, акт приймання тощо).

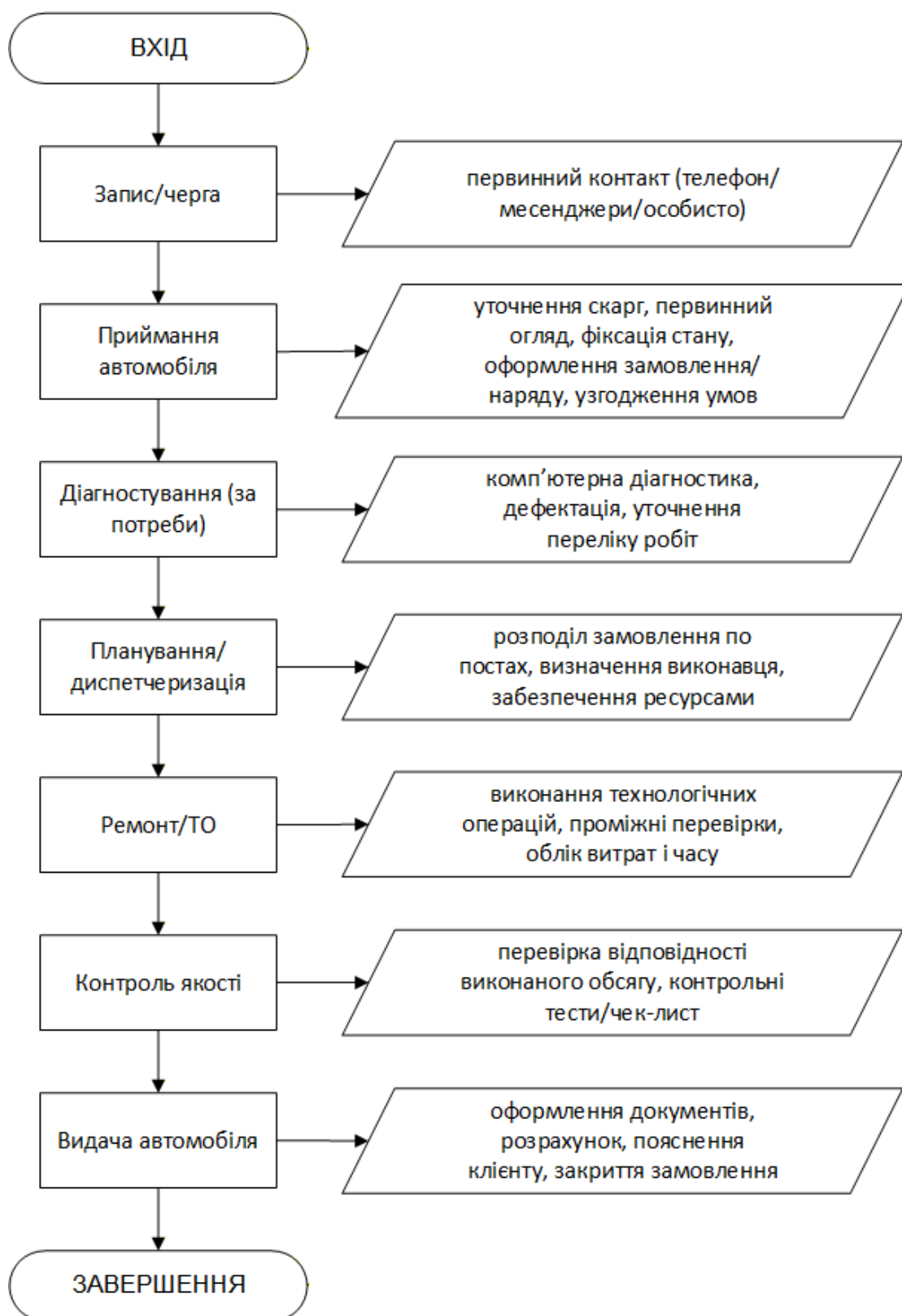


Рисунок 2.3 – Виробничо-сервісний цикл СТО

У чинній практиці незалежних СТО ключовими особливостями організації приймання є:

- залежність якості діагностування й планування від повноти первинних даних (скарги, умови прояву несправності, історія робіт);
- необхідність оперативного узгодження з клієнтом (обсяг/вартість/терміни), що часто впливає на тривалість циклу обслуговування;
- формування «статусу замовлення» переважно через усні домовленості або фрагментарні записи, що ускладнює прозоре диспетчерування за постами.

Діагностування на СТО виконує роль технічного обґрунтування рішення про ремонт/ТО, уточнення трудомісткості та потреби в запчастинах. Для процесного підходу важливо, щоб результат діагностики переходив у наступний процес у вигляді формалізованого виходу (протокол/висновок/специфікація), а не лише усної рекомендації [4].

Типові особливості організації діагностики в умовах незалежної СТО:

- діагностичний процес часто має ітеративний характер, що впливає на планування постів;
- дефектування формує основу для складу/закупівель: некоректна специфікація запчастин створює ризик простоїв і повторних робіт;
- взаємодія «приймання → діагностика» є одним із найбільш ризикових стиків, бо помилки на вході породжують помилки далі.

Ремонтний процес реалізується через постову організацію праці: виконавець отримує завдання (замовлення), ресурси (пост, інструмент, запчастини), виконує операції та фіксує результат. У практиці управління якістю акцент робиться на забезпеченні керованих умов виконання робіт, наявності задокументованої інформації та контролі відповідності результату [4].

Для СТО характерні такі організаційні моменти:

- наявність паралельних потоків робіт (регламентні операції та ремонтні роботи різної трудомісткості), що потребує диспетчеризації;

- розриви між цехом і складом (очікування запчастин, помилки у підборі) безпосередньо збільшують тривалість циклу замовлення та створюють «вузькі місця»;
- контроль фактичної трудомісткості часто ведеться неструктуровано, що ускладнює об'єктивне нормування й оцінку продуктивності.

Контроль якості є завершальним виробничим етапом і страхуванням від повторних звернень. Для процесного управління важливо, щоб контроль був не ситуативним, а опирався на критерії приймання та стандартні чек-листи. Загальні вимоги систем менеджменту якості передбачають моніторинг і вимірювання процесів, контроль невідповідностей та коригувальні дії [4].

Видача автомобіля, своєю чергою, є критичним сервісним етапом: клієнт отримує результат і документальні підтвердження, узгоджує оплату, отримує рекомендації. Нормативно підкреслюється важливість належного оформлення результатів надання послуг, що знижує ризики претензій та непорозумінь.

У чинній організації виробничо-сервісних процесів ключову роль відіграють інформаційні потоки:

- замовлення (запис → наряд → статуси → закриття);
- технічні дані (скарги → діагностика → дефектування → підтвердження виконання);
- складські дані (потреба → резерв/видача → списання/повернення);
- якість (чек-листи/протоколи → невідповідності → коригувальні дії);
- фінансово-документальні дані (кошторис/узгодження → рахунок → оплата → гарантійні записи) [4; 10; 12].

У багатьох незалежних СТО ці потоки є частково формалізованими й частково неформальними (усні узгодження, розрізнені записи), що призводить до: дублювання даних, втрат інформації на стиках ролей, затримок узгодження та ускладнення аналітики. Саме тому процесний аналіз «як є» є необхідною передумовою побудови цифрової моделі «як буде» [12].

Отже, чинна організація процесів СТО характеризується:

- наявністю наскрізного ланцюга основних процесів, який потребує формалізації входів/виходів і відповідальності;
- критичною залежністю якості й термінів виконання робіт від стиків процесів та повноти інформації на передачах між ролями;
- значним впливом узгодженості інформаційних потоків на продуктивність і керованість сервісу.

2.4 Аналіз проблемних зон у процесах СТО

Проблемні зони у виробничо-сервісних процесах СТО доцільно аналізувати через призму процесного підходу (узгодженість процесів і їх взаємодій, відповідальність, критерії контролю, документована інформація) [4] та підходів Lean-менеджменту, які інтерпретують втрати як дії, що не створюють цінності для клієнта (очікування, зайві переміщення, переробки/дефекти, надмірна обробка тощо) [4; 21]. Для СТО найбільш критичними є втрати, що виникають на стиках процесів і передачі відповідальності між ролями, оскільки саме там концентруються інформаційні розриви та затримки [12] (див. рис. 2.4).

Проблема	Де виникає (етап/стик)	Причина	Наслідок	Необхідні дані в цифровій моделі
 Втрати часу Очікування узгодження з клієнтом Очікування запчастин	Очікування узгодження з клієнтом →	Діагностика → Ремонт/ТО	Неоднозначні правила узгодження обсягу, терміну, вартості	Єдина картка замовлення; фіксовані правила узгодження
	Очікування запчастин →	Діагностика → Ремонт/ТО	Неточна дефектація; відкладене резервування складу	Єдина картка замовлення; фіксовані правила узгодження
 Дублювання та переробки Повторні діагностика	Повторні уточнення даних	Приймання → Діагностика	Відсутність єдиної картки замовлення або шаблону наряду	Єдина картка замовлення; фіксовані документи
	Перепитування + зайві переміщення	Діагностика → Ремонт	Неповний опис симптомів; неточна дефектація	Модель потреби; є зам'язування
 Помилки обліку Повторні стійка процесів	Повторні претензії клієнта	Приймання → Видача	Некоректне оформлення прийняття - передачі + замовлення	Регламент приймання передачі; шаблон замовлення; л-аряду
	Ризик неповноти симптомів	Діагностика → Ремонт	Допрошення інформації «заднім числом»	Регламент прийняття діагностики/зв'язати
 Затримки на стиках Ризик неповноти симптомів	Ризик «аузного» місця в складі	Діагностика → Ремонт	Відкладене створення потреби, несинхронний облік	Модель потреби складу резантатом
	Ризик доопрацювань і претензій	Ремонт → Контроль якості	Нечіткі критерії приймання, відсутність чек-листа	Шаблони актів пошкодження тестики замовлення

Рисунок 2.4 – Проблемні зони у процесах СТО

Найпоширенішими джерелами втрат часу, як ключова проблема операційної ефективності, в СТО є:

1. Очікування рішення/узгодження з клієнтом. Після діагностування часто виникає пауза для погодження переліку робіт, вартості та термінів. За відсутності стандартизованих правил “що погоджуємо/як фіксуємо/хто відповідальний” збільшується тривалість циклу замовлення та зростає ризик простою постів [4; 12] .
2. Очікування запчастин і матеріалів (склад/постачання). Неточне дефектування або несвоєчасне резервування запчастин призводить до простою виконавців, повторних звернень до складу, перенесення замовлень і “розриву” потоку робіт.
3. Нерівномірне завантаження постів і “вузькі місця”. Коли потік звернень нерівномірний (пікові періоди), виникає черга на окремі ресурсоємні етапи (діагностування, складні ремонти), тоді як інші пости можуть простоювати. Це типовий прояв дисбалансу потужностей та диспетчеризації, який у процесному підході розглядається як неузгодженість взаємодії процесів і ресурсів [4; 12] .

Дублювання робіт у СТО найчастіше має дві природи – інформаційну та технологічну:

1. Повторне уточнення даних (дублювання інформаційних операцій). За відсутності єдиної «картки замовлення» майстер-приймальник, діагност і механік можуть повторно збирати одні й ті самі відомості (скарги, історія, умови прояву несправності), що збільшує непродуктивні витрати часу і створює ризик суперечливих інтерпретацій [4] .
2. Повторне діагностування / повторні тести. Помилки на стику «приймання → діагностування» (неповний опис симптомів, незафіксовані умови прояву) провокують повторне діагностування, а помилки на стику «діагностування → ремонт» (неточне дефектування) – додаткові розбирання/збирання і повторні вимірювання [21].

3. Переробки через невідповідність якості. Нечіткі критерії приймання робіт і відсутність стандартизованого чек-листа на етапі контролю якості призводять до повернення автомобіля “на доопрацювання”, що формує втрати часу та погіршує клієнтське сприйняття послуги [4; 12].

Помилки обліку – це не лише фінансовий ризик, а й джерело затримок і конфліктів із клієнтом. Типові прояви:

1. Некоректне оформлення/неповнота документів приймання та передачі. Нормативні вимоги передбачають обов’язковість огляду, фіксації дефектів, оформлення акта передавання-приймання та інших документів, що мають однакову юридичну силу в двох примірниках [10]. Неповні записи збільшують ризик претензій і потребу в “дозбиранні” інформації на етапі видачі.
2. Розрив між фактичними роботами і записами в наряді/обліку. Якщо фактичні операції (виконані роботи, витрачені матеріали, час) не фіксуються стандартизовано, ускладнюється контроль продуктивності, коректність розрахунків і формування КРІ для цифрової моделі [4] .
3. Помилки специфікації запчастин (помилкове замовлення/видача). Неточна дефектація або слабка регламентація зв’язку “діагностування → склад” породжує помилки у підборі та резервуванні запчастин, що спричиняє затримки, повернення/обміни і повторні роботи [12] .

Найбільш “ризиковими” є стики, де змінюється відповідальний виконавець і відбувається передача інформації/рішення:

- «Приймання → Діагностування»: ризик неповноти вихідних даних і некоректного опису симптомів, що зумовлює повторні уточнення і діагностику [4; 12] .
- «Діагностування → Ремонт»: ризик неточної дефектування та помилок специфікації запчастин, що викликає простої та переробки [12; 21] .
- «Ремонт → Контроль якості»: ризик нечітких критеріїв приймання робіт і відсутності чек-листів, що збільшує частку доопрацювань [4] .

- «Контроль якості → Видача»: ризик неповноти документів і неузгодженості з клієнтом (обсяг/гарантійні умови), що створює затримки на видачі та підвищує ймовірність претензій [10] .

Таким чином, критичні проблемні зони СТО зводяться до чотирьох груп:

1. втрати часу через очікування (клієнт/запчастини/ресурси),
2. дублювання операцій та переробки (повторна діагностика, доопрацювання),
3. помилки обліку і документування (наряд, акти, складські операції, статуси),
4. затримки на стиках процесів через нечітку передачу відповідальності та неповноту даних.

2.5 Формування вимог до цифрової моделі СТО

Результати аналізу демонструють, що ключові проблеми чинної організації процесів СТО пов'язані з втратами часу (очікування узгоджень і запчастин), дублюванням операцій (повторні уточнення/діагностика), помилками обліку та затримками на стиках процесів і передачі відповідальності. Відповідно, вимоги до цифрової моделі СТО формуються як сукупність процесних, інформаційних, функціональних вимог та вимог якості, які забезпечують керованість процесів і простежуваність результатів у логіці процесного підходу та PDCA [4].

Вимоги до цифрової моделі СТО в розрізі груп наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вимоги до цифрової моделі СТО

Група вимог	Ключові вимоги	Які проблеми вирішуються	Основні дані цифрової моделі
Процесні вимоги	Наскрізна модель процесів; статуси замовлення та правила переходів; контрольні точки; PDCA; можливість опису в BPMN [4; 6; 12]	Затримки на стиках; нерівномірність потоку; втрати часу через неузгодженість	Карта процесів; BPMN-схеми; статусна модель; правила/регламенти
Інформаційні вимоги	Єдина картка замовлення; стандартизовані виходи процесів (протокол діагностування, дефектування); журнал змін/погоджень; документована інформація; відповідність нормативам [4; 10; 12]	Помилки обліку; дублювання даних; конфлікти на видачі; втрата інформації	Картка замовлення; наряд; акт приймання/передачі; протокол діагностування; специфікація запчастин; чек-листи; історія змін
Функціональні вимоги	Управління чергою/записом; диспетчеризація постів; погодження з клієнтом; склад (резерв/видача/повернення); звітність і аналітика [4; 10; 12]	Втрати часу (очікування); простої через запчастини; затримки узгоджень; переробки	Модуль запису; статуси; механізм погоджень; складські транзакції; звіти
Вимоги до KPI	Розрахунок і відображення KPI: час виконання замовлення та етапи; завантаження постів; простої за причинами; повторні звернення/рекламації; план/факт робіт/матеріалів/часу [4; 12]	Неможливість об'єктивної оцінки; невидимі втрати; слабкий контроль якості	Реєстрація часу/статусів; причини простоїв; фактичні операції; статистика звернень
Ролі, відповідальність і доступ	Рольова модель доступу; визначення відповідальності на стиках; простежуваність «хто/коли/що зробив»; права на створення/погодження/закриття [4]	Затримки передач; конфлікти відповідальності; помилки через невідомо кого	Матриця ролей; журнал аудиту; маршрути погоджень; електронні підписи/ідентифікація

Група вимог	Ключові вимоги	Які проблеми вирішуються	Основні дані цифрової моделі
Нефункціональні вимоги	Зручність і швидкодія; цілісність/надійність даних; безпека; сумісність/інтеграції; супроводжуваність [22]	Нові втрати часу через ПЗ; ризик втрати даних; витоки; неможливість інтеграції	Політики доступу; резервне копіювання; інтеграційні формати

Отриманий перелік вимог створює основу для подальшого формування структури цифрової моделі СТО та розроблення системи показників моніторингу.

Висновки до розділу

1. За результатами аналізу діяльності СТО ТзОВ «Дукат-Ойл» встановлено, що підприємство є незалежним сервісним центром із вираженою орієнтацією на регламентні та високочастотні роботи, що створює передумови для процесної стандартизації та цифрового моделювання повторюваних сценаріїв обслуговування.

2. Визначено, що виробнича структура СТО має постову організацію та спеціалізацію робіт; за наявних режимів роботи та фактичного потоку звернень виникає ризик дисбалансу потужностей, утворення черг та «вузьких місць» на окремих ресурсомістких етапах (насамперед – діагностування та забезпечення запчастинами).

3. Проаналізовано організаційну структуру і розподіл функцій персоналу, що дозволило виділити управлінські контури і визначити ключові ролі, відповідальні за створення та перевірку даних у процесах.

4. Продемонстровано, що чинна організація виробничо-сервісних процесів реалізується як наскрізний ланцюг «запис/черга → приймання → діагностика → планування/диспетчеризація → ремонт/ТО → контроль якості → видача», однак значна частина інформаційних взаємодій між етапами є частково формалізованою, що ускладнює керованість і подальшу аналітику.

5. Виявлено основні проблемні зони процесів СТО: втрати часу, дублювання операцій, помилки обліку і документування, а також затримки на стиках процесів через нечітку передачу відповідальності та неповноту даних.

6. Обґрунтовано, що найбільш критичними для результативності СТО є стики: «приймання → діагностика», «діагностика → ремонт», «ремонт → контроль якості», «контроль якості → видача», оскільки саме на них концентруються ризики інформаційних помилок, затримок і переробок, що прямо впливає на якість послуг та задоволеність клієнтів.

7. На основі проведеного аналізу сформовано вимоги до цифрової моделі СТО, які охоплюють: процесні, інформаційні, функціональні вимоги, КРІ-моніторинг, рольовий доступ і простежуваність відповідальності, а також нефункціональні вимоги.

3 ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ СТО НА ОСНОВІ ПРОЦЕСНОГО ПІДХОДУ

3.1 Концепція цифрової моделі СТО та її структура

Цифрова модель СТО у межах цієї роботи трактується як процесно-інформаційна модель сервісного підприємства, що відображає: наскрізні процеси надання послуг; ролі та відповідальність персоналу; дані й документи, які створюються на кожному етапі; контрольні точки та правила переходів між етапами; показники результативності (KPI) для управління та поліпшення [4].

Концептуально цифрова модель будується на процесному підході ISO 9001, який вимагає визначити процеси, їх взаємодію, критерії та методи моніторингу, ресурси, відповідальність, а також застосовувати цикл PDCA і ризик-орієнтоване мислення [4]. Для формалізації процесів доцільно використовувати BPMN (загальноприйнятий стандарт візуального моделювання бізнес-процесів) як загальновизнану нотацію, що є зрозумілою стейкхолдерам і достатньо точною для подальшої програмної реалізації [6].

Цифрова модель має усунути виявлені проблеми (затримки на стиках, дублювання, помилки обліку) через єдину картку замовлення, статусну модель та стандартизовані виходи процесів.

Під час формування цифрової моделі СТО доцільно дотримуватися таких принципів:

1. Наскрізність: модель охоплює весь цикл «приймання → діагностика → ремонт/ТО → контроль якості → видача» з фіксацією передач відповідальності [4; 6].
2. Єдине джерело даних: усі учасники працюють із однією карткою замовлення; забороняється дублювання критичних даних у паралельних журналах.
3. Простежуваність і доказовість: кожна дія має автора, час і результат, що відповідає підходу ISO 9001, задокументована інформація [4].

4. Стандартизація виходів процесів: кожен процес завершується формалізованим результатом (документ/запис), який є входом для наступного процесу.
5. КРІ-керованість: модель збирає дані для розрахунку повного часу виконання робіт, завантаження постів, повторних звернень, причин простоїв тощо, для подальшого моніторингу та поліпшення [4].
6. Зручність і надійність: модель повинна відповідати нефункціональним вимогам якості ПЗ (зокрема ISO/IEC 25010: функціональна придатність, зручність використання, надійність, безпека тощо) [22].

Структурно цифрова модель СТО доцільно представити як 4 взаємопов'язані рівні: процесний рівень, рівень даних, ресурсно-рольовий та управлінсько-аналітичний рівні (див. рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Рівні структурно цифрової моделі СТО

Нижче, в таблиці 3.1 наведено рекомендовані модулі цифрової моделі та їх призначення. Модулі можна реалізувати як набір цифрових форм і регламентів або як функціональні підсистеми ПЗ.

Таблиця 3.1 – Модулі цифрової моделі СТО та їх функції

Модуль	Призначення	Ключові результати
М1. Запис/черга і приймання	Формування замовлення, фіксація потреби та первинного стану	Картка замовлення; наряд/акт приймання; статуси «Прийнято/Черга»
М2. Діагностика і дефектація	Технічне обґрунтування робіт і ресурсів	Протокол діагностування; дефектування; специфікація запчастин; статус «Діагностування/Узгодження»
М3. Планування і диспетчеризація постів	Розподіл робіт по постах/виконавцях, синхронізація потоку	Призначення поста/виконавця; календар завантаження; причини простоїв
М4. Виконання робіт (ремонт/ТО)	Фіксація факту виконання, часу, матеріалів	Відмітки операцій; план/факт; використані матеріали; статус «В роботі»
М5. Склад і запчастини	Мінімізація очікувань, контроль запасів	Резервування; видача/списання; повернення; зв'язок із дефектацією
М6. Контроль якості (QC)	Підтвердження якості та зниження повторних звернень	Чек-лист контролю якості; невідповідності; рішення «допуск/допрацювання»
М7. Видача і закриття замовлення	Завершення послуги та документування	Акт видачі; фінальні документи; статус «Закрито»
М8. Аналітика KPI і поліпшення	Управління на основі даних, PDCA	Дашборд KPI; звіти; аналіз причин затримок/повторів

Для забезпечення цілісності моделі доцільно закріпити перелік базових об'єктів (сутностей), які пов'язують модулі між собою (див. табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Базові об'єкти цифрової моделі СТО

Об'єкт	Короткий зміст	Де використовується
Замовлення	центральный об'єкт: авто, клієнт, роботи, статуси, відповідальні	усі модулі
Автомобіль	VIN/держномер, пробіг, історія звернень	M1–M8
Клієнт	контакти, історія, погодження	M1, M7
Діагностичний протокол	результати тестів, висновок, дефектація	M2, M4, M6
Специфікація запчастин	перелік деталей, резерв/видача, статус постачання	M2, M5, M4
Операція/робота	перелік виконаних операцій, час, виконавець	M4, M8

Об'єкт	Короткий зміст	Де використовується
QC-перевірка	чек-лист, невідповідності, допуск/допрацювання	M6, M8
Статуси та часові мітки	час входу/виходу з етапів, причини затримок	M1–M8
KPI-показники	повний час виконання замовлення, повторні звернення тощо	M8

Щоб цифрова модель не створювала нові втрати (через складність або повільність), доцільно задати мінімальні вимоги якості реалізації за ISO/IEC 25010: функціональна придатність, продуктивність, сумісність, зручність використання, надійність, безпека, супроводжуваність, портативність [22]. Для СТО найбільш критичними є: зручність введення даних, цілісність і безпека, швидкий пошук інформації та експорт/інтеграції.

3.2 Опис і моделювання ключових процесів СТО

У межах цифрової моделі СТО ключові процеси доцільно описувати в єдиному уніфікованому форматі «вхід → операції → вихід → контроль», що забезпечує: чітке визначення меж процесу; стандартизовані результати (виходи), які стають входами наступних процесів; визначення контрольних точок і відповідальності; підготовку даних для KPI-моніторингу та подальшої автоматизації. Нижче, в таблицях 3.3 – 3.9 наведено процесні картки для основних процесів СТО.

Таблиця 3.3 – Процесна картка Р1 «Приймання автомобіля»

Елемент	Зміст
Мета процесу	Коректно прийняти автомобіль, зафіксувати потребу клієнта й первинний стан ТЗ, сформувати замовлення та стартові дані для діагностики/робіт
Вхід	Автомобіль; заявка/запис; дані клієнта; скарги/симптоми; історія звернень (за наявності); зовнішній огляд/комплектція; початкові обмеження (термін/бюджет)
Операції	1) реєстрація звернення/ідентифікація авто; 2) опитування клієнта за шаблоном (умови прояву несправності); 3) первинний огляд/фотофіксація (за потреби); 4) попередня класифікація: «без діагностики / потрібна діагностика»; 5) формування наряду/замовлення; 6) первинне узгодження умов

Елемент	Зміст
Вихід	Єдина картка замовлення; наряд/акт приймання; опис симптомів; статус «Прийнято» або «Очікує діагностики»
Контроль	Повнота обов'язкових полів; узгодженість робіт/термінів; підтвердження клієнта; фіксація відповідального (майстер-приймальник); час старту Lead Time
Ризиковий стик	«Приймання → Діагностика»: неповні/некоректні симптоми → повторна діагностика/затримки

Таблиця 3.4 – Процесна картка Р2 «Діагностування та дефектування»

Елемент	Зміст
Мета процесу	Встановити технічний стан і причину несправності, сформувавши обґрунтований перелік робіт і потребу в запчастинах/матеріалах
Вхід	Картка замовлення; опис симптомів; попередні записи; доступ до ТЗ; діагностичне обладнання/ПЗ; довідники/регламенти
Операції	1) первинна діагностика (сканування/вимірювання); 2) уточнювальні тести; 3) дефектація (визначення вузла/операцій); 4) формування специфікації запчастин; 5) оцінка трудомісткості; 6) за потреби — підготовка пропозиції для узгодження з клієнтом
Вихід	Протокол діагностики; дефектація; специфікація запчастин; уточнений перелік робіт; статус «Узгодження» або «Готово до виконання»
Контроль	Повнота протоколу (код/параметри/висновок); логічний зв'язок «дефект → робота → запчастина»; фіксація виконавця (діагност); контроль часу діагностики
Ризиковий стик	«Діагностика → Ремонт»: неточна дефектація/специфікація → простої, помилки підбору, переробки

Таблиця 3.5 – Процесна картка Р3 «Планування та диспетчеризація»

Елемент	Зміст
Мета процесу	Забезпечити безперервність потоку робіт: призначити пост/виконавця, синхронізувати запчастини та час
Вхід	Замовлення зі статусом «Готово до виконання»; перелік робіт; оцінка трудомісткості; доступність постів/персоналу; статус запчастин
Операції	1) пріоритизація; 2) перевірка наявності/термінів постачання запчастин; 3) резервування поста/виконавця; 4) план-графік; 5) запуск робіт (переведення в статус «В роботі»)
Вихід	Призначений пост/виконавець; плановий слот; статус «В роботі»; причина очікування (якщо є)
Контроль	Контроль завантаження постів; час очікування до старту робіт; фіксація причини простою (узгодження/запчастини/черга)
Ризикові точки	Дисбаланс потужностей, “вузькі місця” діагностики/постів; неузгоджене резервування запчастин

Таблиця 3.6 – Процесна картка Р4 «Ремонт / технічне обслуговування (виконання робіт)»

Елемент	Зміст
Мета процесу	Виконати погоджені роботи з ТО/ремонту відповідно до технології та забезпечити облік факту виконання
Вхід	Картка замовлення; перелік робіт; запчастини/матеріали (зарезервовані); пост/обладнання; технологічні вимоги; виконавець
Операції	1) підготовка поста; 2) виконання операцій; 3) фіксація факту виконання (операції/час/матеріали); 4) проміжні перевірки; 5) повідомлення про додаткові дефекти (за процедурою узгодження)
Вихід	Відмітки виконаних робіт; використані матеріали/запчастини; фактична трудомісткість; статус «Готово до QC»
Контроль	Дотримання технології; контроль критичних операцій; план/факт часу; авторство записів (механік); фіксація додаткових робіт тільки після погодження
Ризиковий стик	«Ремонт → Контроль якості»: відсутні критерії приймання/записи → повернення на доопрацювання

Таблиця 3.7 – Процесна картка Р5 «Склад і запчастини»

Елемент	Зміст
Мета процесу	Забезпечити роботи потрібними запчастинами/матеріалами вчасно, мінімізувати простої та помилки підбору
Вхід	Специфікація запчастин із діагностики; наявність на складі; терміни постачання; правила резервування/видачі
Операції	1) перевірка наявності; 2) резервування під замовлення; 3) видача на пост; 4) списання/повернення; 5) фіксація замін і аналогів; 6) контроль залишків
Вихід	Статус забезпечення запчастинами; складські транзакції; підтвердження видачі/списання; причина затримки (якщо є)
Контроль	Відповідність «дефектація → запчастина»; уникнення дублювання видач; контроль залишків; облік повернень; контроль часу очікування
Ризикові точки	Невірний підбір/аналоги; відсутність резерву; несинхронність зі статусом замовлення

Таблиця 3.8 – Процесна картка Р6 «Контроль якості (QC)»

Елемент	Зміст
Мета процесу	Підтвердити відповідність виконаних робіт вимогам замовлення та критеріям приймання, запобігти повторним зверненням
Вхід	Замовлення зі статусом «Готово до QC»; перелік виконаних робіт; результати перевірок/тестів; чек-лист QC
Операції	1) перевірка відповідності замовленню; 2) контроль критичних параметрів; 3) тест-процедури (за потреби); 4) фіксація невідповідностей; 5) повернення на доопрацювання або допуск до видачі
Вихід	Заповнений чек-лист QC; рішення «допуск/допрацювання»; статус «Готово до видачі» або «На доопрацювання»
Контроль	Обов'язковість чек-листу; фіксація відповідального (QC/майстер); статистика невідповідностей; контроль повторних звернень

Ризиковий стик	«Контроль якості → Видача»: неповні документи/неузгодженість → затримки, претензії
----------------	--

Таблиця 3.9 – Процесна картка Р7 «Видача автомобіля та закриття замовлення»

Елемент	Зміст
Мета процесу	Завершити замовлення: передати авто, оформити документи, зафіксувати оплату і підсумкові показники
Вхід	Замовлення зі статусом «Готово до видачі»; чек-лист QC; наряд/акт; рахунок; гарантійні умови; рекомендації
Операції	1) фінальна перевірка комплектності; 2) пояснення клієнту виконаних робіт; 3) оформлення документів (акт видачі/закриття); 4) оплата; 5) збір зворотного зв'язку (за наявності)
Вихід	Закрите замовлення; комплект документів; статус «Закрито»; підсумкові значення KPI (час виконання замовлення, причини затримок)
Контроль	Повнота документів; наявність погоджень додаткових робіт; фіксація відповідального; контроль завершення в системі
Ризикові точки	Неповні документи; відсутність погодження змін; розбіжність план/факт

Для зменшення втрат часу та ризиків помилок на стиках процесів у цифровій моделі СТО доцільно закріпити обов'язкові контрольні точки передачі, які визначають мінімально необхідний набір даних і документів для переходу замовлення на наступний етап. Так, точка G1 на переході «Приймання → Діагностика» має підтверджувати наявність заповненого опису симптомів, оформленого акта/наряду та, за потреби, фотофіксації стану автомобіля. Точка G2 на переході «Діагностика → Ремонт» передбачає сформований протокол діагностики, результати дефектації, специфікацію запчастин і зафіксоване погодження обсягу робіт із клієнтом. Точка G3 на переході «Ремонт → QC» забезпечує наявність відміток факту виконання операцій, даних про використані матеріали та підтвердження завершення робіт за замовленням. Нарешті, Точка G4 на переході «QC → Видача» вимагає заповненого чек-листа контролю якості, сформованого пакета документів і підтвердження готовності автомобіля до видачі клієнту.

3.3 Функціональна модель інформаційної взаємодії між учасниками процесів СТО

Функціональна модель інформаційної взаємодії між учасниками процесів СТО визначає, хто, коли, які дані/документи створює, передає, перевіряє та використовує у межах наскрізного процесу виконання замовлення. У цифровій моделі така взаємодія має будуватися відповідно до процесного підходу (визначені процеси, їх взаємодії, відповідальність, критерії контролю) та вимог до “задокументованої інформації” (доступність, актуальність, захист, керування змінами) [4].

У цифровій моделі СТО базовими учасниками інформаційної взаємодії є:

- керівник/адміністратор СТО (управління ресурсами, диспетчеризація, контроль результативності, розгляд спірних ситуацій);
- майстер-приймальник (вхід даних, комунікація з клієнтом, погодження, оформлення документів);
- діагност (технічний висновок, дефектування, специфікація запчастин);
- механік/слюсар (факт виконання робіт, використані матеріали, план/факт часу);
- комірник/менеджер запчастин (резервування, видача/списання, повернення, статус постачання);
- контроль якості (чек-лист, невідповідності, допуск/допрацювання);
- клієнт (погодження обсягу/вартості/термінів; приймання результату; оплата).

Канали взаємодії у цифровій моделі повинні бути уніфіковані: картка замовлення як єдине джерело даних, вбудовані механізми погодження змін та журнал подій/аудиту (хто-що-коли), що відповідає вимогам ISO 9001 щодо керування документованою інформацією [4]. Нормативні вимоги до автосервісу також підсилюють значущість етапів приймання/видачі та документування результатів надання послуг [10].

Для забезпечення безперервності процесів і мінімізації помилок на стиках, цифрова модель повинна використовувати стандартизований набір інформаційних об'єктів (табл. 3.10).

Керування цими об'єктами має відповідати принципам документування: доступність «де і коли потрібно», захист від втрати конфіденційності/цілісності, керування розповсюдженням, доступом, зберіганням і змінами [4].

Для усунення “розмитості” відповідальності на стиках процесів доцільно застосувати RACI-матрицю (Responsible/Accountable/Consulted/Informed), яка описує участь ролей у створенні та погодженні результатів процесу [23].

Таблиця 3.10 – RACI-матриця для ключових документів/даних цифрової моделі

Інформаційний об'єкт	Керівник/ адміністратор	Майстер- приймальник	Діагност	Механік	Комірник	QC	Клієнт
Картка замовлення (Work Order)	I	A/R	C	C	I	I	I
Профіль симптомів	I	A/R	C	I	I	I	C
Протокол діагностики / дефектація	I	C	A/R	C	C	I	I
Специфікація запчастин	I	I	R	I	A/R	I	I
Відомість виконаних робіт (план/факт)	I	I	C	A/R	I	C	I
Чек-лист контролю якості	I	I	C	C	I	A/R	I
Погодження додаткових робіт/змін	I	A/R	C	C	I	I	C/R
Пакет видачі / закриття замовлення	I	A/R	I	I	I	C	C/R
Позначення: R – виконує/створює; A – несе кінцеву відповідальність; C – консультує/узгоджує; I – інформується.							

Запропонована модель інформаційної взаємодії забезпечує основу для побудови системи KPI та оцінювання ефекту від цифрової моделі.

3.4 Система показників моніторингу процесів СТО

Система показників моніторингу процесів СТО є складовою цифрової моделі та призначена для регулярного вимірювання результативності й ефективності процесів, виявлення відхилень, аналізу причин втрат і підтримки рішень у контурі PDCA. Вимога щодо визначення що саме вимірювати, як, коли та як використовувати результати аналізу узгоджується з положеннями ISO 9001 щодо моніторингу, вимірювання, аналізу й оцінювання [4]. Для стандартизації частини виробничих показників (завантаження/доступність ресурсів, продуктивність тощо) доцільно застосовувати підходи, закладені в ISO 22400 [23].

Перелік ключових показників моніторингу процесів СТО та їх суть описано в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Ключові показники моніторингу процесів СТО

Група	Показник	Позначення / формула	Що показує
Час/потік	Час виконання замовлення	$LT = t_{\text{закрито}} - t_{\text{прийнято}}$	Повний час виконання замовлення (із очікуваннями)
	Час діагностування	$T_{\text{діагн}} = t_{\text{кін.діаг.}} - t_{\text{поч.діаг.}}$	Тривалість етапу діагностування
	Час очікування запчастин	$T_{\text{сум.інт}}$ – сума інтервалів очікування	Втрати часу через відсутність/логістику деталей
	Час ремонту/ТО (цикл робіт)	$CT = \sum t_{\text{операцій}}$	«Чистий» час виконання робіт
	Час QC	$T_{QC} = t_{QC \text{ кін}} - t_{QC \text{ поч}}$	Вплив контролю якості на цикл замовлення
	Частка простою замовлень	$\frac{T_{\text{прост}}}{LT} \cdot 100 \%$	Доля часу без доданої цінності (очікування)
Ресурси/потужність	Завантаження постів	$\frac{T_{\text{роботи на пості}}}{T_{\text{доступний час поста}}} \cdot 100 \%$	Наскільки інтенсивно використовується пост
	Пропускна здатність (throughput)	$(N_{\text{закрито}} / \text{день (тижд.)})$	Скільки замовлень реально завершується
	План/факт трудомісткості	$\Delta T = T_{\text{факт}} - T_{\text{план}}$	Якість нормування і прогнозування

Група	Показник	Позначення / формула	Що показує
Якість	Усунення з першого візиту	$FTFR = \frac{N_{\text{з першого разу}}}{N_{\text{усіх}}} \cdot 100\%$	Частка замовлень, виконаних «з першого разу» без повторного візиту/доробок
	Повторні звернення	$RR = \frac{N_{\text{повтор}}}{N_{\text{усіх}}} \cdot 100\%$	Протилежний показник до FTFR
	Повернення на доопрацювання після QC	$NCR = \frac{N_{\text{поверн}}}{N_{\text{усіх}}} \cdot 100\%$	Ефективність ремонту та критеріїв QC
	Частота невідповідностей (QC NCR)	$NCR/N_{\text{замовлень}}$	Стабільність процесу і дисципліна виконання
Склад/логістика	Точність підбору запчастин	$\frac{N_{\text{без повернення/обміну}}}{N_{\text{виданих}}} \cdot 100\%$	Якість дефектування та роботи складу
	Частка затримок через запчастини	$\frac{N_{\text{затриманих замовлень}}}{N_{\text{виданих}}} \cdot 100\%$	Вплив складу на час виконання робіт
Клієнт/сервіс	Дотримання строків (On-time delivery)	$\frac{N_{\text{вчасно}}}{N_{\text{усіх}}} \cdot 100\%$	Виконання обіцяного терміну
	Частка “змін у замовленні”	$\frac{N_{\text{дод.робіт}}}{N_{\text{усіх}}} \cdot 100\%$	Якість діагностування/планування, прозорість погоджень

Наведені в таблиці 3.11 показники застосовуються не лише для фіксації стану, а як механізм керування циклу PDCA.

Висновки до розділу

1. Сформовано концепцію цифрової моделі СТО як процесно-інформаційної системи, що поєднує наскрізні процеси надання послуг, ролі та відповідальність персоналу, стандартизовані дані/документи, контрольні точки переходів і KPI для управління та поліпшення в логіці процесного підходу.

2. Обґрунтовано та описано структуру цифрової моделі за рівнями (процесний, даних і документів, ресурсно-рольовий, управлінсько-

аналітичний), а також запропоновано модульну побудову, що забезпечує цілісність та масштабованість моделі.

3. Виконано опис і моделювання ключових процесів СТО у форматі «вхід – операції – вихід – контроль», що дозволило однозначно визначити межі процесів, стандартизувати їх результати та підготувати основу для автоматизованого збору даних і контролю якості на кожному етапі.

4. Для мінімізації ризиків помилок і втрат часу на стиках процесів запропоновано систему контрольних точок передачі (G1–G4), яка встановлює обов’язкові дані/документи для переходу замовлення на наступний етап і забезпечує простежуваність відповідальності.

5. Розроблено функціональну модель інформаційної взаємодії між учасниками процесів СТО, визначено ключові інформаційні об’єкти та розподіл відповідальності за ними, що усуває дублювання даних і підвищує узгодженість виконання робіт.

6. Сформовано систему показників моніторингу процесів СТО, яка охоплює групи часу/потoku, ресурсів, якості, складу/логістики та сервісу, що забезпечує керування на основі даних у контурі PDCA.

4 ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВОЇ МОДЕЛІ СТО

4.1 Методика оцінювання ефективності впровадження цифрової моделі

Оцінювання ефективності впровадження цифрової моделі СТО доцільно виконувати як комплексну до впровадження та після впровадження оцінку, що поєднує: вимірювання процесних KPI; перевірку керованості та відповідності процесів; економічне обґрунтування витрат і вигід. Такий підхід узгоджується з вимогами ISO 9001 щодо моніторингу, вимірювання, аналізу та оцінювання результативності процесів, а також використання отриманих даних для поліпшення [4]. Для стандартизації частини показників (завантаження ресурсів, продуктивність, доступність) доцільно застосовувати підходи ISO 22400 [23]. Контроль коректності впровадження процедур та доказовості даних забезпечується через внутрішні перевірки/аудити відповідно до настанов ISO 19011 [24].

Нижче наведено етапи оцінювання.

1. Формування базового стану: визначення переліку процесів і показників (див. розділ 3.4), встановлення періоду спостереження та фіксація вихідних значень KPI на основі фактичних даних СТО [4; 23].
2. Опис змін: фіксація, які саме елементи цифрової моделі впроваджуються та які правила роботи змінюються [4].
3. Пілотне впровадження та стабілізація: тестовий період роботи з навчанням персоналу та усуненням технічних/організаційних недоліків.
4. Післявпроваджувальні вимірювання: збір KPI за аналогічний період і в порівнюваних умовах; контроль повноти даних [4].
5. Порівняльна оцінка ефекту: розрахунок абсолютних і відносних змін показників (Δ , %), інтерпретація причин відхилень; за потреби – аналіз чутливості/сценаріїв (песимістичний/базовий/оптимістичний) [25].

6. Внутрішня перевірка: вибіркова перевірка коректності процесних записів і дотримання правил, статусної моделі та регламентів (відповідно до ISO 19011) [24].
7. Економічне обґрунтування: оцінювання витрат на впровадження та грошового ефекту від змін (скорочення простоїв, зростання пропускної здатності, зменшення повторних звернень), розрахунок показників окупності/доцільності [25].

Ефективність впровадження цифрової моделі підтверджується, якщо досягнуто покращення за трьома групами критеріїв (див. також табл. 4.1):

- операційні (час/потік/ресурси): зменшення часу виконання робіт і простоїв, підвищення завантаження постів без погіршення якості, [4; 23];
- якість і керованість: зменшення повторних звернень, частки доопрацювань після QC, підвищення доказовості (повнота протоколів/чек-листів/погоджень) [4];
- економічні: позитивний чистий ефект (економія/додатковий дохід) порівняно з витратами, прийнятний строк окупності, позитивні показники [25].

Економічний ефект оцінюється як різниця між вигодами та витратами впровадження:

- Витрати (С): одноразові (розробка/налаштування, навчання, обладнання) + поточні (підтримка, ліцензії, адміністрування).
- Вигоди (В): скорочення непродуктивного часу, зростання обсягу послуг, зниження переробок і повторних звернень, зменшення помилок обліку [25].

Таблиця 4.1 – Схема оцінювання ефективності впровадження цифрової моделі СТО

Блок оцінювання	Що вимірюється	Результат
Процесна ефективність	Час виконання робіт, час етапів, простої, завантаження постів	Висновок про зміни продуктивності й втрат
Якість і керованість	FTFR/повторні звернення, QC, повнота протоколів/чек-листів/погоджень	Висновок про стабільність якості та доказовість
Перевірка впровадження	Внутрішні перевірки/аудит вибірки замовлень (дотримання правил, коректність записів)	Підтвердження коректності даних і процедур
Економічна доцільність	Витрати С, вигоди В	Висновок про окупність і доцільність

Для узагальненої оцінки доцільно застосувати базові інвестиційні показники, такі як рентабельність інвестицій, строк окупності / дисконтований строк окупності), чиста приведена вартість.

4.2 Оцінка впливу цифрової моделі на організаційно-виробничі показники роботи СТО

Вплив цифрової моделі СТО оцінюється через порівняння показників “до/після” за трьома групами: організаційно-виробничі (час/потік/ресурси); якість послуг; керованість процесів (прозорість, простежуваність, дисципліна виконання). Такий підхід відповідає вимогам ISO 9001 щодо моніторингу, вимірювання, аналізу та оцінювання результативності процесів, а також використання даних для поліпшення [4]. Для уніфікації частини операційних KPI (завантаження ресурсів, продуктивність) доцільно використовувати логіку ISO 22400 [23] (див. табл. 4.2).

Цифрова модель (картка замовлення, статуси, диспетчеризація, інтеграція зі складом) впливає насамперед на скорочення непродуктивних втрат часу та підвищення узгодженості потоку замовлень. Очікуваний ефект проявляється у:

- зменшенні часу виконання замовлення за рахунок фіксації причин очікування (узгодження/запчастини/черга) і керування статусами;
- скороченні очікування запчастин завдяки зв'язку «дефектування → специфікація → резервування/замовлення» та контролю статусу постачання;
- зростанні пропускну здатності та завантаження постів через більш точну диспетчеризацію й балансування робіт між постами;
- зменшенні розбіжності план/факт трудомісткості (підвищення точності прогнозування) через накопичення статистики фактичного часу виконання типових робіт.

Цифрова модель впливає на якість через стандартизацію результатів процесів і контрольні точки передачі відповідальності. Ключові результати:

- зниження частки повторних звернень та підвищення кількості робіт виконаних з першого разу (FTFR – First-Time Fix Rate) завдяки формалізованим виходам діагностування (протокол/дефектування) та обов'язковому QC (чек-лист, критерії приймання);
- зменшення частки повернень на доопрацювання після QC за рахунок прозорих критеріїв приймання та відстеження типових невідповідностей;
- підвищення стабільності якості через застосування PDCA (аналіз причин відхилень → коригувальні дії → перевірка результату).

Керованість процесів підвищується через те, що цифрова модель забезпечує задокументовану інформацію та простежуваність, а також контроль повноти даних у точках передачі (G1–G4). Це дає:

- прозорість статусу кожного замовлення та причин затримок;
- розмежування відповідальності між ролями (майстер-приймальник, діагност, механік, склад, QC);
- зменшення помилок обліку (операцій, матеріалів, документів) через єдину картку замовлення та журнал погоджень змін;

- можливість внутрішньої перевірки дотримання процедур і якості записів (вибірковий аудит замовлень) відповідно до підходів ISO 19011 [24].

Таблиця 4.2 – Вплив цифрової моделі СТО на ключові показники

Група	Показник	Очікувана динаміка після впровадження	За рахунок чого	Джерело даних у цифровій моделі
Час/потік	Час виконання замовлення	↓	Статуси, контроль, керування очікуваннями	Часові мітки статусів
Час/потік	Час очікування запчастин	↓	Специфікація + резерв/ замовлення + статус постачання	Події складу
Ресурси	Завантаження постів	↑ (без погіршення якості)	Диспетчеризація, балансування робіт	Графік постів, фактичні операції
Ресурси	Пропускна спроможність (закриті замовлення/ період)	↑	Скорочення простоїв + краща координація	Кількість статусів “Закрито”
Планування	План/факт трудомісткості	↓ розбіжність	Накопичення фактів часу, типізація робіт	План з діагностування + факт операцій
Якість	FTFR / повторні звернення	FTFR ↑, повтори ↓	Протокол діагностики + стандарти QC	Повторні звернення по авто/дефекту
Якість	Помилки якості / повторні звернення	↓	Чек-лист QC + аналіз невідповідностей	Чек-листи, журнал повторних звернень
Керованість	Повнота документів/ записів	↑	Єдина картка + аудит-лог	Контроль заповнення полів
Керованість	Час узгодження змін	↓	Протокол погоджень, фіксація відповідального	Журнал погоджень/ комунікацій

Група	Показник	Очікувана динаміка після впровадження	За рахунок чого	Джерело даних у цифровій моделі
Керованість	Відтворюваність процесу	↑	Уніфіковані виходи процесів	Наявність “виходів” на G1–G4

Отже, цифрова модель СТО забезпечує кількісно вимірюваний вплив на результативність діяльності: зменшує втрати часу та простої, підвищує використання виробничих ресурсів і пропускну здатність, знижує частку повторних звернень і доопрацювань, а також підвищує керованість процесів завдяки простежуваності, стандартизованим виходам процесів і контрольним точкам передачі відповідальності.

4.3 Економічне обґрунтування доцільності впровадження цифрової моделі СТО

Економічне обґрунтування виконано за підходом «витрати → вигоди → показники окупності» з використанням КРІ, визначених у розділі 3, та логіки моніторингу/оцінювання результативності процесів згідно з ISO 9001 [4]. Для фінансової оцінки застосовано показники термін окупності, рентабельність, чиста теперішня вартість як базові методи інвестиційної оцінки [25].

Згідно розділу 2 фактичні показники для СТО становлять: потужність 1100 авто/місяць (≈ 52 авто/добу), потік звернень ≈ 75 авто/добу, 10 постів, зміна 8 год. Оскільки попит перевищує потужність, економічний ефект цифрової моделі проявляється насамперед через зростання пропускну здатності і зменшення втрат часу на стиках процесів.

Для реалістичного розрахунку прийнято консервативний сценарій:

- приріст пропускну здатності на 10% (за рахунок скорочення очікувань/узгоджень/помилки обліку) → +110 авто/місяць;
- середній прибуток з 1 додаткового замовлення (після змінних витрат) – 500 грн/авто;

- щомісячні операційні витрати (OB) на підтримку цифрової моделі (ПЗ/хмара/підтримка) – 8 000 грн/міс;
- разові інвестиції у впровадження (налаштування, навчання, робочі місця/планшети, мережа, шаблони документів, резервування) (I) – 120 000 грн.

Розрахунок річного ефекту та окупності (див. також табл. 4.3).

Додаткова кількість замовлень за місяць:

$$\Delta N = 1100 \cdot 10\% = 110 \text{ авто/міс}$$

Додатковий прибуток за місяць:

$$B_{\text{міс}} = \Delta N \cdot 500 = 110 \cdot 500 = 55\,000 \text{ грн/міс}$$

Чистий ефект за місяць (після операційних витрат):

$$CF_{\text{міс}} = B_{\text{міс}} - OB = 55\,000 - 8\,000 = 47\,000 \text{ грн/міс}$$

Строк окупності:

$$T_{\text{ок}} = I/CF_{\text{міс}} = 120\,000/47\,000 \approx 2.55 \text{ міс}$$

Річний чистий ефект:

$$CF_{\text{рік}} = 47\,000 \cdot 12 = 564\,000 \text{ грн/рік}$$

Коефіцієнт рентабельності інвестицій за 1-й рік:

$$R_I = \frac{CF_{\text{рік}} - I}{I} = \frac{564\,000 - 120\,000}{120\,000} \approx 3.70 \text{ (370\%)}$$

Чиста приведена теперішня вартість за 3 роки є додатною ($\approx +1.25$ млн грн), тобто проєкт фінансово доцільний за критерієм приведеної вартості.

Таблиця 4.3 – Підсумок економічного ефекту

Показник	Значення
Потужність до впровадження, авто/міс	1100
Приріст пропускної здатності після впровадження, %	10%
Додаткова потужність, авто/міс	110
Середній прибуток з додаткового замовлення, грн/авто	500
Додатковий ефект, грн/міс	55 000
Щомісячні операційні витрати цифрової моделі, грн/міс	8 000
Чистий ефект, грн/міс	47 000
Разові витрати цифрової моделі, грн	120 000
Строк окупності, міс	2,55
Чистий ефект за 1 рік, грн	564 000
Коефіцієнт рентабельності інвестицій (1-й рік), %	370%

За умов, коли попит на послуги перевищує потужність СТО, впровадження цифрової моделі є економічно доцільним, оскільки забезпечує зростання пропускної здатності без додаткових капітальних вкладень у пости/обладнання, зменшує втрати часу на стиках процесів та створює основу для стабільного керування якістю і ресурсами на базі КРІ. У консервативному сценарії строк окупності становить близько 2,6 місяця, а річний чистий ефект перевищує 0.56 млн грн.

Висновки до розділу

1. Запропоновано методику оцінювання ефективності впровадження цифрової моделі СТО за принципом «до/після», яка поєднує вимірювання процесних КРІ, перевірку керуваності та економічне обґрунтування витрат і вигід, що відповідає логіці моніторингу та поліпшення процесів у системах управління якістю.

2. Показано, що цифрова модель забезпечує позитивний вплив на організаційно-виробничі показники СТО: скорочення часу виконання замовлень і етапів, зменшення простоїв, підвищення завантаження постів і пропускної здатності, а також покращення точності планування трудомісткості завдяки накопиченню фактичних даних.

3. Виконано економічне обґрунтування доцільності впровадження цифрової моделі для СТО у консервативному сценарії: за приросту пропускної здатності на 10% (+110 авто/міс) та чистому ефекті 47 000 грн/міс строк окупності становить 2,55 місяця, річний чистий ефект – 564 000 грн, а рентабельність інвестицій (1-й рік) – близько 370%, чиста приведена теперішня вартість за 3 роки є додатною ($\approx +1,25$ млн грн).

ВИСНОВКИ

1. СТО обґрунтовано розглянуто як відкриту систему та об'єкт управління, у якому результат послуги формується ланцюгом взаємопов'язаних процесів і якістю інформаційної взаємодії між учасниками.

2. Доведено доцільність застосування процесного підходу як методичної основи цифровізації СТО: формалізація процесів у форматі «вхід–операції–вихід–контроль» та використання PDCA забезпечують відтворюваність результатів, керованість відхилень і основу для постійного поліпшення.

3. Визначено та структуровано основні й допоміжні процеси СТО (приймання, діагностування, ремонт/ТО, контроль якості, видача; склад/логістика, документообіг, управління ресурсами тощо), а також показано критичність стиків процесів як джерела втрат часу, переробок і помилок обліку.

4. На прикладі СТО ТзОВ «Дукат-Ойл» виконано аналіз вихідних даних: підприємство має 10 постів, зміну 8 год, орієнтовну потужність ≈ 1100 авто/міс (≈ 52 авто/добу) при потоці звернень ≈ 75 авто/добу, що формує передумови черг і “вузьких місць” та обґрунтовує потребу в цифровій моделі для підвищення керованості й пропускної здатності.

5. Сформовано вимоги до цифрової моделі СТО (процесні, інформаційні, функціональні, KPI, рольовий доступ, нефункціональні), ключовими з яких є єдина картка замовлення, статусна модель, стандартизовані виходи процесів та контрольні точки передачі відповідальності.

6. Розроблено цифрову модель СТО: визначено її структуру (4 рівні), описано ключові процеси у форматі «вхід–операції–вихід–контроль», побудовано модель інформаційної взаємодії між ролями, запроваджено контрольні точки G1–G4 та систему KPI-моніторингу (повний час виконання замовлення, завантаження постів, повторні звернення, простої через запчастини тощо).

7. Економічно обґрунтовано доцільність впровадження цифрової моделі для СТО «Дукат-Ойл»: у консервативному сценарії приріст пропускної

здатності на 10% (+110 авто/міс) забезпечує чистий ефект $\approx 47\,000$ грн/міс, строк окупності $\approx 2,55$ міс, річний чистий ефект $\approx 564\,000$ грн, рентабельність інвестицій за 1-й рік $\approx 370\%$, чиста приведена теперішня вартість за 3 роки є додатною ($\approx +1,25$ млн грн).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Авер'янов В. С., Шматко Д. З. Організація автосервісу : конспект лекцій для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня зі спеціальності 274 «Автомобільний транспорт». Кам'янське : ДДТУ, 2023. 76 с. URL: https://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/1/4/1-4-z_kl36.pdf (дата звернення: 03.03.2026).
2. Slack N., Brandon-Jones A., Burgess N. Operations Management. 10th ed. Harlow : Pearson, 2022. 768 p.
3. Heizer J., Render B., Munson C. Operations Management: Sustainability and Supply Chain Management. 13th ed. Harlow : Pearson, 2019. 912 p.
4. ISO 9001:2015(E). Quality management systems — Requirements. Geneva : ISO, 2015. 29 p. URL: <https://ontu.edu.ua/download/pubinfo/dcc/standard-ISO-9001-2015-en.pdf>
5. Titu AM, Pop AB. Integrated Quality Management for Automotive Services—Addressing Gaps with European and Japanese Principles. Sustainability. 2025; 17(20):9100. <https://doi.org/10.3390/su17209100>
6. Object Management Group. Business Process Model and Notation (BPMN). Version 2.0.2. Publication date: January 2014. URL: <https://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/About-BPMN>
7. Траченко Л. А. Процесний підхід у системах управління якістю: інтеграція з бізнес-процесами підприємств сфери послуг. Проблеми економіки. 2018. № 2 (36). С. 251–257.
8. Davenport T. H. Process Innovation: Reengineering Work through Information Technology. Boston : Harvard Business School Press, 1993. 352 p.
9. Harrington H. J. Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness. New York : McGraw-Hill, 1991. 274 p.
10. Про затвердження Правил надання послуг з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів : Наказ;

Мінінфраструктури України від 28.11.2014 № 615 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z1609-14> (дата звернення: 03.03.2026).

11. Volkswagen of America. Introduction to Volkswagen Service Core Processes : Self-Study Program. 2010. PDF. URL: <https://content.datarunners.net/content/ssp/7001103CM1.pdf>

12. Titu A. M., Grecu D., Pop A. B., Șugar I. R. Service Process Modeling in Practice: A Case Study in an Automotive Repair Service Provider. Applied Sciences. 2025. Vol. 15, No. 8. 4171. DOI: 10.3390/app15084171.

13. Стрижкова А. С. Цифрова трансформація бізнесу: зміна стратегій і моделей : монографія. Київ, 2019. URL: <https://ndipzir.org.ua/wp-content/uploads/2020/02/Strizhkova19Mono/Strizhkova19Mono%20%284%29.pdf>

14. Grieves M. Digital Twin: Manufacturing Excellence through Virtual Factory Replication : White Paper. 2014. URL: <https://www.3ds.com/fileadmin/PRODUCTS-SERVICES/DELMIA/PDF/Whitepaper/DELMIA-APRISO-Digital-Twin-Whitepaper.pdf> (accessed: 03.03.2026).

15. Tonka J. The digital twin concept – A definition attempt. 2021. URL: <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/265031/1/The%20digital%20twin%20concept%20-%20A%20definition%20attempt%20-%20V3.pdf> (accessed: 03.03.2026).

16. ISO 23247-1:2021. Automation systems and integration — Digital twin framework for manufacturing — Part 1: Overview and general principles. ISO, 2021. URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/75066/ec0a1c59176e488887873acda6b7ecd9/ISO-23247-1-2021.pdf> (accessed: 03.03.2026).

17. Жилко І. С. Обґрунтування розподілу робіт за видами на підприємстві автомобільного сервісу з нормуванням трудомісткості та плануванням потужностей. Кваліфікаційна робота магістра освітньої

програми «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 Автомобільний транспорт. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2025. 68 с.

18. Automotive Service Manager Job Description // Indeed. URL: <https://www.indeed.com/hire/job-description/automotive-service-manager>

19. Service Advisor Job Description: Role, Duties & Skills // MyAutoGMS. 2025. URL: <https://myautogms.com/blog/service-advisor-job-description-role-duties-and-skills> (accessed: 04.03.2026).

20. Explore the Role of a Parts Manager // Auto Training Centre. URL: <https://www.autotrainingcentre.com/blog/explore-the-role-of-a-parts-manager/> (accessed: 04.03.2026).

21. Womack J. P., Jones D. T. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. New York : Simon & Schuster, 1996. URL: https://www.researchgate.net/publication/200657172_Lean_Thinking_Banish_Waste_and_Create_Wealth_in_Your_Corporation

22. ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models. ISO/IEC, 2011. URL: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/35733/2ca18b477b7845a5b8cae39d6de0c098/ISO-IEC-25010-2011.pdf>

23. ISO 22400-2:2014 Automation systems and integration — Key performance indicators (KPIs) for manufacturing operations management — Part 2. URL: <https://www.iso.org/standard/54497.html>

24. ДСТУ ISO 19011:2019 (ISO 19011:2018, IDT). Настанови щодо проведення аудитів систем управління. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2019. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_19011_2019.pdf

25. Жуков В. В. Методичні підходи до оцінки ефективності інвестиційних проектів (NPV, IRR, PP). Ужгород, 2017. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/a9c5e646-369a-43ef-bfd4-f17fe49b4678/content>.

26. Навчальні та кваліфікаційні роботи : методичні вказівки до оформлення навчальних та кваліфікаційних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів освітньо-професійних програм: «Автомобільний транспорт», «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» галузь знань 27 Транспорт, спеціальностей: 274 Автомобільний транспорт, 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті) денної та заочної форм навчання / уклад. В. М. Придюк, В. А. Кищун, В. М. Дембіцький, В. І. Павлюк. – Луцьк : Луцький НТУ, 2019. – 56 с.

27. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання [Чинний від 2017-07-11]. Вид. офіц. Київ, 2016. 32 с.