

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Інформаційних управляючих систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Розробка ІТ-сервісу «Планування ремонту автомобіля»
інформаційної системи автосервісного підприємства

«АвтоМайстер»
(тема)

Виконав:

здобувач 4 року навчання,
групи ІТУ-21-3

Богдан ЛИННИК
(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інформаційні технології
управління
(повна назва освітньої програми)

Керівник: доц. Тетяна БОРИСЕНКО
(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри ІУС



(підпис)

Костянтин ПЕТРОВ

(власне ім'я, прізвище)

2025 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук

Кафедра Інформаційних управляючих систем

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки
(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Інформаційні технології управління
(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри



(підпис)

“ 19 ” травня 2025 р.

ЗАВДАННЯ**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**здобувачеві Линнику Богдану Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка ІТ-сервісу «Планування ремонту автомобіля» інформаційної системи автосервісного підприємства «АвтоМайстер»

затверджена наказом по університету від “ 19 ” травня 2025 р. № 370Ст

2. Термін подання здобувачем роботи до екзаменаційної комісії “ 17 ” червня 2025 р.


3. Вихідні дані до роботи результати передпроектного обстеження об'єкту автоматизації, публікації та інтернет-джерела з досліджуваної проблеми, матеріали переддипломної практики.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати у роботі змістовний опис та аналіз структурних і функціональних особливостей предметної області; огляд та аналіз сучасного стану розглянутої проблеми, а також існуючих методів і засобів вирішення завдань кваліфікаційної роботи; формулювання завдання розробки; опис архітектури об'єкта розробки на рівні функцій; розробка та обґрунтування елементів інформаційної, математичної та програмної забезпечуючої системи.


КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд та аналіз сучасного стану розглянутої проблеми та існуючих методів і засобів вирішення завдань кваліфікаційної роботи	19.05.2025 – 24.05.2025	Виконано
2	Змістовний опис та аналіз структурних і функціональних особливостей предметної області	25.05.2025 – 26.05.2025	Виконано
3	Опис вимог до розроблюваного IT-сервісу	27.05.2025 – 28.05.2025	Виконано
4	Обґрунтування мети і критеріїв ефективності об'єкта розробки	29.05.2025 – 30.05.2025	Виконано
5	Опис архітектури об'єкта розробки на рівні функцій	31.05.2025 – 02.06.2025	Виконано
6	Розробка та обґрунтування елементів інформаційної забезпечуючої системи	03.06.2025–05.06.2025	Виконано
7	Розробка й обґрунтування елементів математичної забезпечуючої системи	06.06.2025 – 07.06.2025	Виконано
8	Розробка та обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи	08.06.2025 – 10.06.2025	Виконано
9	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	11.06.2025 – 12.06.2025	Виконано
10	Перевірка на плагіат	13.06.2025	Виконано
11	Захист кваліфікаційної роботи	18.06.2025	

Дата видачі завдання 19 травня 2025 р.

Здобувач 

 (підпис)

Керівник роботи 

 (підпис)

доц. Тетяна БОРИСЕНКО

 (посада, власне ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 117 с., 27 рис., 3 табл., 2 дод., 16 джерел.

АВТОМОБІЛЬ, БАЗА ДАНИХ, ДІАГНОСТИКА, ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА, ІТ-СЕРВІС, КЛІЄНТ, ОБЛІК, ОПТИМІЗАЦІЯ, ПЛАНУВАННЯ, РЕМОНТ, ГРАФІК РОБІТ, ЗАПЧАСТИНИ.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є процес планування ремонту автомобіля на автосервісних підприємствах.

Метою роботи є створення спеціалізованого ІТ-сервісу для автоматизації та оптимізації етапу планування ремонту автомобіля.

При дослідженні було використано метод системного аналізу та метод структурного моделювання.

У роботі розроблено концепцію і архітектуру ІТ-сервісу планування ремонту автомобіля та запропоновано механізми автоматичного формування графіка робіт.

Робота містить результати аналізу структурних і функціональних особливостей та результати аналізу сучасного стану розглянутої проблеми, формулювання завдання розробки, опис архітектуру об'єкта розробки до рівень функцій, опис проєктних рішень з інформаційної, математичної та програмної забезпечуючи системи.

Отримані результати можуть бути впроваджені на автосервісних підприємствах, для яких важливо управління ремонтними процесами.

ABSTRACT

Master's thesis: 117 pages, 22 figures, 3 tables, 2 appendices, 16 sources.

ACCOUNTING, CAR, CLIENT, DATABASE, DIAGNOSTICS, INFORMATION SYSTEM, IT SERVICE, OPTIMIZATION, PLANNING, REPAIR, SPARE PARTS, WORK SCHEDULE.

The object of the qualification work is the process of planning car repairs at car service enterprises.

The aim of the work is to create a specialized IT service for automating and optimizing the car repair planning stage.

The study used the method of system analysis and the method of structural modeling.

The work develops the concept and architecture of an IT service for car repair planning and proposes mechanisms for automatically generating work schedules.

The work contains the results of the analysis of structural and functional features and the results of the analysis of the current state of the problem under consideration, the formulation of the development task, a description of the architecture of the development object to the level of functions, a description of design solutions for information, mathematical, and software support systems.

The results obtained can be implemented in car service enterprises for which repair process management is important.

ЗМІСТ

	С.
Скорочення та умовні позначки.....	8
Вступ.....	9
1 Змістовний опис та аналіз структурних і функціональних особливостей предметної області.....	10
1.1 Опис особливостей предметної області	10
1.2 Опис організаційної структури об'єкта автоматизації.....	13
1.3 Аналіз функціональних особливостей об'єкта автоматизації.....	16
2 Огляд та аналіз сучасного стану розглянутої проблеми та існуючих методів і засобів вирішення завдань кваліфікаційної роботи	21
3 Формулювання завдання розробки.....	24
3.1 Опис вимог до об'єкта розробки	24
3.1.1 Вимоги до функції «Формування переліку робіт з ремонту авто»	24
3.1.2 Вимоги до функції «Розрахунок кількості необхідних запчастин і матеріалів та перевірка їх забезпеченості»	26
3.1.3 Вимоги до функції «Формування запиту на закупівлю необхідних запчастин та матеріалів».....	28
3.1.4 Вимоги до функції «Оформлення початку ремонту»	29
3.1.5 Вимоги до функції «Формування графіку робіт з ремонту авто»	30
3.2 Обґрунтування мети і критеріїв ефективності об'єкта розробки	31
4 Опис архітектури об'єкта розробки на рівні функцій	33
5 Розробка та обґрунтування елементів інформаційної забезпечуючої системи.....	39
5.1 Опис методу організації даних і обґрунтування типу обраної СУБД.....	39

5.2 Моделювання структури даних ІТ-сервісу «Планування ремонту автомобіля».....	40
6 Розробка та обґрунтування елементів математичної забезпечуючої системи.....	72
6.1 Опис методу формування переліку робіт з ремонту авто	72
6.2 Опис методу формування календарного графіка ремонту авто.....	75
7 Розробка та обґрунтування елементів програмної забезпечуючої системи	78
7.1 Структура програмної забезпечуючої системи	78
7.2 Опис екранних форм, що реалізують інтерфейс користувача	80
Висновки.....	94
Перелік джерел посилання	96
Додаток А Договір про надання послуг з ремонту та технічного обслуговування автомобіля	98
Додаток Б Графічний матеріал кваліфікаційної роботи	103

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

АСП – автосервісне підприємство

ІС – інформаційна система

ІТ – інформаційні технології

МТЗ – матеріальне-технічне забезпечення

ПЗС – програмна забезпечуюча система

СТО – станція технічного обслуговування

ШІ – штучний інтелект

API – Application Programming Interface

BERT – Bidirectional Encoder Representations Transformers

CRM – Customer Relationship Management

ERP – Enterprise Resource Planning

LLM – Large Language Models

VIN – Vehicle Identification Number

ВСТУП

Актуальність вирішення завдання кваліфікаційної роботи визначається потребою підвищення ефективності управління ремонтними процесами на сучасних автосервісних підприємствах. Від якості організації планування робіт безпосередньо залежить ефективність усіх наступних ремонтних процесів – недосконалість цього етапу неминуче провокує виробничі простої, логістичні помилки та затримки у виконанні зобов'язань перед клієнтами.

Сьогоднішні методи організації ремонтів зазвичай керуються вручну, та не завжди можуть передбачити зміну кількості запасів запчастин, даних про замовлення, спеціалізації майстрів чи зайнятості ремонтних постів. Але усе більше автосервісів прагне до впровадженню автоматизованих систем у галузі автосервісу, але більшість комерційних програмних продуктів мають суттєві обмеження як у бюджетному плані та і у гнучкому функціоналі. Такі обставини об'єктивно зумовлюють необхідність розробки спеціалізованих систем автоматизації, здатних вирішувати операційні завдання з урахуванням галузевої специфіки автосервісу та забезпечувати оптимізацію ресурсних потоків підприємства.

Мета даної роботи полягає в розробці ІТ-сервісу «Планування ремонту автомобіля» для інформаційної системи автосервісного підприємства «АвтоМайстер». Цей сервіс має на меті автоматизувати та оптимізувати процес організації ремонтних робіт, зокрема формування переліку завдань, розрахунок необхідних ресурсів, перевірку їх наявності та побудову календарного графіка, що спрятиме на підвищення ефективності підприємства, зменшення часу виконання замовлень та оптимізацію загальної продуктивності підприємства.

1 ЗМІСТОВНИЙ ОПИС ТА АНАЛІЗ СТРУКТУРНИХ І ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Опис особливостей предметної області

Предметна область діяльності автосервісного підприємства «Автомайстер» охоплює комплекс послуг з технічного обслуговування, діагностики та ремонту легкових автомобілів. Підприємство забезпечує повний цикл робіт із транспортними засобами – від приймання автомобіля до його повернення власнику після проведення необхідних процедур.

Підприємство «Автомайстер» спеціалізується на виконанні планових та позапланових ремонтно-діагностичних робіт, спрямованих на підтримання належного технічного стану автомобілів. Особливості цього бізнесу визначаються специфікою роботи такого підприємства та потребами, пов'язаними з технічними особливостями сучасних автомобілів, потребою в кваліфікованому персоналі, спеціалізованому обладнанні та ефективній логістиці запасних частин.

Першим етапом ремонту автомобіля є його прийом та первинна діагностика технічного стану. Звернутися до автосервісу клієнти можуть різними способами: через онлайн-заявку, телефонний дзвінок або особисто, завітавши до сервісного центру. Доставити автомобіль можна самостійно або ж скористатися послугами евакуатора, який замовляється через спеціалізовані служби. На цьому етапі важливо уважно вислухати скарги власника й зібрати основні дані про авто: марку, модель, рік випуску, пробіг, VIN-код та, за можливості, історію попередніх ремонтів і обслуговувань. На основі зібраної інформації складається попередній список необхідних робіт. Після цього він обговорюється і погоджується із власником автомобіля перед початком виконання ремонту.

Після приймання автомобіля необхідно забезпечити його зберігання до початку ремонтних робіт. Для цього транспортні засоби розміщуються на

спеціально обладнаних стоянках або в ремонтних боксах. У зазначених місцях організовано контроль доступу та створено умови для забезпечення безпеки автомобілів.

Критично важливим етапом технічного обслуговування є поглиблена діагностика. У разі неочевидної причини несправності автомобіль передається механіку-діагносту. У сервісному центрі «Автомайстер» використовують сучасне діагностичне обладнання – сканери помилок бортового комп'ютера, мотор-тестери, осцилографи тощо – а також керуються технічною документацією. Фахівець, якщо потрібно, аналізує стан двигуна, підвіски, гальмової й електричної систем, проводить додаткові випробування й встановлює точну причину поломки. Усі результати фіксуються й лягають в основу складання переліку необхідних ремонтних операцій та запасних частин. Ремонт залежить від того, що показала діагностика. Це може бути заміна зношених деталей, налаштування систем або складніші роботи, наприклад, ремонт коробки передач чи зварювання кузова. Також клієнту надають рекомендації щодо додаткових послуг, що сприяє підвищенню економічної ефективності підприємства.

На етапі планування ремонтних робіт визначають послідовність операцій, оцінюють їхню трудомісткість у нормо-годинах та перевіряють наявність необхідних запчастин на складі або організують їхнє замовлення у постачальників. Відбувається розподіл завдань серед механіків відповідної кваліфікації та резервування робочих підйомників у потрібний час. Паралельно проводять розрахунок вартості й тривалості робіт, готують для клієнта пояснювальну записку щодо обсягу та тривалості виконання завдань та визначають оптимальний порядок операцій із метою мінімізації простоїв.

Ефективність планування ремонтних робіт безпосередньо впливає на строки виконання ремонту та завантаженість виробничих потужностей сервісу. Також, у разі виявлення додаткових несправностей, система має забезпечувати оперативне внесення змін у план та повідомити клієнта про відповідні зміни.

Своєчасне виконання ремонтних робіт передбачає наявність оперативного доступу до широкого асортименту запасних частин. У зв'язку з цим управління матеріальними запасами стає невід'ємною складовою сфери автосервісу. При введенні обліку ресурсів потрібно робити прогнозування попиту на найбільш затребувані запчастини та організацію процесів закупівлі, приймання й зберігання матеріалів. Необхідно слідкувати за актуальними обсягами наявних запасів, і, у разі відсутності, враховувати строки їх постачання для точного планування термінів проведення ремонтних робіт та своєчасного інформування клієнтів.

На заключному етапі виконаних ремонтних робіт здійснюють контроль якості: перевіряють функціональність авто та проводять тестову поїздку. Після цього готується пакет завершальних документів такі, як акт виконаних робіт та рахунок-фактуру, інформує клієнта про обсяг і характер проведених процедур та надає рекомендації щодо подальшої експлуатації. Клієнти отримують оновлення про стан ремонту через SMS-сповіщення або вони можуть слідкувати через мобільний додаток. Потім відбувається передача транспортного засобу власнику. Збір інформації зворотного зв'язку після кожного візиту клієнта дає змогу оцінити якість обслуговування та оперативно виправити недоліки. Збереження історії обслуговування кожного автомобіля сприяє підвищенню якості подальших послуг і спрощує вирішення подібних ситуацій.

Предметна область автосервісного підприємства охоплює комплекс взаємопов'язаних процесів, що потребують взаємної взаємодії підрозділів приймання, діагностики, складу та ремонтної ділянки, ефективного управління персоналом, обладнанням і запасними частинами, а також безперервної комунікації з клієнтом. Тож реалізація ІТ-сервісу планування ремонтних робіт необхідне для зменшення часу виконання замовлень та оптимізації загальної продуктивності підприємства.

1.2 Опис організаційної структури об'єкта автоматизації

Схема організаційної структури автосервісного підприємства (АСП) «АвтоМайстер» дає уявлення про те, з яких пвдрозділів складається компанія та про ієрархію управління в компанії.

Схема організаційної структури автосервісного підприємства зображена на рисунку 1.1.

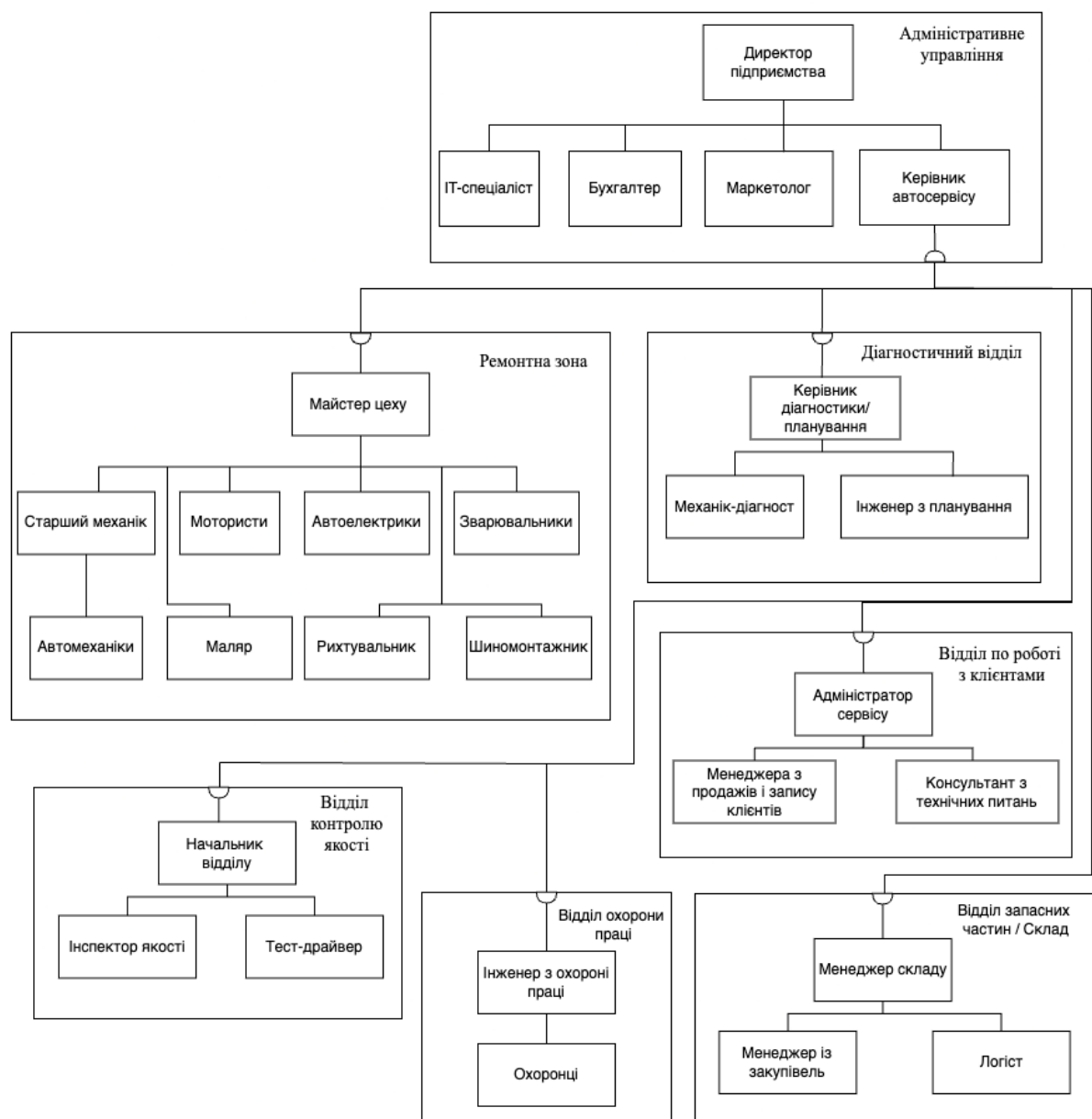


Рисунок 1.1 – Організаційна структура автосервісного підприємства

Розглянемо розподіл ролей і обов'язків між відділами.

Адміністративне управління підприємства є головним та воно відповідає за роботу всіх інших відділів, що перебувають під його підпорядкуванням. Найголовніша на підприємстві людина є директор підприємства, який відповідає за роботу всіх його підрозділів. Під його підпорядкуванням перебуває керівник автосервісу, що відповідає за операційними процесами та керує групами виробничого та сервісного напрямків. У адміністративному управлінні працюють ІТ-спеціаліст для безперервного функціонування інформаційних систем, бухгалтер для ведення фінансового обліку та оформлення звітів і маркетолог для просування послуг компанії.

Важливу роль в автосервісі відіграє відділ по роботі з клієнтами, який забезпечує первинний прийом автомобілів, збір інформації про історію обслуговування та комунікацію з власниками на всіх етапах ремонту. На адміністраторі сервісу лежить відповідальність за спілкування з відвідувачами та супровід їхніх звернень. Під його керівництвом працюють менеджер з продажів і запису клієнтів, який займається формуванням графіка візитів, відповідає на відгуки клієнтів онлайн та робить звіти щодо клієнтів, і консультанти з технічних питань, які приймають замовлення, повертають зроблені автомобілі та надають консультації та інформують власників про хід ремонту. ІТ-сервіс тут може автоматизувати сповіщення клієнтів через SMS чи мобільний додаток, що підвищує прозорість і довіру.

Діагностичний відділ очолює керівник діагностичного підрозділу, який координує роботу механіка-діагноста та інженера з планування. Саме цей підрозділ є ключовим у процесі ремонту автомобілів і вимагає точного визначення несправностей, бо від цього буде залежати подальше планування ремонтних робіт. Механік-діагност, використовуючи сучасне обладнання, проводить поглиблену діагностику для встановлення точної причини поломки. Інженер з планування, виходячи з результатів експертизи, формує чіткий графік ремонтних робіт, оцінює їхню трудомісткість і точно визначає перелік необхідних операцій. Саме тут завдяки інтеграції ІТ-сервісу цей етап

може стати ще швидшим і точнішим, що в підсумку економить і час, і ресурси. Автоматизація допоможе як у розподілу завдань між працівниками, так може здорово прискорити виконання роботи з автомобілем.

Безпосереднє виконання ремонтних робіт здійснюється у ремонтній зоні під керівництвом майстра цеху. Цей підрозділ об'єднує кваліфікованих фахівців різних спеціалізацій: автомеханіків, мотористів, автоелектриків, зварювальників, маляра, рихтувальника та шиномонтажника, що дозволяє виконувати широкий спектр ремонтних операцій – від заміни зношених деталей до складних кузовних робіт. Старший механік виступає як провідний технічний фахівець зони. Ремонтна зона організована з урахуванням потреб у сучасному обладнанні та логістиці, що дозволяє мінімізувати простой та оптимізувати завантаження виробничих потужностей.

Продуктивність ремонтного процесу залежить від роботи відділу запасних частин, яким керує менеджер складу. Менеджер із закупівель відповідає за своєчасне поповнення асортименту необхідних матеріалів, а Логіст організовує їх доставку та облік. Це забезпечує оперативний доступ до запчастин, що є невід'ємною складовою, адже своєчасна наявність запчастин є запорукою швидкого виконання замовлень.

Після завершення ремонту автомобіль проходить перевірку у відділі контролю якості, яким керує начальник відділу. Інспектор якості перевіряє відповідність виконаних робіт стандартам, а тест-драйвер проводить контрольну поїздку для підтвердження функціональності авто перед поверненням власнику, а результати фіксуються у звітах.

У відділі охорони праці інженер з охорони праці відповідає за дотримання норм безпеки на робочих місцях, а охоронці забезпечують контроль доступу та збереження транспортних засобів на території підприємства.

Така структура комплексно охоплює всі головні процеси автосервісу, від взаємодії з клієнтом до фінального контролю якості, створюючи необхідну базу для впровадження та функціонування ІТ-сервісу планування ремонту.

1.3 Аналіз функціональних особливостей об'єкта автоматизації

Планування ремонту автомобіля є критично важливим процесом для автосервісного підприємства, адже від його ефективності залежить своєчасність обслуговування клієнтів, оптимальне використання виробничих ресурсів таких як кваліфікованого персоналу, спеціалізованого обладнання та ремонтних постів. Для більш кращого розуміння роботи процесів, якими оперують працівники підприємства, з використанням методології IDEF0 було розроблено функціональну модель процесу планування ремонту автомобіля, що автоматизується.

На рисунку 1.2 представлена контекстна діаграма IDEF0 процесу «Планування ремонту автомобіля» АСП.



Рисунок 1.2 – Контекстна діаграма IDEF0 процесу «Планування ремонту автомобіля» АСП

У контекстній діаграмі, для кращого розуміння схеми, зображено декількома кольорами стрілки, де кожен відповідний колір відповідає необхідній функції, а саме:

- зелені: вхідні потоки інформації;
- сині: вихідні потоки інформації;
- червоні: контролю, якими обмежується модуль;
- жовті: механізми, а саме інструменти та люди, які задіяні у виконанні ремонту.

Процес «Планування ремонту автомобіля» приймає такі вхідні дані:

- запит на ремонт;
- результати діагностики;
- наявність запчастин;
- інформація про автомобіль;
- інформація про доступність механіків і постів.

На виході процесу отримуємо план ремонту, список завдань для механіків, замовлення на запчастини та пояснювальну записку щодо обсягу та тривалості виконання завдань для клієнта.

Керують процесом регламенти автосервісу, технічні документації на автомобілі, досвід персоналу, домовленості з постачальниками, норми трудомісткості та цінова політика сервісу, а механізмами виступають інструменти планування, документації або довідники і різновид персоналу.

Для покращення розуміння та подальшого аналізу зробимо декомпозицію контекстної діаграми IDEF0 процесу, щоб наочно побачити різні аспекти підрозділів, відповідальних людей за кожен етап та отримати детальну модель процесу, щоб побачити недоліки існуючого на даний момент способу його виконання.

На рисунку 1.3 представлена діаграма декомпозиції контекстної діаграми IDEF0 процесу «Планування ремонту автомобіля» АСП.

На даний момент процес планування ремонту в «АвтоМайстер» відбувається після приймання автомобіля, фіксації скарг власника та, за потреби, проведення поглибленої діагностики з використанням наявного сучасного обладнання.

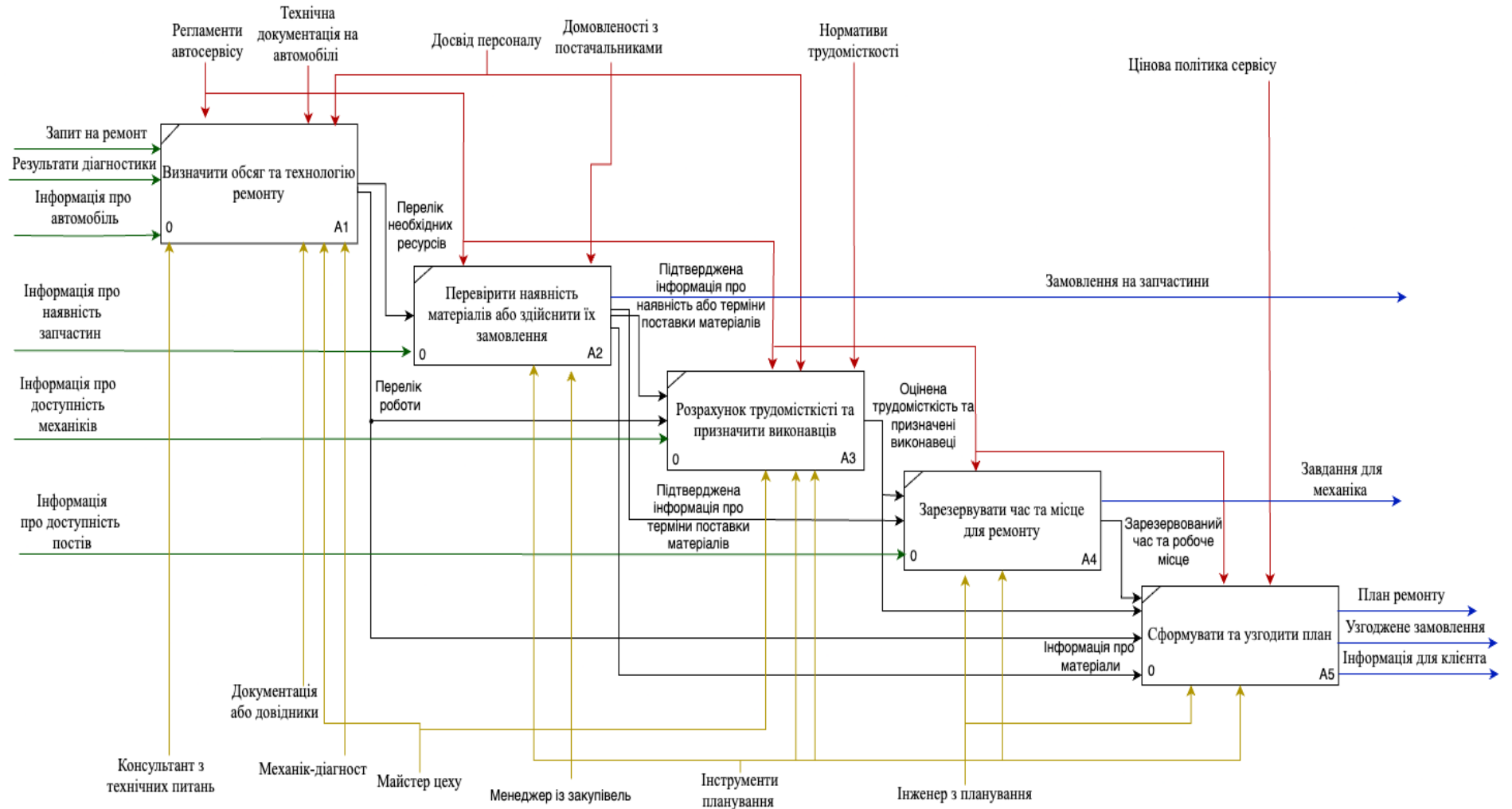


Рисунок 1.3 – Декомпозиції контекстної діаграми IDEF0 процесу «Планування ремонту автомобіля»

Далі планування складається з послідовних етапів, що значною мірою спираються на технічну документацію, регламент автосервісу та досвід персоналу. На основі діагностики, відповідні співробітники такі як консультант з технічних питань, майстер цеху та механік-діагност визначають необхідний перелік ремонтних операцій та технологію їх виконання. Саме на цьому етапі можуть виникнути багато помилок та непередбачених обставин, що на далі можуть зробити збиткову роботу.

Наступним підпроцесом є перевірка наявності потрібних запасних частин та матеріалів. Ця задача вимагає взаємодії з відділом запчастин, а саме з менеджером із закупівлі, який перевіряє залишки на складі, часто звертаючись до системи баз даних або фізично перевіряючи наявність. У разі відсутності матеріалів, відбувається їх замовлення у постачальників, та визначається термін, що потім формується у звітах.

Після підтвердження ситуації з запчастинами відбувається оцінка ресурсів, де інженер з планування визначає необхідну трудомісткість робіт, часто в нормо-годинах, спираючись на довідники чи досвід, та разом з майстром цеху підбирає робітника відповідної кваліфікації, перевіряючи його доступність переважно шляхом особистого спілкування чи звірки з примітивними графіками зайнятості. Далі здійснюється спроба зарезервувати час та робоче місце у загальному графіку сервісу, що фіксується в електронному календарі.

Кінцевим етапом є зведення всієї зібраної інформації, розрахунок попередньої вартості та тривалості робіт, підготовка звіту та узгодження фінального плану з клієнтом, що зазвичай виконується консультантом з технічних питань та інженером з планування.

Незважаючи на використання окремих інформаційних технологій, комплексний процес планування ремонту в «АвтоМайстер» недостатньо автоматизований. Скажімо, результати діагностики слугують лише вхідними даними для подальшого ручного планування, так як далі працівники визначають перелік роботи та технологію їх виконання. При цьому не існує

єдиної інтегрованої платформи, здатної автоматично координувати й контролювати всі необхідні ресурси та завдання. І головна проблема є в тому, що формування графіка, розподілу завдань та реагування на зміни приймаються переважно в ручному режимі відповідальними співробітниками.

Такий спосіб передачі даних значно підвищують ймовірність помилок як від неточності у розрахунках вартості та строків, так і до призначення зайнятого виконавця чи замовлення невідповідних матеріалів. Також, така система є недостатньо гнучкою, тобто внесення оперативних змін до плану, викликаних непередбаченими обставинами під час ремонту чи затримками поставок, вимагає складних ручних коригувань і може порушити графік інших робіт. Усе це є підставою для покращення оптимізації через автоматизацію модулю.

2 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ РОЗГЛЯНУТОЇ ПРОБЛЕМИ ТА ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Організація ефективного процесу планування ремонтних робіт стає дедалі складнішим завданням для сучасних автосервісних підприємств. Цей процес є багатограним, вимагаючи узгодження потоку клієнтських замовлень з наявними ресурсами, часом кваліфікованих механіків, доступністю ремонтних постів та спеціального обладнання, а також правильним і точним знаходження поломки транспорту. Пошук інструментів для кращої автоматизації цього процесу та його оптимізації є необхідним для покращення фінансового становища та виділення автосервісу серед інших.

На українському ринку представлені окремі програмні рішення, які частково покривають функціональність планування ремонтних робіт. Існує рішення на базі BAS (Business Automation Software), зокрема модуль «BAS:Автосервіс», що дозволяє вести облік замовлень, слідкувати за рухом запасних частин і формувати звіти [1]. Але для використання таких систем до ІС АСП необхідна велика кількість ресурсів для точного налаштування під специфіку конкретного сервісу, а сам процес планування зазвичай працює за жорстко зафіксованими правилами й не дає змогу на оперативні зміни в процесі ремонту. Крім того, вартість ліцензії і технічної підтримки робить це рішення малодоступними для малого та середнього бізнесу.

Також існує CRM-система WorkShop, яка розроблена спеціально для автосервісів. Вона дає змогу записувати клієнтів, робити замовлення та вести архів відремонтованих автомобілів [2]. Проте адаптивне планування тут доволі обмежене, бо відсутній механізм оцінки трудомісткості завдань та їх контролю. Через це користувачам доводиться покладатися на власний досвід і вручну координувати роботи, що не підходить для вирішення нашого завдання.

Слід зазначити, що на тлі поширення технологій штучного інтелекту (ШІ) автомобільна галузь також впроваджує їх у свої напрямки. У сфері авторемонту вже застосовують для діагностики несправностей, управління запасами та спілкування з клієнтами. Водночас комплексне використання ШІ для планування й оптимізації завантаженості ремонтних ділянок залишається новим напрямком без готових комерційних рішень, особливо для незалежних СТО.

Наприклад, сервіс Dialzara сфокусована саме на автосервісному секторі, пропонуючи AI-модуль для автоматизації запису клієнтів через обробку природної мови й машинне навчання. Платформа оптимізує процес бронювання, обслуговування та підвищує задоволеність замовників, але зосереджена виключно на організації та роботі з клієнтами [3]. Водночас вона не охоплює складання розкладу для технічного персоналу, управління запасами запчастин і не реалізує автоматичне коригування графіка у разі появи нових звернень.

Альтернативою є платформа Praxedo. У її функціонал входить широкий набір інструментів на основі штучного інтелекту, зокрема адаптивне переналаштування завдань за змінних умов, автоматичний збір даних під час роботи та обробку відеодзвінків [4]. Однак, як і більшість універсальних рішень, сервіс орієнтований на різні сфери, наприклад, на комунальні служби або на телекомунікації і не включає вузькоспеціалізованих модулів для автосервісу, скажімо, для автоматичного аналізу діагностичних результатів або інтеграції з ERP-системами складу запчастин. До того ж вартість ліцензування та впровадження залишаються суттєвою перешкодою для автосервісу "АвтоМайстер".

Ураховуючи описані обмеження, виникає потреба у створенні спеціалізованого IT-сервісу для автоматизованого планування ремонтів у автосервісному підприємстві із цілеспрямованим застосуванням методів ШІ. Такий підхід дозволить не лише цілеспрямовано усунути специфічні недоліки поточного процесу, зокрема неефективне використання ресурсів, ризику

помилки та низьку гнучкість, але й дасть можливість розвивати цей метод в інших процесах. Таким чином, створення власного сервісу планування на основі ШІ розглядається як якісно новий інструмент, спрямований на суттєве підвищення ефективності операційної діяльності автосервісного підприємства.

3 ФОРМУЛЮВАННЯ ЗАВДАННЯ РОЗРОБКИ

3.1 Опис вимог до об'єкта розробки

Для досягнення ефективної розробки модуля та його інтеграції в загальну інформаційну систему підприємства, необхідно чітко сформулювати спектр вимог до нього, які можуть бути як функціональними, так і нефункціональними. Це допоможе в майбутньому визначити очікування щодо функціоналу та коректних результатів розробки.

Функціональні вимоги визначають необхідні функції, які має виконувати ІТ-сервіс, і водночас описують логіку його роботи. Вони охоплюють порядок обробки вхідних і вихідних потоків даних, способи опрацювання та використання інформації, а також реалізацію окремих специфічних функціональних компонентів.

Розроблюваний ІТ-сервіс «Планування ремонту автомобіля» повинен реалізовувати наступні основні функції:

- формування переліку робіт з ремонту авто;
- розрахунок кількості необхідних запчастин і матеріалів та перевірка їх забезпеченості;
- формування запиту на закупівлю необхідних запчастин та матеріалів;
- формування графіку робіт з ремонту авто;
- оформлення початку ремонту.

3.1.1 Вимоги до функції «Формування переліку робіт з ремонту авто»

Функція повинна на основі вхідних даних сформувати повний, структурований і актуальний список ремонтних робіт, необхідних для конкретного автомобіля. Вона зобов'язана обробляти результати технічної

перевірки, історію попередніх ремонтів та інформацію із замовлення, щоб створити початковий перелік рекомендованих робіт.

Функції необхідно витворить попередній список рекомендованих операцій на основі аналізу всієї зібраної інформації. Потім кожен пункт цього переліку має проходити етап уточнення та стандартизації. Для кожної роботи слід визначити її точну стандартизовану назву та нормативну трудомісткість у нормо-годинах, що відповідатиме галузевим стандартам. Враховуючи встановлену трудомісткість, система має розрахувати вартість виконання кожної операції, множачи кількість годин на ставку, яка встановлюватиметься адміністрацією сервісу.

Як результат, планувальник має отримати в зручному інтерфейсі детальну таблицю, що міститиме такі дані по кожній роботі:

- стандартизована назва ремонтної операції;
- оцінка часу виконання в нормо-годинах;
- розрахована вартість;
- поточний статус виконання.

Якщо є взаємопов'язані роботи, цей взаємозв'язок має бути відображений у переліку ремонтних операцій. Для кожної ремонтної операції потрібно вказати які ремонтні операції повинні передувати їй.

Планувальник ремонту повинен мати повну можливість коригувати цей перелік: додавати нові, непередбачені роботи, видаляти зайві або змінювати послідовність виконання операцій відповідно до технічної необхідності. Після внесення будь-яких правок система має автоматично перераховувати підсумкову вартість та загальну тривалість усього ремонту.

Функція формування переліку робіт з ремонту авто поділяється на такі підфункції:

- формування повного переліку робіт. Ця підфункція має бути реалізована з використанням методу штучного інтелекта;
- автоматизований розрахунок вартості для кожної ремонтної операції, що базуватиметься на множенні стандартних годин на встановлену в сервісі

ставку;

- відображення інформації для планувальника у зручному інтерфейсі, розрахованою вартістю виконання та оцінкою трудомісткості;

- ручне коригування переліку робіт, що дозволить планувальнику додавати нові позиції, видаляти зайві або змінювати черговість виконання операцій;

- автоматичне оновлення загальної вартості та тривалості ремонту після внесення планувальником будь-яких змін до переліку робіт;

- перевірка кожної роботи на відповідність галузевим стандартам для визначення відповідної назви та нормативної трудомісткості.

Кінцевим результатом роботи функції повинен бути остаточно сформований та узгоджений перелік ремонтних дій, який слугуватиме планом для подальшої роботи.

3.1.2 Вимоги до функції «Розрахунок кількості необхідних запчастин і матеріалів та перевірка їх забезпеченості»

Після затвердженого переліку робіт має бути визначений повний перелік запчастин і матеріалів, необхідних для виконання запланованого ремонту. Також необхідно перевірити їх фактичну наявність на складі підприємства або потребу в зовнішньому постачанні.

Функція має розпочинати процес підбору потрібних компонентів, використовуючи для кожної ремонтної операції унікальний VIN-код автомобіля. Це дозволить точно визначити, які саме позиції потрібні для конкретної моделі, шляхом звернення до зовнішніх електронних каталогів. Далі функціоналу слід виконувати перевірку наявності визначених запчастин та матеріалів на складі підприємства. На основі отриманих даних має визначатися, які компоненти є на складі та можуть бути зарезервовані для

виконання робіт. У випадку виявлення відсутності або недостатньої кількості, система автоматично має реєструвати ці позиції як нестачу, що стане основою для подальшого формування запиту на закупівлю. Одночасно вимагається здійснювати розрахунок загальної вартості всіх необхідних компонентів.

У зручному інтерфейсі має бути реалізований планувальнику структурований список, що міститиме такі дані по кожній позиції:

- найменування запчастини або матеріалу;
- кількість, яка потрібна для виконання робіт;
- поточна наявність на складі;
- джерело покриття (внутрішній склад або зовнішній постачальник);
- статус критичності, який вказує, чи є дана позиція визначальною для своєчасного початку ремонту.

Отримавши цю повну інформацію, планувальник ремонтів повинен мати змогу приймати оперативні рішення щодо подальших дій.

Функціонал зобов'язаний мати відповідні можливості:

- формування повного переліку необхідних запчастин і матеріалів на основі затвердженого плану робіт;
- автоматизована перевірка наявності компонентів на складі та їх резервування;
- точний підбір запчастин для конкретної моделі автомобіля за його VIN-кодом;
- автоматична реєстрація нестачі у разі відсутності необхідних позицій;
- розрахунок загальної вартості всіх необхідних для ремонту запчастин та матеріалів;
- надання планувальнику структурованого звіту про матеріальне забезпечення ремонту зі статусами наявності та критичності.

Підсумком виконання функції має бути сформований перелік необхідних матеріальних ресурсів, що забезпечить готовність до наступних етапів планування.

3.1.3 Вимоги до функції «Формування запиту на закупівлю необхідних запчастин та матеріалів»

Функція формування запиту на закупівлю необхідних запчастин та матеріалів повинна активуватися у випадку, коли під час перевірки було виявлено відсутність або недостатню кількість запчастин для виконання ремонтних робіт. Її основним завданням має бути створення повного та коректного запиту на закупівлю, що вимагається для забезпечення безперервності виконання ремонтних завдань.

Необхідно забезпечити, щоб запит формувався автоматично на основі даних про нестачу, отриманих від попередньої функції. До нього слід обов'язково включати: назви запчастин і матеріалів, їх необхідну кількість, одиниці виміру, а також додаткову інформацію, як-от бажані терміни постачання або критичність кожної позиції. Вимагається, щоб запит містив лише ті позиції, які дійсно потрібні та не можуть бути забезпечені зі складу.

Після автоматичного формування, планувальник повинен мати можливість переглянути запропонований список, мати змогу внесення змін, які можуть стосуватися кількості, вибору постачальника або додавання коментарів. Можливість редагування має бути доступною до моменту остаточного затвердження запиту. У кінцевому вигляді, затверджений запит має передаватися до модуля матеріально-технічного забезпечення для подальшого включення до загального плану закупівель.

Функціонал зобов'язаний включати такі можливості:

- автоматично формувати запит на закупівлю на основі даних про нестачу;
- включати до запиту повний перелік необхідних даних: назву, кількість, одиниці виміру, бажані терміни та критичність;
- надавати відповідальним особам можливість для перегляду та ручного коригування запиту перед його остаточним затвердженням;

- забезпечувати передачу фінального запиту до модуля матеріально-технічного забезпечення;
- зберігати всі сформовані та затверджені запити для забезпечення їх виконання.

3.1.4 Вимоги до функції «Оформлення початку ремонту»

Функція оформлення початку ремонту повинна офіційно задокументувати всі домовленості з клієнтом, узгодити остаточний план та графік, а також отримати від нього фінальну згоду на проведення ремонту. Вона має отримати повний список запланованих робіт, погоджений графік їх виконання, а також відомості про клієнта та його транспортний засіб, що потім стане основою для формування договору на виконання робіт.

Договір на виконання робіт повинен містити:

- повний перелік узгоджених операцій;
- попередню вартість послуг;
- терміни їх виконання;
- інформацію про відповідальність сторін.

Необхідно забезпечити можливість формування документу у друкованому та електронному вигляді. Після отримання згоди від клієнта, що до договору, має бути надана можливість зміни статусу замовлення на «Підтверджено», що надає право перейти до реального виконання робіт.

У підсумку виконання цієї функції повинен бути юридично значущий документ, що підтверджує початок ремонту, та гарантує готовність підприємства до виконання робіт згідно з планом.

3.1.5 Вимоги до функції «Формування графіку робіт з ремонту авто»

Основним завданням функції є розподіл ремонтних завдань у часі, що вимагає урахування всіх наявних технічних і людських ресурсів. Під час побудови розкладу система зобов'язана враховувати такі дані: взаємозв'язки між роботами, зумовлені технологією ремонту, рівень завантаженості робочих зон, доступність персоналу, кваліфікаційні вимоги до виконавців, а також інформація про заплановані терміни надходження необхідних комплектуючих та матеріалів.

Графік робіт з ремонту авто має формуватися програмою автоматично.

Результат роботи повинен візуалізуватися у вигляді діаграми Ганта. Необхідно, щоб у цій діаграмі для кожної операції відображалася така інформація:

- найменування запланованої операції;
- час початку виконання;
- орієнтовний час завершення;
- ПІБ та посада відповідального спеціаліста;
- місце ремонту;
- поточний етап виконання;
- додаткова інформація або коментар, якщо це передбачено.

Система має надавати планувальнику ремонту, який аналізує автоматично згенерований розклад змогу вносити корективи вручну щодо фінального графіка.

Кінцевим результатом роботи є графік, який слугує робочим планом для всього технічного персоналу і дозволяє ефективно управляти завантаженістю автосервісу.

Функція повинна надавати можливість:

- розподіляти завдання у часі з урахуванням усіх ресурсів: завантаженості зон, доступності персоналу та термінів постачання запчастин.

- візуалізувати розклад у вигляді діаграми Ганта.
- відобразити у графіку повну інформацію по кожній задачі: назву, терміни, виконавців, місце та статус.
- надавати планувальнику інструменти для ручного коригування та остаточного затвердження графіка.
- формувати фінальний графік.

3.2 Обґрунтування мети і критеріїв ефективності об'єкта розробки

Основна мета створення ІТ-сервісу планування ремонту автомобіля полягає в досягненні оперативності, адаптивності та точності у формуванні графіків ремонтних робіт, що забезпечить мінімізацію простоїв ремонтних постів та оптимізацію використання ресурсів автосервісного підприємства.

Супутні цілі розробки ІТ-сервісу планування ремонту автомобіля відповідно є такими:

- скорочення часу планування, тобто автоматизація рутинних операцій з розрахунку трудомісткості робіт та розподілу завдань;
- попередження людських помилок, а саме усунення ризиків, пов'язаних із неточностями у резервуванні запчастин чи призначенні персоналу;
- надання клієнтам та персоналу відповідної прозорості процесів інформації щодо етапів, термінів і вартості ремонту;
- автоматичне формування запитів на закупівлю відсутніх матеріалів із врахуванням пріоритетів.

Критерії оцінки ефективності розробки ІТ-сервісу планування ремонту автомобіля:

- час формування плану ремонту, тобто інтервал від завершення діагностики до затвердження графіка робіт;

- відсоток використання виробничих потужностей, а саме співвідношення завантаженості постів до їх максимальної пропускної здатності;

- коефіцієнт простою обладнання, тобто час очікування на початок робіт через відсутність запчастин чи ресурсів;

Обмеження, що впливають на розробку:

- обмеженість коштів на ліцензійне ПЗ та обладнання;
- вимога запуску сервісу до початку сезонного збільшення навантаження на СТО;
- необхідність навчання працівників роботі з новим інструментом.

4 ОПИС АРХІТЕКТУРИ ОБ'ЄКТА РОЗРОБКИ НА РІВНІ ФУНКЦІЙ

Для початку визначимось яке місце займає ІТ-сервіс "Планування ремонту" в загальній інформаційній системі підприємства через діаграму потоків даних DFD. Такий підхід дозволяє наочно показати, у якому середовищі працює основний процес і як він пов'язаний з іншими частинами системи.

На рисунках 4.1-4.2 зображено відповідно контекстна діаграма потоків даних (DFD) ІС автосервісного підприємства та діаграма декомпозиції першого рівня.



Рисунок 4.1 – Контекстна діаграма потоків даних ІС автосервісного підприємства

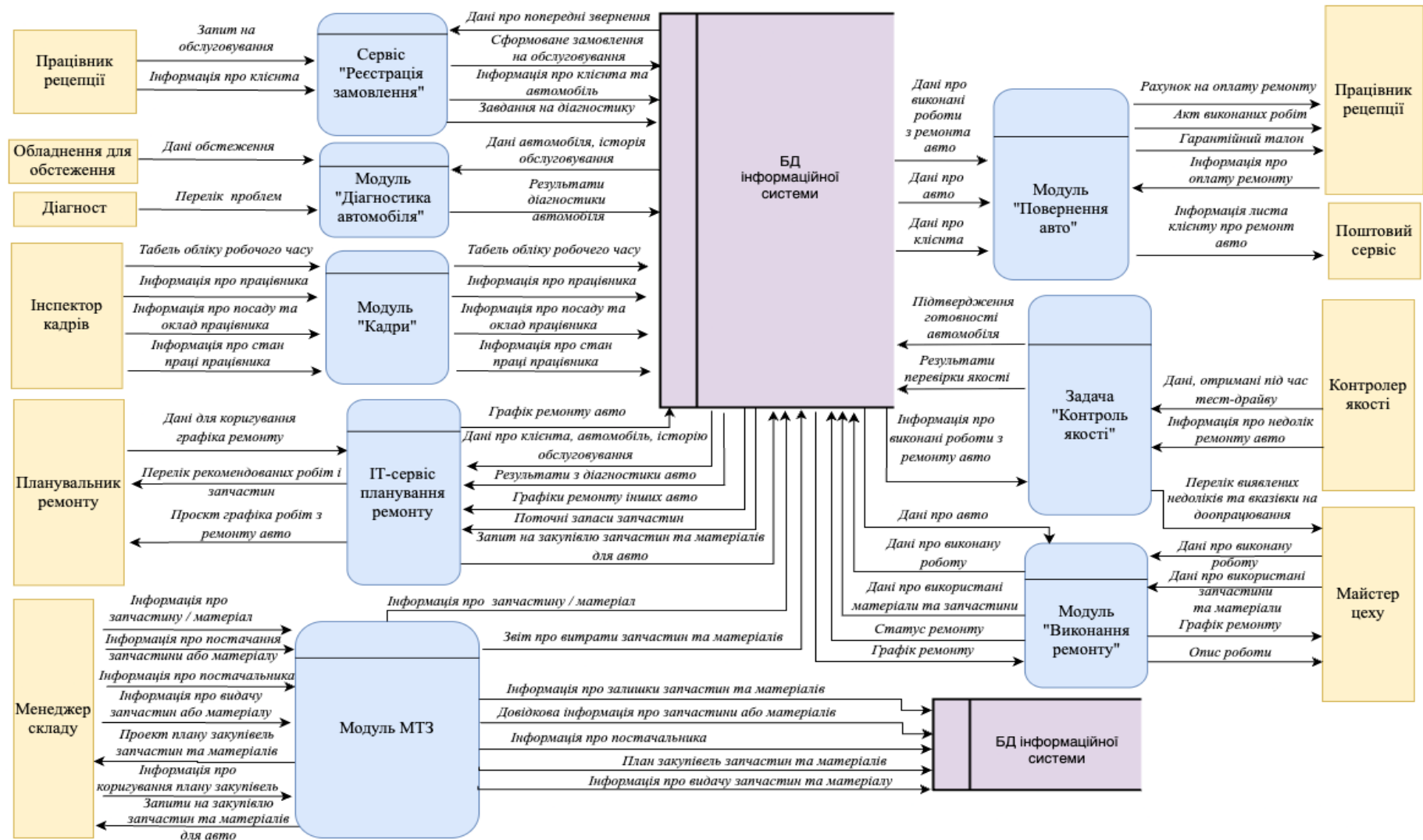


Рисунок 4.2 – Діаграма декомпозиції першого рівня контекстної DFD ІС автосервісного підприємства

Декомпозиція DFD інформаційної системи автосервісного підприємства «АвтоМайстер» відображає основні компоненти, необхідні для автоматизації IT-сервісу «Планування ремонту». У системі існує одна єдина та головна база даних, через яку взаємодіють процеси для передачі або отримання інформації. Усі компоненти системи пов'язані між собою через відповідні потоки даних.

Центральним компонентом є база даних ІС, яка об'єднує всі компоненти та модулі підприємства, зберігає відповідну інформацію або віддає необхідним процесам, що дає змогу легко взаємодіяти процесам між собою.

Робота з клієнтом починається на етапі звернення до сервісу, де працівник рецепції оформлює замовлення на обслуговування в модулі «Реєстрація замовлення». На цьому етапі здійснюється фіксація основної інформації про клієнта та його автомобіль, а саме: зазначається марка, модель, VIN-код і характер несправності. Якщо клієнт звертається не в перше, то дані про клієнта беруться з БД, та додається відповідно проблема яка трапилася з транспортом. На основі цих даних формується завдання на діагностику, яке потім передається модулю «Діагностика автомобіля».

Модуль "Діагностика автомобіля" активується після надходження сформованого замовлення на обслуговування. Спеціаліст-діагност проводить детальне технічне обстеження за допомогою відповідного обладнання на відстеження автомобіля. На основі цих даних обстеження та виявленого переліку проблем робляться результати діагностики, що потім будуть вхідними даними для IT-сервісу планування ремонту. Від точності цього етапу значною мірою залежить якість і ефективність подальших ремонтних робіт.

Модуль "Кадри" забезпечує ведення обліку та управління персональними даними працівників. Відповідальним за введення, актуалізацію та підтримку інформації в даному модулі є інспектор кадрів. До основних категорій даних, що обробляються, належать таблиці обліку робочого часу, загальна інформація про працівників, дані щодо відпусток та посадових окладів, а також відомості про поточний стан праці кожного співробітника. Уся ця інформація зберігається в центральній базі даних інформаційної

системи, що потім враховуються при формуванні графіка ремонту.

Модуль матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) спрямоване на ефективне управління складськими запасами запчастин та витратних матеріалів. Менеджер складу вносить дані про запаси, формує план закупівель, обліковує постачання та відповідно через модуль отримує запити на закупівлю, резервування та видачу матеріалів. Усі зміни автоматично зберігаються в базі даних. У разі відсутності потрібних матеріалів система сповіщає про можливі затримки та відображає їх у графіку робіт.

Модуль «Виконання ремонту» відображає процес безпосереднього виконання ремонтних робіт у виробничій зоні підприємства, який координується майстром цеху. Він оперує графіком, отриманим від ІТ-сервісу та розподіляє роботи між механіками з урахуванням встановленого часу та робочих постів. Під час виконання ремонту фіксується хід робіт, витрати матеріалів, відпрацьований час. У випадку надходження переліку виявлених недоліків та вказівок на доопрацювання від задачі контролю якості, їх обробка та виконання також відбуваються в рамках цього модуля.

Після завершення ремонтних дій автомобіль перевіряється у рамках задачі «Контроль якості». Інспектор та тест-драйвер вносять результати перевірки, формуються висновки про готовність авто до видачі. Результатом перевірки є або підтвердження готовності автомобіля, що передаються в модуль «Повернення авто», або, у випадку виявлення дефектів, формується перелік виявлених недоліків та вказівки на доопрацювання, які спрямовуються майстру цеху.

Модуль «Повернення авто» відповідає за фінальну видачу автомобіля. У взаємодії з працівником рецепції модуль завершує процес обслуговування клієнта та формуються акт виконаних робіт, рахунок на оплату, гарантійний талон. Клієнт отримує повідомлення про завершення ремонту через поштовий сервіс.

ІТ-сервіс планування ремонту призначений для автоматизації та оптимізації процесу організації ремонтних робіт. Він працює з результатами

діагностики, даними про рекомендовані роботи та запчастини, пропозиціями графіка ремонту від інженера-планувальника, а також з інформацією про наявні матеріали зі складу. На основі цих даних сервіс формує графік ремонту для кожного автомобіля, створює запити на необхідні запчастини й матеріали, генерує звіти про їх витрати. Для наочного пояснення структури та принципів роботи системи розроблено діаграму декомпозиції.

На рисунку 4.3 зображено діаграму декомпозиції IT-сервісу планування ремонту, яка описує функціональну структуру сервісу.

Діаграма IT-сервісу планування ремонту інформаційної системи автосервісного підприємства містить кілька функціональних компонентів і показує, як відбувається взаємодія між різними учасниками та складовими частинами інформаційної системи.

Зовнішні учасники, зокрема планувальник ремонту виконує такі процеси:

- вибирає замовлення для формування переліку робіт;
- формує початковий перелік ремонтних робіт;
- передає інформацію для коригування переліку робіт;
- надає дані про необхідну кількість запчастин і матеріалів для виконання робіт;
- складає загальний перелік необхідних ресурсів для ремонту;
- формує запит на закупівлю необхідних запчастин і матеріалів;
- вносить зміни до запиту на закупівлю в разі потреби;
- отримує сформований графік ремонтних робіт.

А працівник рецепції виконує такі процеси як:

- передає до сервісу реєстрації замовлення запит на обслуговування;
- вносить інформацію про клієнта та автомобіль;
- отримує відповідний план ремонту, що включає узгоджений розклад виконання робіт;
- отримує договір на виконання робіт;
- отримує інформацію про затвердження замовлення;

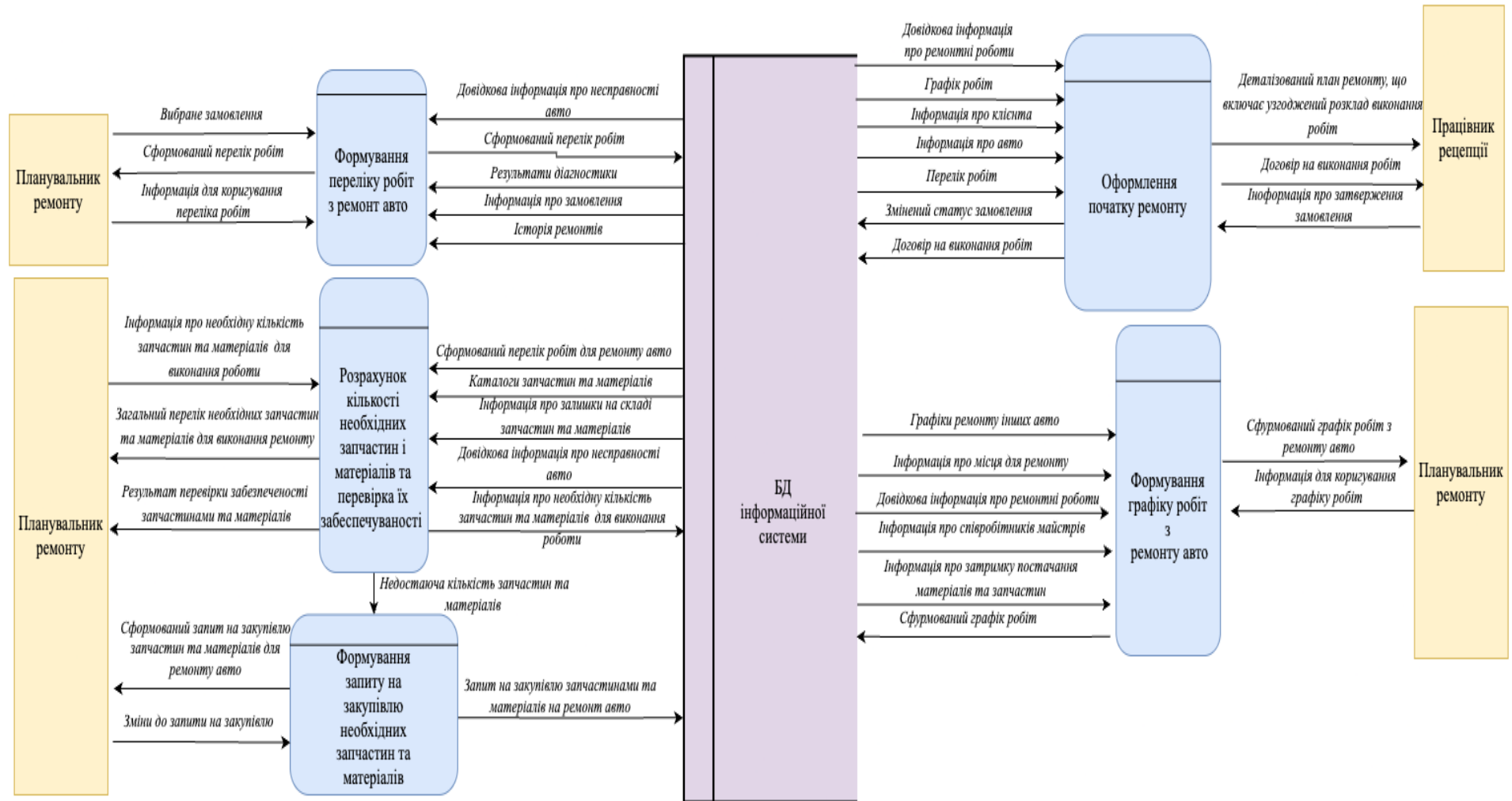


Рисунок 4.3 – Діаграма декомпозиції ІТ-сервісу планування ремонту

5 РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮЧОЇ СИСТЕМИ

5.1 Опис методу організації даних і обґрунтування типу обраної СУБД

У рамках функціонування інформаційної системи автосервісного підприємства обробляється великий обсяг структурованих даних. З огляду на це, метод організації даних має забезпечувати логічну, впорядковану структуру з чітко визначеними взаємозв'язками між ключовими об'єктами обліку, зокрема такими, як клієнт, автомобіль, ремонтна операція, запасна частина, робочий розклад тощо.

Також система повинна підтримувати складні транзакційні сценарії, такі як, створення графіку робіт, генерацію переліку необхідних завдань та формування запиту на забезпечення матеріалами. Усі дані повинні централізовано зберігатися в єдиній базі, яка забезпечує доступ до них з боку різних функціональних модулів системи, при цьому гарантується збереження їхньої унікальності, цілісності та актуальності для подальшого аналізу й використання.

Для реалізації задачі планування ремонту автомобілів було обрано СУБД PostgreSQL, бо вона поєднує високу продуктивність, стабільність і можливість масштабування відповідно до зростаючих потреб підприємства. PostgreSQL підтримує виконання складних транзакцій, необхідних для автоматичного створення розкладів, формування списків робіт і обробки запитів на матеріали, зберігаючи при цьому цілісність даних навіть за умови паралельної роботи декількох компонентів системи [5]. Також завдяки наявності механізмів зовнішніх ключів, індексації та тригерів, обрана СУБД дозволяє підтримувати цілісність, точність і актуальність збережених даних. Додатковою перевагою є те, що дана система є відкритою та не потребує витрат на ліцензії, що особливо важливо для заощадження фінансів для розробки ІС.

5.2 Моделювання структури даних ІТ-сервісу «Планування ремонту автомобіля»

З огляду на складну структуру даних, які обробляються в межах інформаційної системи автосервісного підприємства, необхідно витворити логічну схему бази даних, що дозволяє абстрагуватись від фізичних аспектів зберігання інформації та зосередитись на структурі взаємозв'язків між основними сутностями предметної області. Вона дає змогу впорядковано описати ключові інформаційні об'єкти, зокрема клієнтів, транспортні засоби, ремонтні роботи, матеріали й персонал, встановлюючи між ними структуровані зв'язки [6]. Це дозволяє забезпечити надійну та масштабовану основу для подальшої автоматизації ремонтних процесів.

Також потрібно розробити фізичну схему бази даних для реалізації на рівні серверної інфраструктури для СУБД PostgreSQL. Вона забезпечує оптимальне розміщення даних на окремих фізичних дисках для прискорення доступу, створення індексів на ключових полях, а також для швидкого пошуку замовлень і запчастин, що потрібно для оперативного планування ремонтів.

Схема логічної та фізичної моделі бази даних ІТ-сервісу планування ремонту автомобіля на автосервісному підприємстві зображені на рисунках 5.1 та 5.2.

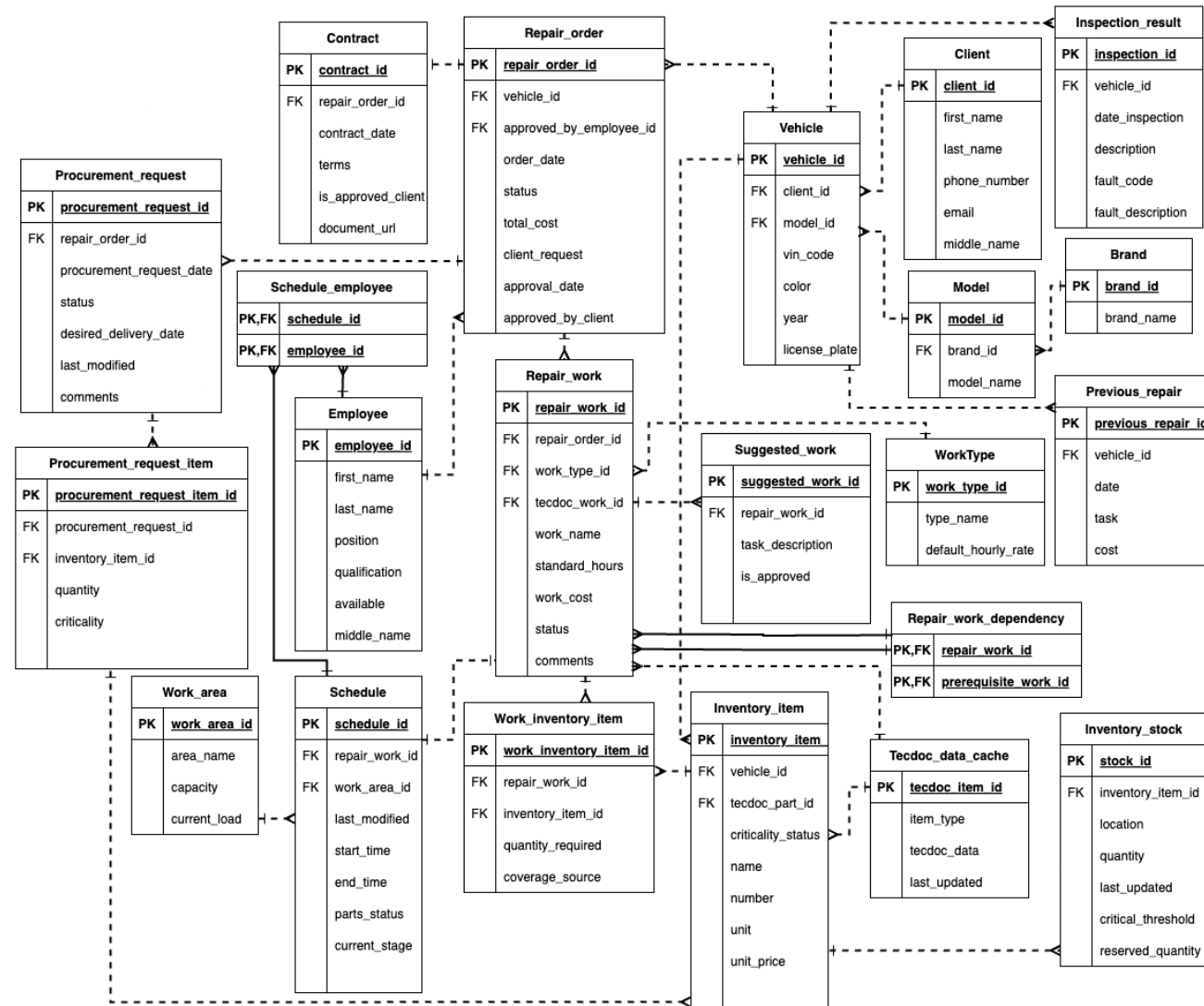


Рисунок 5.1 – Схема логічної моделі бази даних ІТ-сервісу планування ремонту автомобіля на автосервісному підприємстві

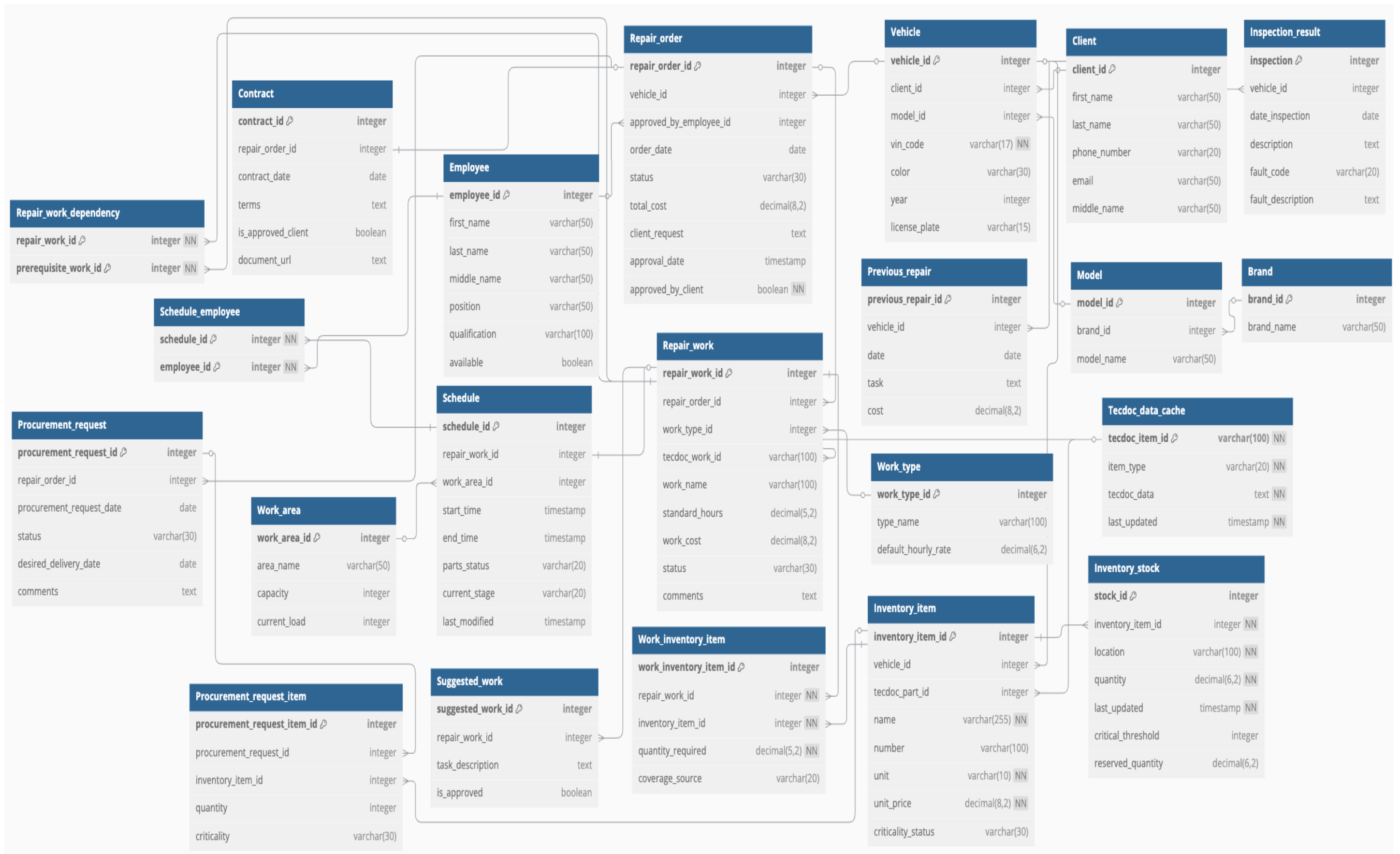


Рисунок 5.2 – Схема фізичної моделі бази даних IT-сервісу планування ремонту автомобіля

Відомості про типи сутностей, які використовуються в ІТ-сервісу “Планування ремонту” в АСП наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Відомості про типи сутностей

Ім'я типу сутності	Опис	Особливості використання
1	2	3
Client (Клієнт)	Тут збирається вся ключова інформація про наших замовників. Це дозволяє не тільки офіційно ідентифікувати людину, але й звертатися до неї персоналізовано та оперативно контактувати.	Є відправною точкою для будь-якого замовлення. Кожен автомобіль, що приїжджає на сервіс, повинен бути пов'язаний з конкретним власником для ведення повної історії обслуговування.
Vehicle (Автомобіль)	Містить повну картку кожного автомобіля, що обслуговується у автосервісі. Що має унікальний VIN-код, рік випуску, колір та модель, що є критично важливим для точного підбору запчастин.	Основна особливість – це зв'язок з клієнтом-власником та унікальний VIN-код, який є головним для роботи з каталогами TecDoc, бо гарантує відповідність саме потрібних деталей.
Model (Модель)	Довідник конкретних моделей автомобілів, наприклад "A6", "X5", "Octavia"	Використовується для групування автомобілів за моделями та спрощення пошуку.

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
Brand (Бренд)	Довідник марок автомобілів, таких як "Audi", "BMW", "Skoda".	Дозволяє аналізувати, автомобілі яких марок найчастіше обслуговуються на нашому сервісі, та формувати відповідний склад запчастин.
Employee (Працівник)	Облікові записи наших співробітників, де вказана їхня посада, кваліфікація та спеціалізація.	Ключова особливість – статус доступності та кваліфікація. Ці дані використовуються системою планування для призначення найбільш компетентного та вільного механіка на конкретну роботу.
Repair_order (Замовлення на ремонт)	Це, по суті, цифровий щоденник кожного візиту на сервіс. Має інформацію від первинної скарги клієнта до фінальної вартості та поточного стану робіт.	Динамічно відстежує статус ("Нове", "В роботі", "Завершено") та вартість. Особливо важливо, що тут фіксується офіційна згода клієнта, без якої жодні роботи не розпочинаються.
Repair_work (Ремонтна робота)	Детальний перелік усіх операцій, що виконуються в рамках одного замовлення.	Кожна робота має нормативну трудомісткість та вартість, що дозволяє точно розрахувати загальну ціну.

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
Work_inventory_item (Потрібні запчастини для роботи)	Зберігає дані про те, які саме запчастини та в якій кількості потрібні для виконання конкретної ремонтної операції.	Головна функція – зв'язати роботу з матеріалами. Система автоматично перевіряє, чи є деталь на складі ("internal") чи її потрібно замовляти ("procurement"), що є основою для відділу закупівель.
Inventory_item (Складська позиція)	Каталог усіх запчастин, витратних матеріалів та рідин, які використовують в процесі роботи.	Особливість полягає в можливості прив'язки до TecDoc для перевірки сумісності, а також у статусі критичності, який показує, наскільки деталь важлива для початку ремонту.
Procurement_request (Запит на закупівлю)	Загальний документ, що ініціює процес закупівлі необхідних деталей для конкретного ремонту, якщо їх немає на складі.	Об'єднує всі потреби по одному замовленню в єдиний запит. Має бажану дату поставки, що дозволяє планувальнику робіт розуміти, коли можна буде розпочати ремонт.
Procurement_request_item (Позиція в запиті на закупівлю)	Конкретний список деталей із зазначенням кількості, які потрібно замовити в рамках одного запиту на закупівлю.	Дозволяє деталізувати кожен запит на закупівлю.

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
Schedule (Графік робіт)	Календарний план виконання робіт завантаження робочих постів та механіків в прив'язці до замовлення клієнта.	Кожен запис у графіку пов'язаний з конкретною роботою, постом і має чіткі часові рамки.
Work_area (Робоча зона)	Довідник робочих місць – постів, підйомників, діагностичних стендів.	Актуальні дані щодо завантаженості зон враховуються системою з метою запобігання помилкам під час планування.
Contract (Договір)	Обліковий запис для фіксації офіційних домовленостей із клієнтом.	Особливість полягає у зберіганні посилання на фінальний документ (скан або PDF), що підтверджує факт підписання клієнтом.
Schedule_employee (Призначення працівників на роботу)	Технічна таблиця, що пов'язує конкретний запис у графіку робіт з одним або декількома механіками, які будуть його виконувати.	Забезпечує гнучкість у призначенні виконавців.
Previous_repair (Історія ремонтів)	Архів усіх попередніх звернень та робіт, виконаних для конкретного автомобіля. Зберігає дату, опис завдання та вартість.	Дозволяє майстру швидко переглянути, що робилося раніше, та надавати більш якісні рекомендації щодо поточного ремонту.

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
Inspection_result (Результати діагностики)	Сюди записуються всі дані, отримані під час технічної діагностики автомобіля, включно з кодами помилок з OBD-II та їх описом.	Інформація про коди несправностей і їхні пояснення потрібна для складання плану технічного обслуговування
Suggested_work (Рекомендовані роботи)	Тут зберігаються пропозиції щодо робіт, які може згенерувати ШІ після аналізу діагностики.	Діє як помічник для планувальника. Система може запропонувати супутні роботи, а людина вже вирішує, чи варто додавати їх до замовлення, попередньо схваливши пропозицію.
Work_type (Тип робіт)	Довідник категорій робіт ("Слюсарні", "Електрика", "Діагностика") з погодинною ставкою для кожної з них.	Дозволяє гнучко розраховувати вартість робіт. Замість фіксованої ціни за операцію, вартість обчислюється як добуток нормативного часу на ставку відповідного типу робіт.
Tecdoc_data_cache (Кеш даних TecDoc)	Технічна сутність для оцінки часу виконання роботи в нормо-годинах.	Дані про запчастини, роботи чи автомобілі зберігаються локально, а час оновлення кешу контролює їх актуальність.

Кінець таблиці 5.1

1	2	3
Inventory_stock (Залишки на складі)	Використовується для оперативного обліку залишків запчастин та матеріалів на складі підприємства.	Має критичний поріг, що дозволяє автоматично сигналізувати про необхідність поповнення запасів.
Repair_work_dependency (Залежності між ремонтними роботами)	Вказує на логічну послідовність виконання робіт, коли одна операція не може початися до завершення іншої.	Забезпечує правильний порядок технологічного процесу.

В таблиці 5.2 наведені відомості щодо атрибутів видів сутностей.

Таблиця 5.2 – Відомості щодо атрибутів видів сутностей

Тип сутності	Атрибут	Опис	Тип даних (довжина)	Обмеження	Значення за замовчуванням	Допустимість Null
1	2	3	4	5	6	7
Client (Клієнт)	client_id	Унікальний ідентифікатор клієнта.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Немає	Ні
	first_name	Ім'я клієнта.	Символьний, 50	Немає	Немає	Ні
	last_name	Прізвище клієнта.	Символьний, 50	Немає	Немає	Ні
	phone_number	Контактний номер телефону.	Символьний, 20	Немає	Немає	Ні
	email	Електронна пошта.	Символьний, 50	Немає	Немає	Так
	middle_name	По батькові	Символьний, 50	Немає	Немає	Ні
Vehicle (Автомобіль)	vehicle_id	Унікальний ідентифікатор автомобіля.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Немає	Ні
	license_plate	номерний знак	Символьний, 15	Немає	Немає	Так

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	client_id	Зовнішній ключ, що пов'язує автомобіль з його власником.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	model_id	Зовнішній ключ, що вказує на модель автомобіля.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	vin_code	Унікальний VIN-код автомобіля, ключовий ідентифікатор для точного підбору запчастин через ТесДос.	Символьний, 17	Унікальний	Немає	Ні
	color	Колір автомобіля для візуальної ідентифікації.	Символьний, 30	Немає	Немає	Так
	year	Рік випуску автомобіля, важливий для підбору запчастин.	Чисельний, 4	Немає	Немає	Так

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
Model (Модель)	model_id	Унікальний ідентифікатор моделі	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	brand_id	Зовнішній ключ, що пов'язує модель з брендом (маркою).	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	model_name	Назва моделі автомобіля	Символьний, 50	Немає	Немає	Так
Brand (Бренд)	brand_id	Унікальний ідентифікатор бренду	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	brand_name	Назва бренду (марки) автомобіля.	Символьний, 50	Немає	Немає	Так
Employee (Працівник)	employee_id	Унікальний ідентифікатор працівника	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	first_name	Імя працівника.	Символьний, 50	Немає	Немає	Так
	last_name	Прізвище працівника.	Символьний, 50	Немає	Немає	Так
	position	Посада працівника	Символьний, 50	Немає	Немає	Так

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	qualification	Кваліфікація або спеціалізація, важлива для призначення на складні роботи.	Символьний, 100	Немає	Немає	Так
	available	Статус доступності працівника для планування графіку робіт.	Логічний	Немає	Немає	Так
	middle_name	По батькові	Символьний, 50	Немає	Немає	Ні
Repair_order (Замовлення на ремонт)	repair_order_id	Унікальний ідентифікатор замовлення на ремонт	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	vehicle_id	Зв'язок із конкретним автомобілем, що ремонтується.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	order_date	Дата створення замовлення на ремонт.	Дата	Немає	Немає	Так
	status	Поточний статус замовлення.	Символьний, 30	Немає	Немає	Так
	total_cost	Загальна розрахункова вартість ремонту	З плаваючою комою, (8,2)	Немає	Немає	Так
	client_request	Початковий запит або опис проблеми зі слів клієнта.	Текст	Немає	Немає	Так
	approval_date	Дата та час, коли клієнт офіційно затвердив план ремонту.	Час і дата	Немає	Немає	Так
	approved_by_client	Згода клієнта на проведення робіт помітка.	Логічний	Not Null	FALSE	Ні
	approved_by_employee_id	Працівник, який зафіксував затвердження замовлення клієнтом.	Чисельний, 11	Зовнішній ключ	Немає	Так

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
Repair_work (Ремонтна робота)	repair_work_id	Унікальний ідентифікатор конкретної ремонтної роботи	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	repair_order_id	Зв'язок із загальним замовленням на ремонт.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	work_type_id	Тип роботи для визначення погодинної ставки.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	tecdoc_work_id	Ідентифікатор роботи в системі TecDoc для стандартизації.	Символьний, 100	Зовнішній ключ	Немає	Так
	work_name	Стандартизована назва ремонтної операції.	Символьний, 100	Немає	Немає	Так

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	standard_hours	Нормативна трудомісткість роботи в стандартних годинах, отримана з TecDoc.	З плаваючою комою, (5,2)	Немає	Немає	Так
	work_cost	Розрахункова вартість конкретної роботи (стандартні години * ставка).	З плаваючою комою, (8,2)	Немає	Немає	Так
	status	Статус виконання конкретної роботи	Символьний, 30	Немає	Немає	Так
	comments	Коментарі планувальника або механіка щодо роботи.	Текст	Немає	Немає	Так
Work_inventory_item (Позиція роботи на складі)	work_inventory_item_id	Унікальний ідентифікатор зв'язку роботи та запчастини	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	repair_work_id	Зв'язок із конкретною ремонтною роботою.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	inventory_item_id	Зв'язок із необхідною запчастиною або матеріалом зі складу.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	quantity_required	Кількість запчастин/матеріалів, необхідна для виконання цієї роботи.	З плаваючою комою, (5,2)	Not Null	Немає	Ні
	coverage_source	Джерело покриття потреби: "internal" (внутрішній склад) або "procurement" (потрібна закупівля).	Символьний, 20	Немає	Немає	Так
Inventory_item (Складська позиція)	inventory_item_id	Унікальний ідентифікатор складської позиції.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	vehicle_id_id	Для унікальних запчастин, привязаних до конкретного авто.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Так
	tecdoc_part_id_id	Ідентифікатор запчастини в TecDoc для перевірки сумісності.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Так
	name	Найменування запчастини або матеріалу.	Символьний, 255	Not Null	Немає	Ні
	number	Артикул для запчастин для точної ідентифікації та замовлення.	Символьний, 100	Немає	Немає	Так

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	unit	Одиниця виміру ("шт.", "л", "кг").	Символьний, 10	Not Null	Немає	Ні
	unit_price	Ціна за одиницю товару.	З плаваючою комою, (8,2)	Not Null	Немає	Ні
	criticality_status	Статус критичності, що визначає важливість для початку ремонту.	Символьний, 30	Немає	Немає	Так
Procurement_request (Запит на закупівлю)	procurement_request_id	Унікальний ідентифікатор запиту на закупівлю	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	repair_order_id	Замовлення на ремонт, для якого створюється запит на закупівлю.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	procurement_request_date	Дата створення запиту.	Дата	Немає	Немає	Так

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	status	Статус запиту (напр., "Новий", "Затверджено", "В закупівлі").	Символьний, 30	Немає	Немає	Так
	desired_delivery_date	Бажана дата постачання для планування робіт.	Дата	Немає	Немає	Так
	comments	Загальні коментарі до запиту на закупівлю.	Текст	Немає	Немає	Так
Procurement_request_item (Позиція запиту на закупівлю)	procurement_request_item_id	Унікальний ідентифікатор позиції в запиті, первинний ключ.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	procurement_request_id	Зв'язок із заголовком запиту на закупівлю.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	inventory_item_id	Складська позиція, яку необхідно закупити.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	quantity	Кількість, яку потрібно закупити.	Чисельний, 7	Немає	Немає	Так
	criticality	Критичність позиції для своєчасного виконання ремонту.	Символьний, 30	Немає	Немає	Так
Schedule (Графік робіт)	schedule_id	Унікальний ідентифікатор запису в графіку, первинний ключ.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	repair_work_id	Ремонтна робота, яка планується.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	work_area_id	Робоча зона (пост), де буде виконуватися робота.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	start_time	Планований час початку роботи.	Час і дата	Немає	Немає	Так
	end_time	Планований час завершення роботи.	Час і дата	Немає	Немає	Так
	parts_status	Статус забезпеченості запчастинами на момент виконання.	Символьний, 20	Немає	Немає	Так
	current_stage	Поточний етап виконання роботи в рамках графіка.	Символьний, 20	Немає	Немає	Так
	last_modified	Час останнього коригування запису в графіку.	Час і дата	Немає	Немає	Так

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
Work_area (Робоча зона)	work_area_id	Унікальний ідентифікатор робочої зони.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	area_name	Назва або номер робочої зони (напр., "Пост 1", "Підйомник 3").	Символьний, 50	Унікальний	Немає	Так
	capacity	Максимальна кількість автомобілів, які можуть обслуговуватися одночасно.	Чисельний, 4	Немає	Немає	Так
	current_load	Поточне завантаження робочої зони.	Чисельний, 4	Немає	Немає	Так
Contract (Договір)	contract_id	Унікальний ідентифікатор договору.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	repair_order_id	Зв'язок із замовленням на ремонт, на основі якого створено договір.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	contract_date	Дата укладення договору з клієнтом.	Дата	Немає	Немає	Так
	terms	Основні умови договору.	Текст	Немає	Немає	Так
	is_approved_client	Прапорець, що договір підписано (затверджено) клієнтом.	Логічний	Немає	Немає	Так
	document_url	Посилання на згенерований PDF або скановану копію підписаного договору.	Текст	Немає	Немає	Так
Schedule_employee (Призначення працівників на роботу)	schedule_id	Унікальний ідентифікатор в графіку робіт.	Чисельний, 7	Первинний ключ (складений), Зовнішній ключ	Немає	Ні
	employee_id	Унікальний ідентифікатор працівника, призначеного на роботу.	Чисельний, 7	Первинний ключ (складений), Зовнішній ключ	Немає	Ні

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
Previous_repair (Попередній ремонт)	previous_repair_id	Унікальний ідентифікатор про минулий ремонт.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	vehicle_id	Автомобіль, для якого зберігається історія.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	date	Дата проведення попереднього ремонту.	Дата	Немає	Немає	Так
	task	Опис виконаних робіт.	Текст	Немає	Немає	Так
	cost	Вартість попереднього ремонту.	З плаваючою комою, (8,2)	Немає	Немає	Так
Inspection_result (Результати діагностики)	inspection_id	Унікальний ідентифікатор результату перевірки.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	vehicle_id	Автомобіль, для якого проводилася діагностика.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	date_inspection	Дата діагностики	Дата	Немає	Немає	Ні

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	description	Опис процедури технічної перевірки.	Текст	Немає	Немає	Так
	fault_code	Код несправності, отриманий з діагностичного обладнання.	Символьний, 20	Немає	Немає	Так
	fault_description	Текстовий опис виявленої несправності.	Текст	Немає	Немає	Так
Suggested_work (Запропонована робота)	suggested_work_id	Унікальний ідентифікатор пропозиції.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	repair_work_id	Замовлення, для якого було згенеровано рекомендацію.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	task_description	Початковий текст рекомендованої роботи, отриманий від AI.	Текст	Немає	Немає	Так

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	is_approved	Прапорець, що пропозиція була переглянута і схвалена планувальником.	Логічний	Немає	FALSE	Так
Work_type (Тип роботи)	work_type_id	Унікальний ідентифікатор типу робіт для ставки за годину.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні
	type_name	Назва типу робіт ("Слюсарні роботи").	Символьний, 100	Унікальний	Немає	Так
	default_hourly_rate	Стандартна ставка за годину для даного типу робіт, використовується для розрахунку вартості.	З плаваючою комою, (6,2)	Немає	Немає	Так

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
Tecdoc_data_cache (Кеш даних TecDoc)	tecdoc_item_id	Унікальний ідентифікатор елемента з TecDoc API.	Символьний, 100	Первинний ключ	Немає	Ні
	item_type	Тип кешованого елемента: "Part", "Work" або "VehicleData".	Символьний, 20	Not Null	Немає	Ні
	tecdoc_data	Дані від TecDoc API, збережені як текстовий рядок.	Текст	Not Null	Немає	Ні
	last_updated	Час останнього оновлення кешу для забезпечення актуальності.	Час і дата	Not Null	Поточний час	Ні
Inventory_stock (Складські залишки)	stock_id	Унікальний ідентифікатор запису про запаси.	Чисельний, 7	Первинний ключ	Автоінкремент	Ні

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
	inventory_item_id	Зв'язок із конкретною запчастиною або матеріалом зі складу.	Чисельний, 7	Зовнішній ключ	Немає	Ні
	location	Місце зберігання (наприклад, "Склад 1", "Робоча зона 2").	Символьний, 100	Not Null	Немає	Ні
	quantity	Поточна кількість на складі.	З плаваючою комою, (6,2)	Not Null	0	Ні
	last_updated	Час останнього оновлення кількості запасів.	Час і дата	Not Null	Поточний час	Ні
	critical_threshold	Мінімальний поріг запасів, при перевищенні якого генерується попередження.	Чисельний, 7	Немає	Немає	Так
	reserved_quantity	Кількість, зарезервована для поточних замовлень.	З плаваючою комою, (6,2)	Немає	0	Так

Кінець таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7
Repair_work_dependency (Залежності між ремонтними роботами)	repair_work_id	Унікальний ідентифікатор роботи, яка залежить від іншої (наступна робота)	Чисельний, 7	Первинний ключ (складений), Зовнішній ключ	Немає	Ні
	prerequisite_work_id	Унікальний ідентифікатор роботи, яка повинна бути виконана першою (попередня робота).	Чисельний, 7	Первинний ключ (складений), Зовнішній ключ	Немає	Ні

Відомості про взаємозв'язки між сутностями подано в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Відомості про взаємозв'язки між сутностями

Тип сутності	Опис зв'язку	Тип сутності	Тип зв'язку
1	2	3	4
Client	Є власником	Vehicle	1:М
Brand	Включає	Model	1:М
Model	Описує	Vehicle	1:М
Vehicle	Оформлюється для	Repair_order	1:М
Employee	Затверджує	Repair_order	1:М
Repair_order	Містить	Repair_work	1:М
Work_type	Визначає тип для	Repair_work	1:М
Tecdoc_data_cache	Надає інформацію для	Repair_work	1:М
Repair_work	Вимагає / Використовує	Work_inventory_item	1:М
Inventory_item	Є частиною	Work_inventory_item	1:М
Vehicle	Має унікальні	Inventory_item	1:М
Tecdoc_data_cache	Надає інформацію для	Inventory_item	1:М
Repair_order	Генерує	Procurement_request	1:М
Procurement_request	Містить	Procurement_request_item	1:М
Inventory_item	Є позицією в	Procurement_request_item	1:М
Repair_work	Планується в	Schedule	1:1
Work_area	Використовується для	Schedule	1:М

Кінець таблиці 5.3

1	2	3	4
Repair_order	Має	Contract	1:1
Schedule	Включає призначення	Schedule_employee	1:M
Employee	Призначений на	Schedule_employee	1:M
Vehicle	Має історію	Previous_repair	1:M
Vehicle	Діагностується в	Inspection_result	1:M
Repair_work	Може мати	Suggested_work	1:M
Inventory_item	Має залишки на	Inventory_stock	1:M
Repair_work	Може залежати від	Repair_work_dependency	1:M

6 РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МАТЕМАТИЧНОЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮЧОЇ СИСТЕМИ

6.1 Опис методу формування переліку робіт з ремонту авто

Програмне рішення для планування ремонтних робіт суттєво ускладнюється широким різноманіттям марок і моделей автомобілів, які мають власні особливості, характерні несправності та способи їх усунення.

Спроба покладатися виключно на людський досвід і знання вимагає опрацювання величезного масиву технічної документації, аналізу історії поломок і розробки специфічних алгоритмів для кожного випадку, що потребувало би декілька днів, а то й неділь. Також для планування необхідно враховувати нормативну та фактичну тривалість, наявність та терміни отримання необхідних запасних частин, доступності та кваліфікацію конкретних механіків, завантаженість ремонтних постів та специфічного обладнання.

Подолати вказані виклики можна шляхом інтеграції сучасних великих мовних моделей LLM у ролі зовнішнього «інтелектуального ядра», яке за лічені секунди формує оптимізований план ремонтних робіт із деталізацією послідовності операцій, переліку необхідних запчастин та інструментів і врахуванням можливих затримок чи змін технологічного процесу.

Великі мовні моделі побудовано на основі багаторівневих нейронних мереж, що навчені на величезних масивах текстових та кодових даних. Вони тонко налаштовуються під час навчання та доповнюються механізмом уваги, коли, аналізуючи величезні масиви текстових даних у режимі нульового й самокерованого навчання, система оцінює ймовірності послідовностей токенів на основі контексту попередніх слів і перетворює їх у числові вбудовування, що відтворюють граматичні й семантичні зв'язки [7].

Великі мовні моделі стають універсальним інструментом для виконання різноманітних завдань за межами традиційної обробки тексту, що є

необхідним для задані планування в автосервісі.

Базою нейронної мережі є модель “Трансформер”, що використовується в LLM. У цій моделі реалізовано механізм з кількома незалежними блоками уваги, кожен з яких називають “головою”, що дозволяє одночасно обробляти різні частини вхідного тексту з урахуванням контексту. Кожен токен t_i представляється вектором позиційного кодування X_{pos} , який трансформується у три набори векторів: запити (3.1), ключі (3.2) та значення (3.3). Ці набори векторів описуються відповідно такими формулами:

$$Q = X_{pos} \cdot W_q, \quad (3.1)$$

$$K = X_{pos} \cdot W_k, \quad (3.2)$$

$$V = X_{pos} \cdot W_v, \quad (3.3)$$

де W_q , W_k , W_v – навчені матриці ваг.

Кожна “голова” фокусується на типі взаємозв’язків - синтаксичних або семантичних. Вона дає змогу моделі інтегрувати багаторівневі характеристики даних [8].

Для обчислення ваги уваги між токенами використовується скалярний добуток векторів Q поточного токена та K інших елементів:

$$\text{Attention Scores} = \frac{Q_i \cdot K_j}{\sqrt{d}}, \quad (3.4)$$

де d – розмірність векторів.

Потім застосовується функція softmax, яка перетворює бали уваги на ймовірнісний розподіл з сумою 1:

$$\text{Attention Weights} = \text{softmax}(\text{Attention Scores}), \quad (3.5)$$

Ця функція визначає відносний вплив кожного токена. Результуючий контекстний вектор формується як зважена сума векторів V :

$$Z_i = \sum_{j=1}^n \text{Attention Weights}_{ij} \cdot V_j, \quad (3.6)$$

Отже, такий метод автоматично виділяє ключові фрагменти даних, що дозволяє наступним шарам працювати значно продуктивніше.

Для цілій кваліфікаційної роботи більш підходять BERT-подобні моделі, тому що вони добре працюють, якщо діагностика представлена як текст, список кодів OBD-II, опис симптомів. Використовується підхід «запитання → відповідь» або «опис → список дій». Модель можна донавчити на базі пар «вхід (діагностика) → вихід (перелік робіт)».

Існує кілька різновидів BERT-подібних моделей нейронної мережі типу «Трансформер». До них належать такі моделі:

- BERT, RoBERTa, DistilBERT – корисні при роботі з кодами помилок та текстами;

- T5, GPT – якщо необхідно генерувати список (sequence-to-sequence).

Модель T5 (Text-to-Text Transfer Transformer) [9] найбільш підходить для вирішення задачі формування переліку робіт з ремонту авто, тому що легко адаптується під завдання ремонту авто за результатами діагностики. Крім того, вона забезпечена вже готовими та безкоштовними програмними засобами реалізації.

Модель T5 – це узагальнена sequence-to-sequence модель на базі трансформерів, навчена вирішувати будь-яке NLP-завдання у форматі: вхідний текст → вихідний текст. Вона має двоблочну архітектуру трансформера:

- 1) Encoder – кодує вхідний текст у приховане подання;
- 2) Decoder – за цим поданням генерує вихідний текст, токен за токеном.

Модель T5 підтримується у кількох популярних бібліотеках машинного навчання.

Для виконання завдань кваліфікаційної роботи була обрана бібліотека Hugging Face Transformers як найгнучкіша та найпопулярніша та PyTorch.

Hugging Face Transformers – це відкрита бібліотека Python, що надає

інструменти та передбачені моделі на базі Transformer-архітектури для вирішення завдань обробки природної мови (NLP), а також завдань у галузі зображень, аудіо та багатомодальних даних [10].

PyTorch – це бібліотека машинного навчання з відкритим вихідним кодом. Вона розроблена компанією Meta (Facebook) та широко використовується для створення та навчання нейронних мереж, особливо у завданнях глибокого навчання (deep learning) [11].

Для формування переліку робіт та навчання моделі потрібно бути надавати на вхід бібліотечних програм такі дані:

- приклади (історичні дані): діагностика → список робіт;
- результати діагностики;
- VIN-код авто;
- базу знань про помилки OBD-II.

6.2 Опис методу формування календарного графіка ремонту авто

При формування календарного графіка ремонту авто потрібно враховувати такі обмеження:

- 1) деякі роботи не можуть початися раніше визначеної дати;
- 2) потрібне вільне місце ремонту;
- 3) деякі роботи не можуть починатися раніше, ніж будуть виконані інші;
- 4) виконавці роботи мають бути вільні;
- 5) кожна робота має свою тривалість.

Реалізувати алгоритм побудови оптимального графіка виконання ремонтних робіт з такою кількістю обмежень достатньо складно, тому було прийнято рішення орієнтуватися на готові математичні та програмні рішення.

У якості таких рішень був вибраний вирішувач CP-SAT (у складі бібліотеки Google OR-Tools), який реалізує гібридний метод вирішення

завдання задоволення обмежень (Constraint Programming) з використанням SAT-технологій.

Під SAT-технологією розуміють сукупність методів та алгоритмів, призначених для вирішення SAT-задач (Boolean Satisfiability Problem), тобто задач задоволення булевої формули.

CP-SAT – це гібридний вирішувач, здатний ефективно вирішувати задачі з: булевими змінними та логікою (SAT), цілочисленними змінними та обмеженнями (CP), інтервалами часу, ресурсами, залежностями (scheduling) [12].

CP-SAT перетворює задачу на булеву SAT-форму (булеву формулу), задача якої полягає у тому, щоб знайти такі значення змінних (True/False), щоб формула була істинною.

Формально SAT-форма - це логічна формула виду:

$$C_1 \wedge C_2 \wedge \dots \wedge C_n \quad (3.7)$$

де кожен C_i - диз'юнкт (або клаузула) з літералів:

$$C_i = (x_1 \vee \neg x_2 \vee x_7) \quad (3.8)$$

де x_i - булева змінна;

$\neg x_i$ заперечення змінної.

CP-SAT виконує логічне виведення та пропагування булевих змінних, знаходить конфлікти, запам'ятовує їх та вчить клаузули, щоб не заходити повторно у глухий кут.

Для вирішення задачі побудови календарного графіка робіт з використанням CP-SAT необхідно виконати такі дії:

- 1) описати задачу з тривалістю робіт, залежностями та ресурсами;
- 2) додати обмеження;

– роботи не повинні перетинатися на одному ресурсі (місці для

ремонту);

- декілька робіт не можуть одночасно виконуватись одним фахівцем;

- одна робота повинна завершитися раніше за іншу;

- обмеження за часом;

3) визначити цільову функцію: мінімізувати загальний час.

На підставі заданих вихідних даних CP-SAT виконує такі дії:

- будує можливі "кандидатні" графіки;

- відсікає неприпустимі за допомогою логічного висновку;

- знаходить оптимальний або допустимий варіант у розумний час.

Вирішувач CP-SAT реалізований за допомогою бібліотеки Google OR-Tools [13], яка розроблена командою Google Optimization Team із Google – фахівцями з операційних досліджень та комбінаторної оптимізації. Це потужна оптимізаційна бібліотека від Google, призначена для вирішення задач комбінаторного планування та маршрутизації. Вона безкоштовна та з відкритим вихідним кодом.

Таким чином, для побудови календарного графіка робіт з ремонту авто в проектову модулі буде використана бібліотека Google OR-Tools.

7 РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОГРАМНОЇ ЗАБЕЗПЕЧУЮЧОЇ СИСТЕМИ

7.1 Структура програмної забезпечуючої системи

Програмний IT-сервіс «Планування ремонту автомобіля» проектується на основі сучасної клієнт-серверної архітектури, де взаємодія між клієнтом та сервером відбувається через REST API. Розроблюваний IT-сервіс буде представляти собою веб-застосунок.

Для кращого розуміння архітектури створюваного IT-сервісу була розроблена схема, що відображає загальну структуру програмної забезпечуючої системи (ПЗС) (дивись рисунок 7.1).

Серверна частина ПЗС відповідає за всю бізнес-логіку, взаємодію з базою даних, інтеграцію зі сторонніми сервісами та підготовку даних для клієнта. Вона має такі складові:

- СУБД PostgreSQL – її вибір було пояснено у розділі 5 кваліфікаційної роботи;
- операційна система Linux, що є галузевим стандартом для розгортання веб-серверів завдяки високій стабільності, продуктивності, безпеці та відсутності ліцензійних відрахувань;
- веб-сервер Nginx, якій має високу продуктивність при обробці великої кількості одночасних з'єднань, ефективну роботу з статичними файлами та потужні можливості як зворотного проксі-сервера для основного додатку. Тож його використання є найкращим вибором для серверної частини;
- прикладна програма, яка реалізує функції IT-сервіс.

Клієнтська частина ПЗС IT-сервісу складається з таких частин:

- операційна система Windows 11.
- веб-браузер – рекомендується використання Google Chrome або Brave в зв'язку з надійністю цих браузерів та поширеною функціональністю.

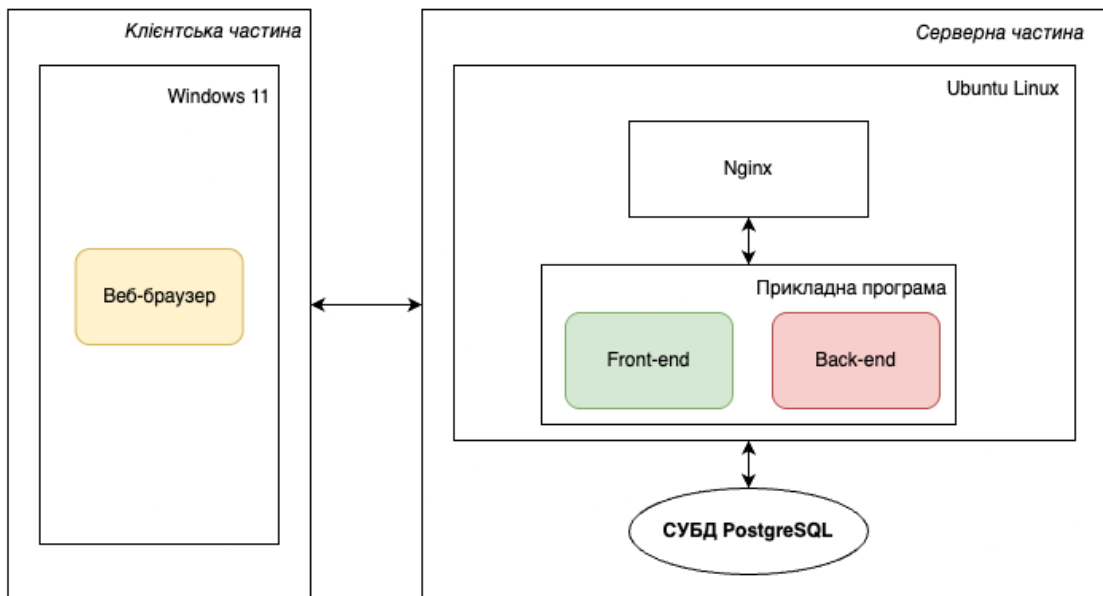


Рисунок 7.1 – Схема загальної структури програмної забезпечуючої системи ІТ-сервісу “Планування ремонту автомобіля” АСП

Прикладна програма ІТ-сервісу складається з двох частин з точки зору потоків розробки застосунку: frontend-частини та backend-частини.

Як мова програмування для backend-частини прикладної програми рекомендується Python з використанням веб-фреймворку Django, оскільки він має величезну кількість бібліотек для вирішення будь-яких задач.

Django, у свою чергу, надає готові рішення для роботи з базою даних PostgreSQL, через об'єктно-реляційне відображення, автентифікації, адміністрування та створення REST API, що значно прискорює процес розробки.

Для реалізації автоматичного формування переліку робіт, у серверну частину інтегруються бібліотеки машинного навчання Hugging Face Transformers та PyTorch. Завдяки їм використовується модель T5, яка аналізує дані діагностики, VIN-код автомобіля та інформацію з бази помилок OBD-II, створюючи структурований список ремонтних операцій на основі текстових описів. Для формування календарного графіка робіт, застосовується бібліотека Google OR-Tools, зокрема її вирішувач CP-SAT, який оптимізує

розподіл завдань з урахуванням обмежень.

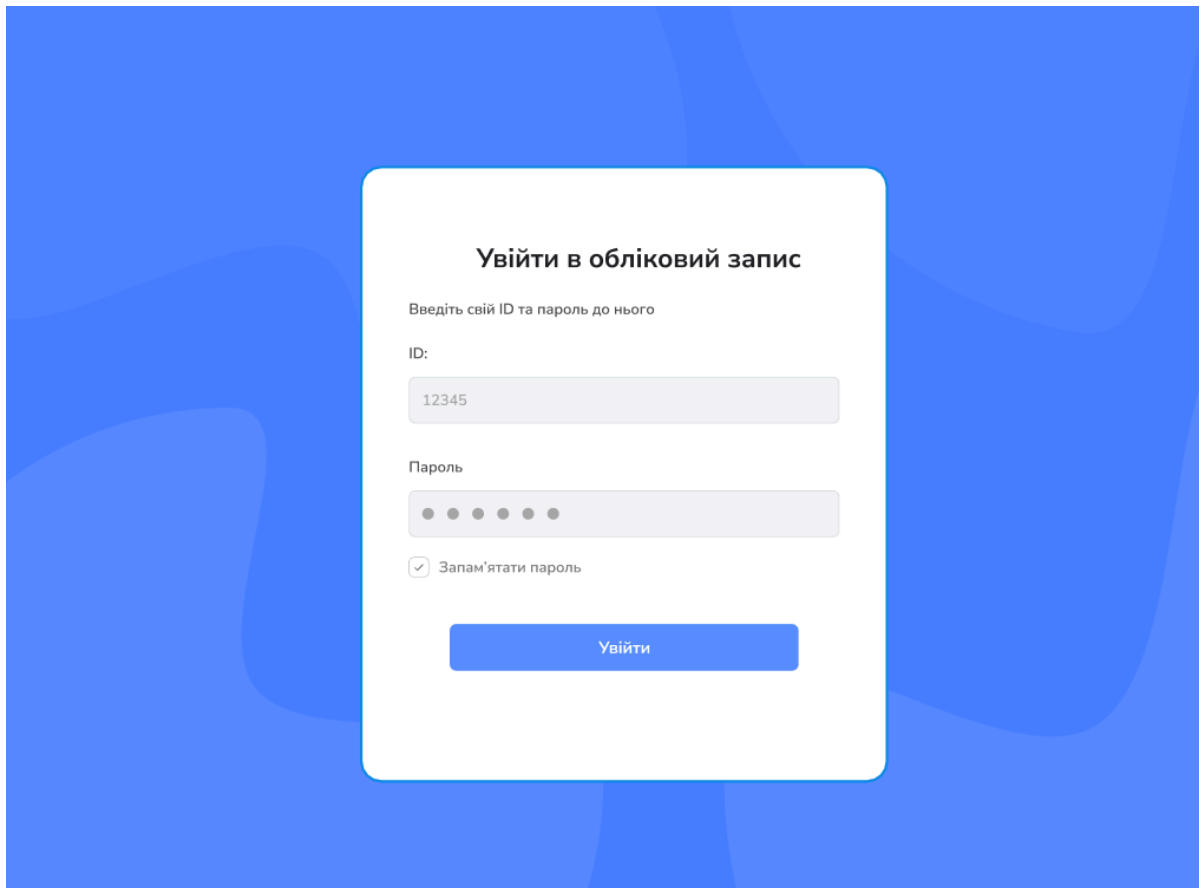
Frontend-частина прикладної програми, а саме інтерфейс, має бути розроблена з використанням HTML, CSS, JavaScript та з використанням фреймворку React, який представляє собою бібліотеку для створення складних, інтерактивних користувацьких інтерфейсів. Для візуалізації графіка можуть бути використана спеціалізована бібліотека Frappe Gantt, яка легко інтегрується з React.

Для розробки сервісу рекомендується інтегроване середовище розробки Visual Studio Code, який є безкоштовним, та надзвичайно потужний редактор коду з гігантською екосистемою розширень, які забезпечують комфортну роботу як з Python/Django на бекенді, так і з JavaScript/React на фронтенді.

7.2 Опис екранних форм, що реалізують інтерфейс користувача

Згідно з логікою роботи модуля, створено прототипи екранних форм, які відображають користувацький інтерфейс. Візуальні приклади розроблених веб-сторінок подано на рисунках 7.2–7.14.

Прототипи екранних форм мають високий ступень деталізації.



Увійти в обліковий запис

Введіть свій ID та пароль до нього

ID:

12345

Пароль

Запам'ятати пароль

Увійти

Рисунок 7.2 – Екранна форма входу в систему планувальником ремонту

У формі входу користувач має вказати свій ID і пароль для входження в систему. Після введення даних та натискання кнопки «Увійти» відбувається перехід до головної сторінки IT-сервісу.



←

Список замовлень

Сортувати за

Дата створення замовлення

Марка

Модель

Статус



Збросити фільтра



Посилання	№	Марка	Модель	Номер машини	Дата створення замовлення	Загальна вартість	Статус	Дата згоди клієнта
	12324567	Toyota	Corolla	AX 7777 BM	15 Грудня 2025	8 300 грн	Підтверджено	15 Січня 2025
	12324567	Porsche	Panamera	AX 7867 AM	15 Липня 2025	12 000 грн	В роботі	Не підтверджено
	12324567	Skoda	Octavia	AX 1234 AP	15 Травня 2025	5 000 грн	Завершено	15 Грудня 2025
	12324567	BMW	M5	AX 9847 AB	15 Червня 2025	6 000 грн	Підтверджено	15 Грудня 2025


Рисунок 7.3 – Екранна форма головної сторінки

На головній сторінці планувальник ремонту може бачити відповідний список замовлень, що дозволяє швидко оцінити завантаженість сервісу та вибрати необхідний йому автомобіль для подальшої роботи з ним. Завдяки зручним фільтрам можна легко знаходити потрібні замовлення за маркою, моделлю, датою створенням чи статусом виконанням.

← Список робіт для замовлення №1234567 BMW M5 AX7777BM

 Дата створення замовлення: 13.02.25
  Загальна вартість: 20 000 грн

 Дата згоди клієнта: 15.02.25
  Працівник що домовився з клієнтом: Андрій Ярмоленко Віталійович

 Статус замовлення: Підтверджено ✓

[Доровір на виконання робіт](#)
 [Деталі про машину](#)
 [Опис проблеми зі слів клієнта](#)
 [Графік робіт](#)

Сортирувати за: Назва ремонтної операції
 Вартість
 Статус
 [Збросити фільтра](#)

№	Назва ремонтної операції	Залежності	Нормо-години	Вартість	Статус	Детальна інформація	Запчастини та матеріали	Порада
1234101	Заміна комплекту зчеплення	-	6.5	3900 грн	Виконано ✓	Інфо	Ресурси	⚙️ 🗑️ ⋮
1234102	Ремонт вихлопної системи	-	4.5	2700 грн	Очікує запчастин ⏸	Інфо	Ресурси	⚙️ 🗑️ ⋮
1234103	Заміна масла в двигуні та фільтра	-	0.8	480 грн	В роботі ⚙️	Інфо	Ресурси	⚙️ 🗑️ ⋮
1234104	Заміна передніх амортизаторів (пара)	-	2.5	1500 грн	Очікує запчастин ⏸	Інфо	Ресурси	⚙️ 🗑️ ⋮
1234105	Регулювання розвал-сходження	Заміна амортизаторів	1.2	720 грн	В черзі 🚗	Інфо	Ресурси	⚙️ 🗑️ ⋮
1234106	Заміна передніх гальмівних дисків та колодок	-	2.0	1200 грн	Очікує запчастин ⏸	Інфо	Ресурси	⚙️ 🗑️ ⋮
1234107	Чистка форсунок інжектора	-	2.0	600 грн	Виконано ✓	Інфо	Ресурси	⚙️ 🗑️ ⋮
1234108	Заправка системи кондиціонування	-	0.7	420 грн	Очікує запчастин ⏸	Інфо	Ресурси	⚙️ 🗑️ ⋮

[+ Додати ремонтну операцію](#)

Сторінка 1

Рисунок 7.4 – Екранна форма списку робіт з ремонту відповідного автомобіля

На сторінці списку робіт показується вся інформація про замовлення та поточний список робіт, що також має відповідну пагінацію на сайті. Планувальник відповідно може бачити номер ремонтної операції, залежність від іншої операції, вартість роботи персоналу, вартість ресурсі, статус, детальну інформацію, посилання на запчастини і матеріали, а також відповідна примітка до відповідної ремонтної операції. Додаткові дані про замолення можна побачити на відповідних кнопках.

Проблема зі слів клієнта

Доброго дня. Останнім часом з моїм автомобілем щось не так. Під час роботи двигуна, особливо на холодну, я почав чути дивні звуки, що нагадують свист або скрегіт. Я не впевнений у їхньому походженні, але це викликає занепокоєння, оскільки незабаром планує тривалу поїздку і хотів би бути впевненим у надійності машини.

Крім того, автомобіль став поводитися на дорозі менш стабільно, особливо це відчувається на нерівностях. З'явилася сильна вібрація, і мені здається, що машину трохи веде вбік, доводиться постійно підрулювати. Також при гальмуванні я чую неприємний писк, а ефективність самих гальм помітно знизилася, що робить поїздки менш безпечними.

І оскільки я вже приїхав на сервіс, хотілося б провести планове технічне обслуговування. Будь ласка, замініть масло в двигуні та фільтр, бо вже підійшов час. На додачу, система кондиціонування почала працювати слабше і погано охолоджує салон, тож, якщо можливо, перевірте її та заправте.

OK

№	Назва ремонтної операції	Ресурси	Запчастини та матеріали
1234101	Діагностика двигуна		
1234102	Заміна ремня ГРМ та помпи		
1234103	Заміна масла в двигуні та фільтра		
1234104	Заміна передніх амортизаторів (пара)		
1234105	Регулювання розвал-сходження		
1234106	Заміна передніх гальмівних дисків та колодок		
1234107	Діагностика ходової частини		
1234108	Заправка системи кондиціонування	0.7	420 грн

Рисунок 7.5 – Екранна форма перегляду проблеми зі слів клієнта

При натисканні на кнопку "Проблеми зі слів клієнта" на сторінці списку робіт можна побачити як виглядає відповідні скарги клієнта, та опис проблеми з його слів.

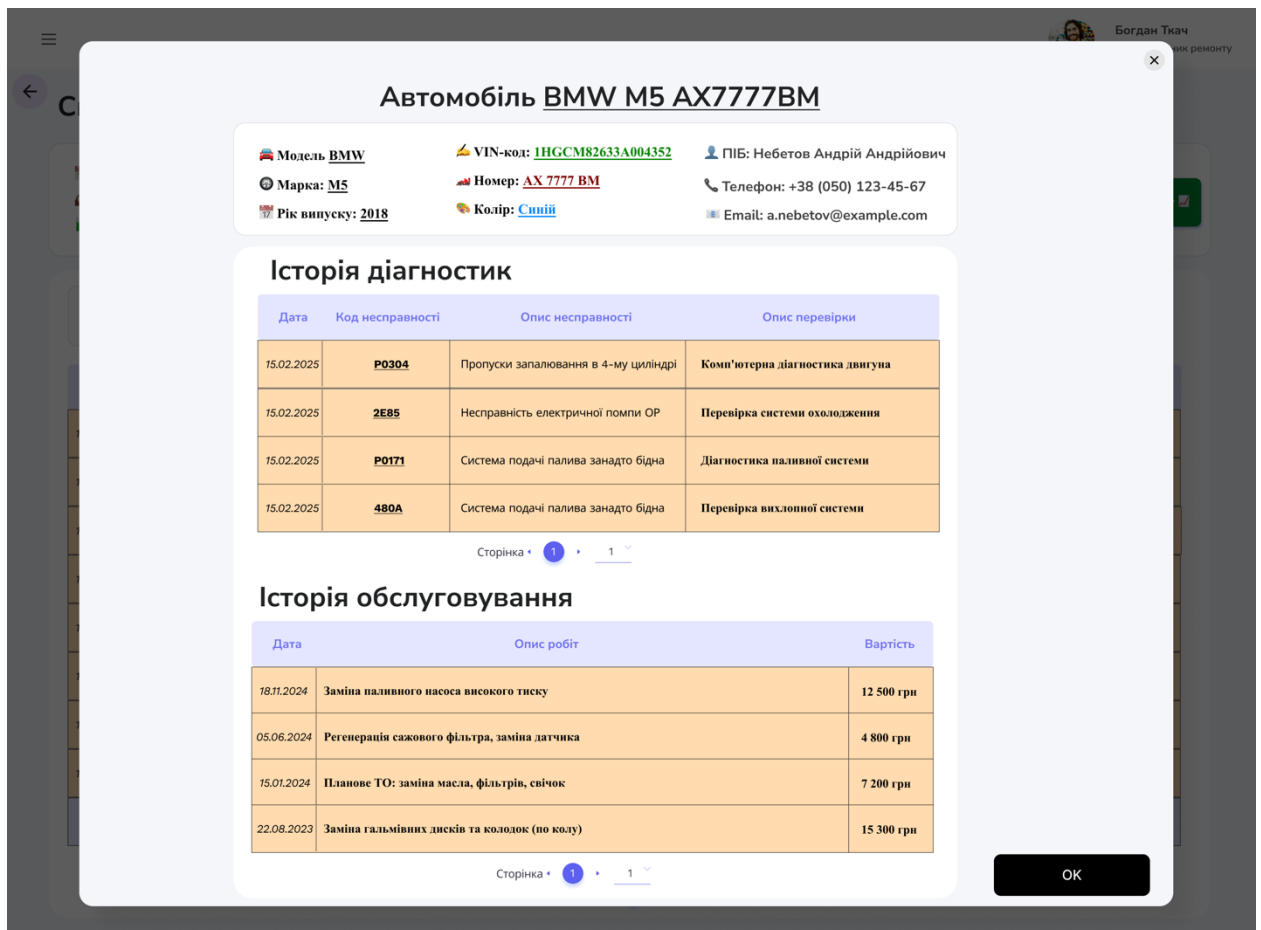


Рисунок 7.6 – Екранна форма "Деталі про автомобіль "

Після натискання на кнопку "Деталі про автомобіль" можна побачити всі дані відповідного авто, та його власника. Також при плануванні ремонту необхідні дані з діагностики та історія обслуговування відповідного авто. Таку інформацію можна побачити в модальному вікні.

Ресурси для ремонтної операції:
“Діагностика двигуна”

Вартість запчастин: 13 000 грн

Артикул	Назва ресурсу	Кількість	Ціна за одиницю	Вартість разом	Джерело	Критичність
СТ1139K2	Комплект ременя ГРМ	1 компл.	4500 грн	4500 грн	Потрібна закупівля	Висока
WPO179	Помпа водяна	1 шт.	2000 грн	2000 грн	Закупівля	Висока
GT2++	Антифриз (концентрат)	2 л	350 грн	700 грн	Склад	Середня
DWSL	Вода дистильована	2 л	25 грн	50 грн	Склад	Низька

Редагувати ресурс

Сторінка 1

OK

Рисунок 7.7 – Екранна форма ресурсів для ремонтних операцій

На екранній формі ресурсів для ремонтних операцій відображуються необхідні ресурси, що потрібні для кожної ремонтної операції. Кожен відповідний елемент має свій артикул, свою назву, кількість, ціну за одиницю, вартість загальну, та джерело отримання, а також критичність цього ресурса, тобто важливість для виконання операції.

Ресурси для ремонтної операції:
“Діагностика двигуна”

Вартість запчастин: 13 000 грн

Артикул	Назва ресурсу	Кількість	Ціна за одиницю	Вартість разом	Джерело	Критичність
СТ1139К2	Комплект ремня ГРМ	1 компл.	4500 грн	4500 грн	Потрібно закупівля	Висока
WPO179	Помпа водяна	1 шт.	2000 грн	2000 грн	Закупівля	Висока
G12++	Антифриз (концентрат)	2 л	350 грн	700 грн	Склад	Середня
DW5L	Вода дистильована	2 л	25 грн	50 грн	Склад	Низька

Редагувати ресурс

Сторінка 1

Редагування ресурсу вручну

Артикул: СТ1139К2 Кількість: 1 Ціна за одиницю: 4500 Тип кількості: шт

Назва ресурсу: Комплект ремня ГРМ

Змінити

OK

Рисунок 7.8 – Екранна форма керування ресурсами для ремонтної операції

На сторінці керування ресурсами для ремонтної операції (дивись рис. 7.8) планувальник керує списком ресурсів для конкретної ремонтної операції, додаючи потрібні запчастини та матеріали і одразу бачити їх вартість, наявність на складі та необхідність замовлення. Ручне керування списком ресурсів здійснюється тільки у випадку, якщо автоматичне розподілення ресурсів не влаштовує планувальника ремонту.

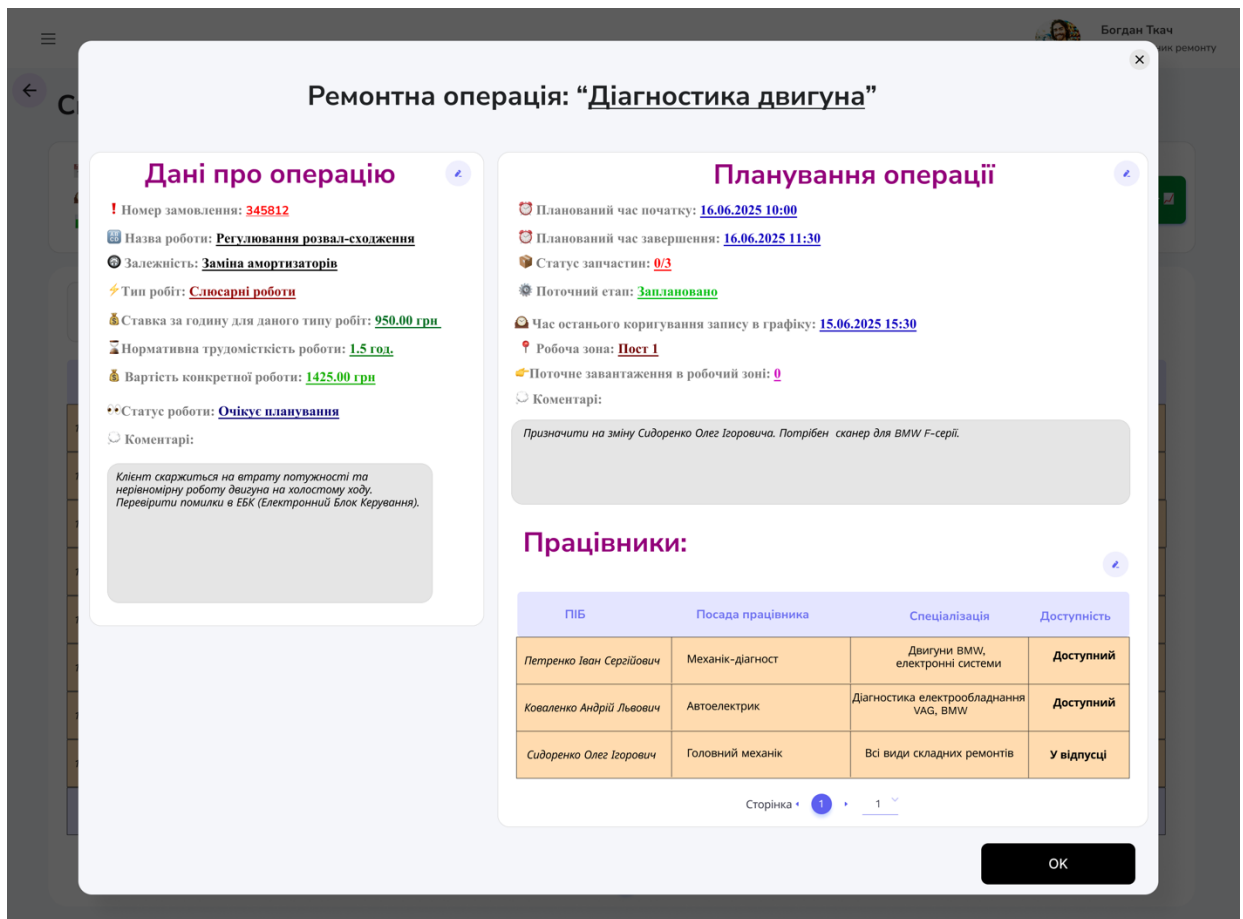


Рисунок 7.9 – Екранна форма детальної інформації про ремонтну операцію

На сторінці з детальною інформацією про ремонтну операцію (дивись рис. 7.9) відкривається модальне вікно, яке слугує для перегляду даних конкретної ремонтної операції. Воно має два блоки, де у першому зображено економічні та описові характеристики роботи, такі як її вартість, статус та коментарі, тоді як в другому блоці є дані щодо планування робіт, відображаючи деталі графіка та дозволяючи призначити виконавців з урахуванням їхньої доступності та спеціалізації.

Рисунок 7.10 – Екранна форма редагування детальної інформації відповідної ремонтної операції

При натисканні кнопки «Редагування» на сторінці редагування детальної інформації про ремонтну операцію (рис. 7.10) планувальник ремонту може вносити зміни у всі ключові аспекти завдання. Робота з формою починається з блоку основної інформації, де планувальник може вносити правки в ключові атрибути ремонтної операції. Тут доступне для редагування текстове поле з назвою роботи, що дозволяє уточнити формулювання або виправити помилку.

Під час редагування планування робіт користувач може гнучко керувати розкладом, змінюючи планований час початку та завершення виконання праці. Інтерфейс дозволяє призначити одного чи кількох виконавців зі списку доступних працівників, а також вибрати конкретну робочу зону. Після внесення змін планувальник має можливість зберегти їх для оновлення даних.

Список робіт для замовлення №1234567 BMW M5 AX7777BM

Запити на закупівлю для замовлення №1234567 BMW M5 AX7777BM

№ запиту	№ замовлення	Бажана дата постачання	Статус запиту	Дата створення запиту	Коментар
1234101	1234567	20.06.2025	В закупівлі	17.06.2025	
1234100	1234567	20.06.2025	Отримано	17.06.2025	
1234099	1234567	20.06.2025	Скасовано	17.06.2025	

+ Створити запит на закупівлю

Сторінка 1 з 1

OK

+ Додати ремонтну операцію

Сторінка 1 з 1

Рисунок 7.11– Екранна форма "Запит на закупівлю"

Цей екран виступає в ролі робочого журналу, де зібрано всі запити на закупівлю, дозволяючи відповідальному планувальнику ремонту з першого погляду зрозуміти, на якому етапі знаходиться кожне замовлення. У таблиці запитів відображено номер запиту, для якого відповідного замовлення воно відноситься, бажана дата постачання, статус та відповідний коментар до запиту.

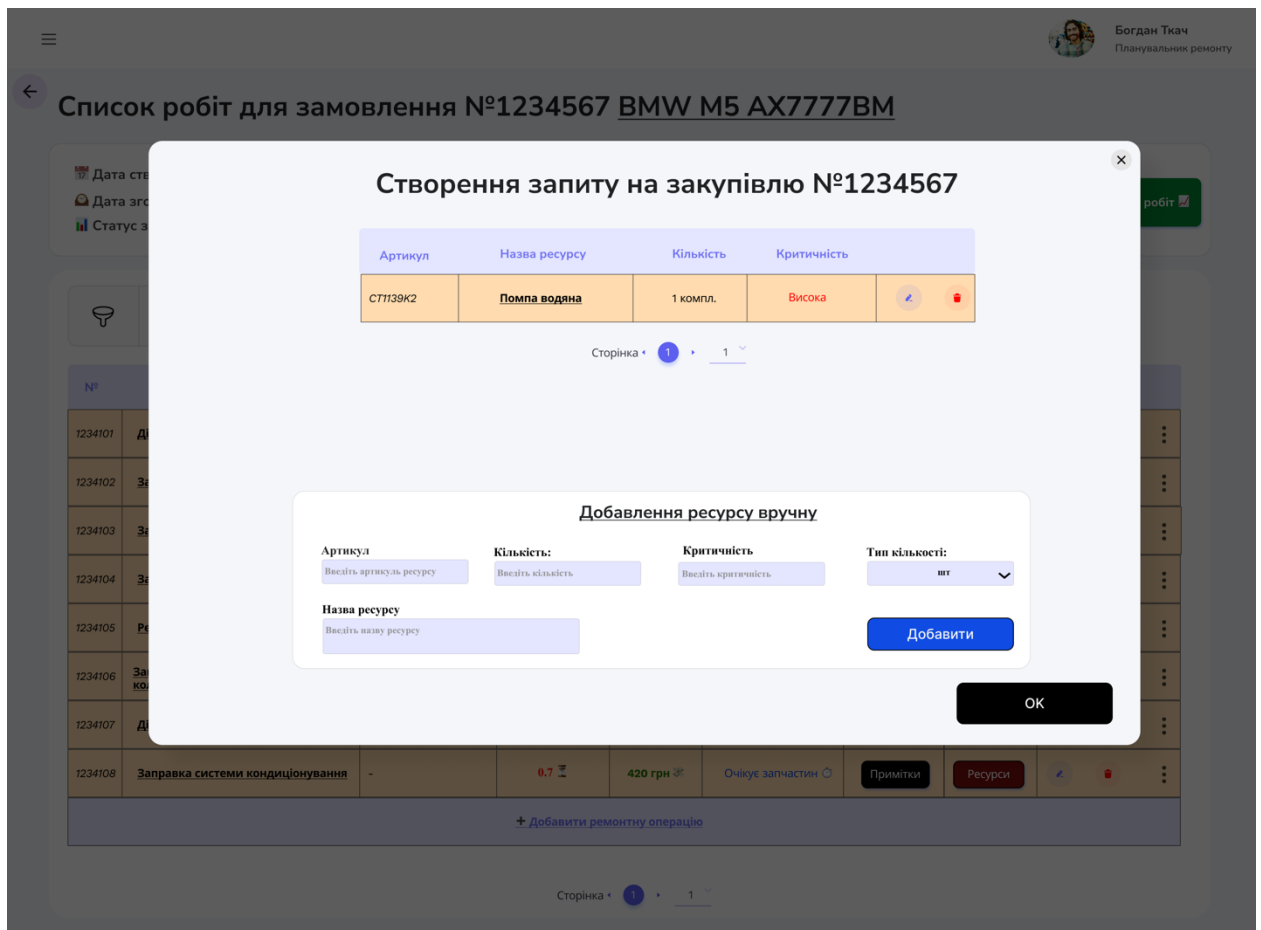


Рисунок 7.12 – Екранна форма створенню запитів на закупівля

При переході до створення чи редагування конкретного запиту, користувач працює з формою, де спочатку вказуються відповідні дані про запчастини чи матеріал, рівень критичності, кількість, та інформація про сам запит: бажана дата постачання, статус та відповідний коментар до запиту. Потім цей запит буде оброблятися в модулі МТЗ.

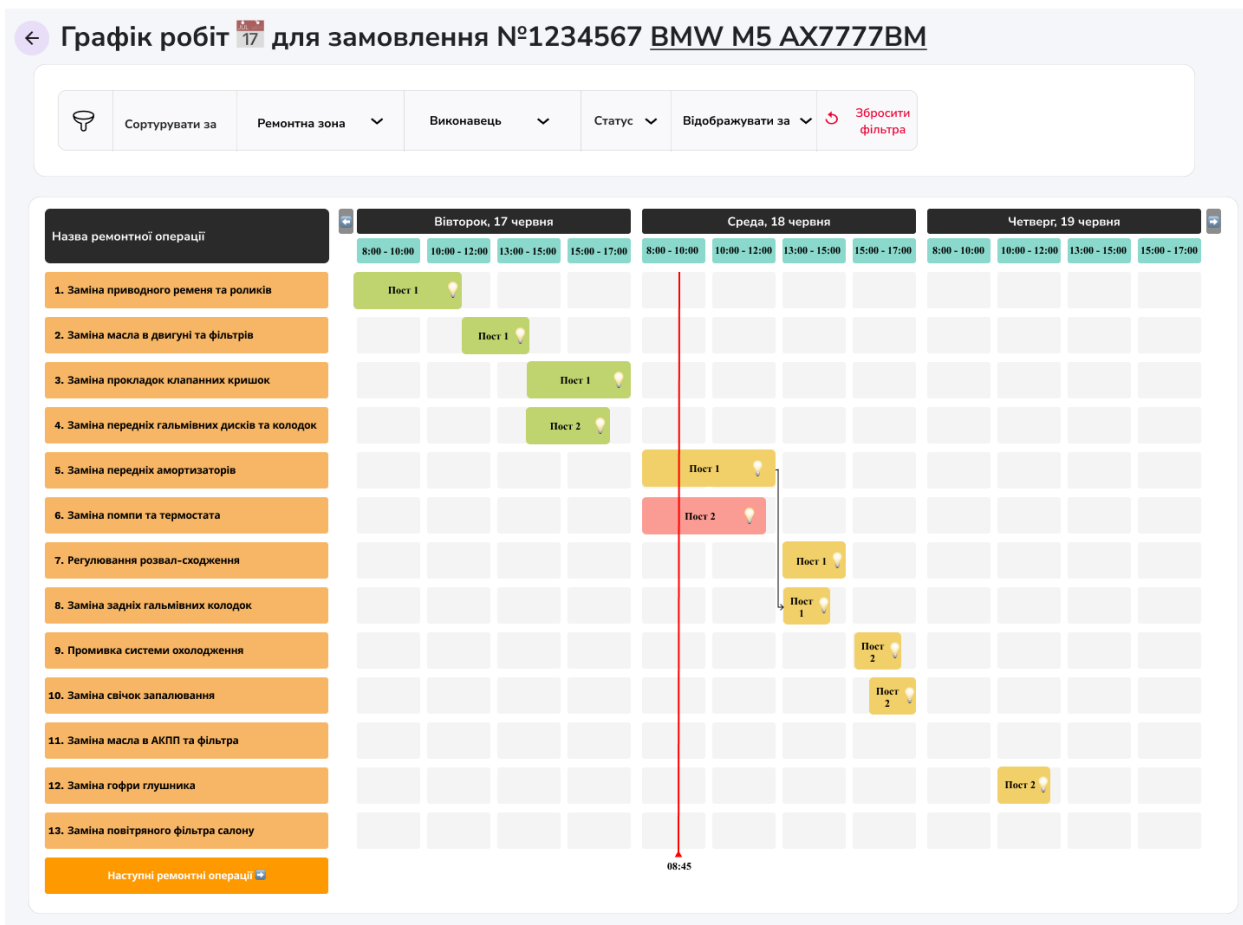


Рисунок 7.13 – Екранна форма “Графік робіт у вигляді діаграми Ганта”

Екран з графіком робіт має вигляд інтерактивної часової сітки, де кожне ремонтне завдання представлено окремою смужкою, яка показує, коли воно починається і закінчується, причому ці смужки можуть бути різного кольору: зелений для завершених, жовтий для тих, що в процесі, і червоний для тих, що затримуються. Якщо одне завдання залежить від іншого, між ними є стрілочки.

Графік робіт ¹⁷ для замовлення №1234567 BMW M5 AX7777BM

Сортувати за Ремонтна зона Виконавець Статус Відображувати за Збросити фільтра

Назва ремонтної операції	Вівторок, 17 червня				Среда, 18 червня				Четверг, 19 червня			
	8:00 - 10:00	10:00 - 12:00	13:00 - 15:00	15:00 - 17:00	8:00 - 10:00	10:00 - 12:00	13:00 - 15:00	15:00 - 17:00	8:00 - 10:00	10:00 - 12:00	13:00 - 15:00	15:00 - 17:00
1. Заміна приводного ременя та роликів	Пост 1											
2. Заміна масла в двигуні та фільтрів												
3. Заміна прокладок клапанних кришок												
4. Заміна передніх гальмівних дисків та колодок												
5. Заміна передніх амортизаторів												
6. Заміна помпи та термостата												
7. Регулювання розвал-сходження												
8. Заміна задніх гальмівних колодок												
9. Промивка системи охолодження												
10. Заміна свічок запалювання												
11. Заміна масла в АКПП та фільтра												
12. Заміна гофри глушника												
13. Заміна повітряного фільтра салону												
Наступні ремонтні операції												

Планований час початку: 16.06 10:00
Планований час завершення: 16.06 11:30
Працівники: Андрій Іванович Залужний, Володимир Петрович Віталійович
Максимальна кількість миль в робочій зоні: 1
Статус зачастини: 0/3
Час останнього коригування занесу в графіку: 15.06.2025 15:30

Рисунок 7.14 – Екранна форма відображення детальної інформації планування на графіку робіт

При наведенні на відповідну смужку роботи, спливає віконце з додатковою інформацією.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розроблено проєктні рішення щодо ІТ-сервісу «Планування ремонту автомобіля» ІС автосервісного підприємства «АвтоМайстер».

Під час виконання роботи було проведено аналіз структурних і функціональних особливостей автосервісного підприємства та виявлено найбільш гострі проблеми процесу планування ремонту автомобіля, проаналізовано існуючі сучасні підходи до автоматизації процесу планування ремонту автомобіля.

За результатами аналізу розроблені функціональні вимоги до ІТ-сервісу, визначена мета та критерії розробки.

З метою опису архітектуру об'єкта розробки на рівні функцій були розроблені функціональні моделі, які описують функціональну структуру всієї ІС автосервісного підприємства та розроблюваного ІТ-сервісу.

Також розроблено проєктні рішення щодо інформаційної забезпечуючої системи ІТ-сервісу – структура БД для ІТ-сервісу.

В рамках математичної забезпечуючої системи ІТ-сервісу виконано вибір методу автоматичного формування переліку робіт з ремонту автомобіля та методу формування календарного графіка ремонту автомобіля.

Розроблені проєктні рішення з програмної забезпечуючої системи включають розробку загальної структури програмної забезпечуючої системи, вибір мови програмування та інструментальних засобів для програмної реалізації ІТ-сервісу. Крім того розроблені та описані прототипи інтерфейсу розроблюваного ІТ-сервісу.

Розроблений ІТ-сервіс дозволяє підвищити ефективність роботи автосервісного підприємства за рахунок підвищення оперативності, адаптивності та точності у формуванні графіків ремонтних робіт, що забезпечить оптимізацію використання ресурсів автосервісного підприємства.

Кваліфікаційна робота виконувалась відповідно до вимог методичних вказівок до організації виконання та захисту кваліфікаційної роботи [14]. Оформлення роботи виконано відповідно до таких державних стандартів України: ДСТУ 3008:2015 [15] та ДСТУ 8302:2015 [16].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. BAS (Business Automation Software): програма для СТО / автотойки // TQM. URL: <https://www.bas-soft.eu/>
2. Workshop Software // Workshop Software. URL: <https://workshopsoftware.com/>
3. Dialzara // EU-Startups. URL: <https://www.eu-startups.com/directory/dialzara/>
4. Greatly improve your service quality // Praxedo. URL: <https://www.praxedo.com/your-needs/greatly-improve-your-service-quality/>
5. PostgreSQL: Transactions Tutorial // Офіційна документація PostgreSQL. URL: <https://www.postgresql.org/docs/current/tutorial-transactions.html>
6. Зв'язки в базах даних: що це і як вони працюють // FoxmindEd. URL: <https://foxminded.ua/zviazok-u-bazi-danykh/>
7. Large Language Models / IBM // IBM. URL: <https://www.ibm.com/think/topics/large-language-models>
8. Mallya A. How an LLM Understands Input: The Math Under the Hood // Medium. 2024. URL: <https://medium.com/@amallya0523/how-an-llm-understands-input-the-math-under-the-hood-114ac69f96c6>
9. Colin Raffel, Noam Shazeer, Adam Roberts та ін. Exploring the Limits of Transfer Learning with a Unified Text-to-Text Transformer, 2019 URL: <https://arxiv.org/abs/1910.10683>
10. Hugging Face Transformers. Офіційна документація. URL: <https://huggingface.co/docs/transformers>
11. PyTorch. Официальная документация. URL: <https://pytorch.org/docs>
12. Laurent Michel, Pascal Van Hentenryck, Jean-Noël Monette та ін. The CP-SAT solver: a modern SAT-based CP solver. URL: https://developers.google.com/optimization/cp/cp_solver?hl=ru13

13. Официальная документация OR-Tools. URL: https://developers.google.com/optimization/cp/cp_solver?hl=ru

14. Методичні вказівки до організації виконання та захисту кваліфікаційної роботи за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти спеціальності 122 Комп'ютерні науки за освітньою програмою «Інформаційні технології управління» для студентів усіх форм навчання / Упоряд.: К.Е. Петров, А.В. Міхнова, М.С. Кудрявцева, М.В. Євланов, Т.І. Борисенко. – Електронне видання. – Харків: ХНУРЕ, 2024. – 68 с. – pdf.

15. 2. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлювання. – Чинний від 22.06.2015. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 31 с.

16. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. – Чинний від 04.03.2016. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 20 с.